



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES: QUESERA “EL SALINERÍTO”, SALINAS, BOLÍVAR.**

**Tesis de grado previo a la obtención del título de**

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL**

**WILMINGTON JOSÉHERNÁNDEZ AMAGUAYA.**

**JOSÉ FERNANDO VÁSCONEZ VARGAS.**

**TUTOR: Dr. GERARDO LEÓN**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**JUNIO 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la fuerza que impulsa día a día en nuestras vidas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Facultad de Ciencias por las doctrinas impartidas.

A la Quesera “El Salinerito”, por su apoyo para la realización del presente trabajo.

Al Doctor Gerardo León, director de tesis, quien con sus valiosos conocimientos y paciencia supo guiar el proyecto de investigación.

Al Ingeniero Hannibal Brito M. PhD. por su acertada colaboración en la elaboración del presente documento.

A la Ingeniera Mariela Paredes por su valioso aporte de conocimientos.

A amigos que siempre han estado en las buenas y en las malas

## **DEDICATORIA**

*A todas aquellas personas que supieron brindarme su  
confianza y apoyo incondicional, en especial a mis  
padres y hermano.*

***Wilmington Hernández***

*A mis Padres, gracias a su sabiduría influyeron en mí  
la madurez para lograr todos los objetivos en la vida,  
es para ustedes esta tesis en agradecimiento por todo  
su amor.*

***Fernando Vásquez***

**ESCUELA SUPERIOR POLITENICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El tribunal de tesis certifica que: El trabajo de investigación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES: QUESERA “EL SALINERÍTO”, SALINAS, BOLÍVAR**”, de responsabilidad de los señores Wilmington José Hernández Amaguaya y José Fernando Vásconez Vargas ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizado su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Silvio Álvarez L. DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS	.....	.....
Dra. Nancy Velóz DIRECTORA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	.....	.....
Dr. Gerardo León TUTOR DE TESIS	.....	.....
Ing. Hannibal Brito M. PhD. MIEMBRO DE TESIS	.....	.....
Ing. Eduardo Tenelanda COORDINADOR SISIB-ESPOCH	.....	.....

## HOJA DE RESPONSABILIDADES

*Yo, Wilmington Hernández, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”*

---

**Wilmington Hernández**

*Yo, Fernando Vásconez, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”*

---

**Fernando Vásconez**

## **RESUMEN**

Se diseñó una planta de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea “El Salinerito”, ubicada en la parroquia Salinas, cantón Guaranda, provincia de Bolívar; para ayudar a la preservación y la calidad medio ambiente.

Para el inicio de la investigación se realizaron mediciones de caudal, efectuadas en la caja de revisión de la descarga del área de producción de la quesera, mediante cinco monitoreos. Los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las muestras, se realizaron en el laboratorio Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cada muestra estuvo compuesta de 6 litros de agua residual, cuya caracterización se fundamenta en métodos analíticos: cuantitativos y cualitativos; utilizando métodos descritos en las normas: APHA/AWWA/Standard Methods. En base de los resultados de los análisis realizados, en la caracterización del agua residual se obtuvo un valor 1800 mg/L en términos de DBO, siendo el parámetro más importante a tomar en cuenta para el dimensionamiento de la planta, se diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales; que consta de: un canal, rejillas, regleta, dos tanques imhoff ubicados en serie, dos eras de secado, dos filtros anaerobios de flujo ascendente y finalmente un sistema de aireación por cascadas. Como resultado se obtuvo una planta de tratamiento de aguas residuales que soportara un caudal de 59 m<sup>3</sup>/d, y que reducirá el 94.44% del grado de contaminación que presentan las aguas residuales de la quesera cumpliendo con los límites permisibles establecidos en el TULAS.

Con la Planta de Tratamiento se logrará el cumplimiento de la legislación ambiental ecuatoriana e internacional para prevenir la contaminación de las aguas del río Salinas y generando armonía ambiental y social, para lo cual se recomienda la aplicación de estos sistemas en este tipo de industrias.

## **ABSTRACT**

A waste-water treatment plant for the dairy industry “El Salinerito”, located at Salinas, in the city of Guaranda, in the province of Bolivar, was carried out in order to contribute to preservation and environment quality.

Caudal measure in the place of sample taking of cheese production was performed to begin this research by the means of five checkups. The physics, chemical and microbiological sample analysis were conducted at the laboratory Technical Services and Transfer of Environmental Technology Center of Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Each sample was 6 liters of waste-water whose characterization was substantiated on analytic methods like quantity and qualitative through methods considered in norms such as: APHA/AWWA/Standard methods. It was obtained 1800 mg/l in terms of DBO based on the results of analysis performed in the characterization of waste-water, so this is the most important parameter to be taken into account for dimensioning of factory. A system for waste-water was designed that has a channel, grating, lead, two tanks imhoff located in series, two drying places, two anaerobic upflow filters and finally cascade aeration system.

As a result it was obtained a waste-water treatment plant for 59 m<sup>3</sup>/d and it will reduce 94.44% of waste-water contamination of cheese producer accomplishing the limits established by TULAS.

Ecuadorian environmental norms were achieved through treatment plant in order to prevent contamination in Salinas River and giving environmental and social harmony, so it is recommended to apply this system for these companies.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

% Sólidos	Porcentaje de sólidos contenidos en el lodo residual (%).
$\rho_s$	Densidad de la arena, g/m <sup>3</sup>
$\emptyset$	Diámetro de la partícula (m)
°C	Grados Celsius (°C)
A	Área total (m <sup>2</sup> )
A <sub>f</sub>	Área del filtro (m <sup>2</sup> )
A <sub>ls</sub>	Área lecho de secado (m <sup>2</sup> )
APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
AS	Área del sedimentador (m <sup>2</sup> )
A <sub>s</sub>	Área superficial (m <sup>2</sup> )
B	Ancho del tanque Imhoff (m)
B <sub>c</sub>	Ancho del canal, ancho del sedimentador (m)
CR	Coefficiente de retorno
C	Carga de sólidos que ingresa a sedimentar
CD	Coefficiente de arrastre
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
C <sub>s</sub>	Carga Superficial (m/día)
C	Altura de la cámara de sedimentación (m)
D	Dotación de agua
D <sub>m</sub>	Profundidad total del Tanque Imhoff
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (ppm)
DQO	Demanda Química de Oxígeno (ppm)
FAFA	Filtro anaerobio de flujo ascendente
H <sub>u</sub>	Profundidad útil del filtro (m)
H	Tirante del agua en el canal (m)
H <sub>c</sub>	Altura del canal (m)
H <sub>al</sub>	Profundidad de aplicación de lodos (m)
H <sub>bmáx</sub>	Lámina de agua correspondiente al caudal máximo
H <sub>bmín</sub>	Lámina de agua correspondiente al caudal mínimo
HD	Profundidad del desarenador (m)
H <sub>f</sub>	Pérdida de carga
H <sub>s</sub>	Altura de seguridad (m)
H <sub>v</sub>	Altura del tirante del vertedero (m)
K	Coefficiente de Manning
L	Longitud (m)
LAB – CESTTA	Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental
LD	Longitud del desarenador (m)
m	Metros
m/h	Metros por hora
m/s	Metros por segundo



mm	Milímetros
Msd	Masa de sólidos que conforman los lodos
N	Coefficiente de rugosidad de Manning.
Nb	Número de barras
NMP	Número más probable
OPS	Organización Panamericana de la Salud
P	Población de diseño (hab)
Pf	Población futura (hab)
pH	Potencial de hidrógeno
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
Q	Caudal ( $m^3/día$ )
QDiseño	Caudal de diseño ( $m^3/día$ )
Qi	Caudal instantáneo ( $m^3/día$ )
Qm	Caudal medio ( $m^3/día$ )
QMD	Caudal medio diario de aguas residuales ( $m^3/día$ )
Qmáx:	Caudal máximo diario de diseño ( $m^3/día$ )
Qmin	Caudal mínimo ( $m^3/día$ )
QmínDiseño	Caudal mínimo de diseño ( $m^3/día$ )
RH	Radio hidráulico (m)
S	Pendiente o gradiente hidráulico
SS	Sólidos suspendidos (mg/L)
Td	Tiempo de digestión (s)
Tr	Tiempo de retención hidráulica (min)
Vf	Velocidad de flujo (m/s)
V	Volumen ( $m^3$ )
Va	Velocidad de arrastre (m/s)
Vc	Velocidad en el canal de aproximación (m/s)
VBm	Velocidad a través de las rejillas (m/s)
Vd	Volumen de la cámara de digestión ( $m^3$ )
Vel	Volumen a extraerse del tanque ( $m^3$ )
Vf	Volumen del filtro ( $m^3$ )
Vh	Velocidad horizontal (m/s)
Vld	Volumen diario de lodos digeridos( $m^3$ )
Vs	Velocidad de sedimentación (m/s)
VS	Volumen del sedimentador ( $m^3$ )

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp:</b>
PORTADA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
HOJA DE FIRMAS	
HOJA DE RESPONSABILIDADES	
RESUMEN	
SUMARY	
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE DE CONTENIDOS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
INTRODUCCIÓN .....	i
ANTECEDENTES .....	iv
JUSTIFICACIÓN .....	vi
OBJETIVOS .....	vii
GENERAL .....	vii
ESPECÍFICOS .....	vii
CAPITULO I .....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. INDUSTRIA LÁCTEA .....	1
1.1.1. PRODUCTOS LÁCTEOS .....	1
1.1.2. QUESO.....	1
1.2. AGUAS RESIDUALES.....	3
1.2.1. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES .....	3

1.2.2.	CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	4
1.2.3.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	10
1.2.4.	TIPOS DE TRATAMIENTO.....	11
1.2.5.	OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	13
1.3.	NORMATIVA E IMPACTOS AMBIENTALES .....	16
1.3.1.	NORMATIVA.....	16
1.3.2.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	17
1.4.	DISEÑO .....	18
1.4.1.	MUESTREO .....	18
1.4.2.	MEDICIÓN DE CAUDALES .....	18
1.4.3.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS .....	18
CAPITULO II.....		32
MÉTODOS y MATERIALES .....		32
2.1.	MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	32
2.1.1.	MÉTODOS.....	32
2.1.2.	TÉCNICAS .....	35
2.2.	MATERIALES .....	41
CAPÍTULO III.....		43
CÁLCULOS Y RESULTADOS .....		43
3.1.	CÁLCULOS.....	43
3.1.1.	CAUDAL DISEÑO: VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL MÁXIMO A SOPORTAR POR LA PTAR .....	43
3.1.2.	CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PTAR.....	44
3.1.3.	REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL .....	45
3.1.4.	DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	47
3.2.	RESULTADOS .....	56
3.2.1.	LÍNEA BASE.....	56
3.2.2.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES .....	60
3.2.3.	CAUDAL DISEÑO.....	61

3.2.4.	ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	62
3.2.5.	INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DEL LEOPOLD.....	63
3.2.6.	RESULTADOS DEL SISTEMAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.....	66
3.2.7.	PROPUESTA .....	69
3.2.8.	PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN .....	73
3.2.9.	CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.....	76
3.2.10.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	77
CAPÍTULO IV .....		79
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		79
4.1.	CONCLUSIONES .....	79
4.2.	RECOMENDACIONES .....	80
BIBLIOGRAFIA .....		81

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pp:</b>
1. Clasificación de los Microorganismos.....	10
2. Objetivos de los procesos de tratamiento primario.....	11
3. Operaciones Físicas Unitarias más comunes .....	13
4. Procesos químicos más comunes .....	15
5. Valores del coeficiente n de rugosidad de Manning.....	115
6. Parámetros de Diseño para Rejillas .....	116
7. Ventajas y Desventajas de las Eras de Secado .....	26
8. Parámetros típicos para diseño de cascadas por oxigenación.....	116
9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	16
10. Valoración de la magnitud para la matriz de Leopold MAGNITUD.....	39
11. Metodología para la caracterización de Aguas .....	35
12. MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA QUESERA EL SALINERITO.....	45
13. Lectura de Caudales por litro de leche procesada.....	40
14. Parámetros típicos para diseño de cascadas por oxigenación.....	54
15. ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	62
16. SISTEMA DE REJILLAS .....	66
17. SISTEMA DE REGLETA.....	66
18. SISTEMA IMHOFF .....	67
19. SISTEMA ERAS DE SECADO.....	68
20. SISTEMA FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE .....	68
21. SISTEMA AIREACIÓN POR CASCADAS .....	69
22. Eficiencia de la PTAR .....	72
23. Presupuesto .....	73
24. Mano de Obra .....	74
25. Equipos .....	74
26. Materiales.....	74

## TABLA DE CONTENIDO DE ANEXOS

### ANEXOSPp:

ANEXO 1.....	85
MANUAL DE OPERACIONES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	85
ANEXO 2.....	95
DIAGRAMAS DE PROCESO DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS DE LA QUESERA EL SALINERITO.....	95
ANEXO 3.....	103
TABLA DE MONITOREO POR DÍA (Caracterización del Agua Residual de la Quesera EL SALINERITO).....	103
ANEXO 4.....	105
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO .....	105
ANEXO 5.....	117
FOTOGRAFÍAS .....	117

## INTRODUCCIÓN

La importancia que actualmente presenta la preservación de los recursos naturales ha despertado en la raza humana la necesidad de encontrar distintas alternativas para cuidarlos, logrando de esta manera ser aprovechados por los diferentes seres vivos; de aquí que uno de los recursos de vital importancia para el hombre, como lo es el agua, sea objeto de estudio, pues esta una vez que es utilizada, es vertida a diferentes cuerpos de agua, ocasionando distintos impactos al ambiente y sobre todo a la salud de los seres humanos. Este tipo de efluente denominado aguas residuales, se determina de acuerdo a su origen, en este caso, aguas industriales, pues estas son provenientes de descargas de diferentes fábricas.

En la actualidad a nivel internacional especialmente en los países del primer mundo el 59% del consumo de agua se destina al uso de la industria, el 30% al consumo para la agricultura y solamente un 11% al sector doméstico. En el 2025, el consumo de agua en el sector industrial superará los 1170 km<sup>3</sup>/año, valor que en 1995 permanecía en 752 km<sup>3</sup>/año. Por ende podemos observar claramente que el sector productivo no sólo es el que más consume agua sino que también es el área que más contaminación genera. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles.

Estos datos ayudan a generar una idea de la vital importancia que conlleva el tratamiento de las aguas residuales y de su reutilización en el sector industrial y más aún en países que saldan su balance de recursos hídricos con números rojos.

Según el programa conjunto de monitoreo de agua y saneamiento de la OMS y de UNICEF, en 2004 el porcentaje de la población que tenía acceso a una fuente mejorada de agua variaba entre el 54% en Haití y el 100% en Uruguay. En total, 50 millones de personas o el 9% de la población de América Latina y el Caribe no tenía acceso a una

fuentes mejoradas de agua, y 125 millones o el 23% no tenía acceso a saneamiento básico adecuado. [Solamente el 51% tenía acceso al alcantarillado. Solamente un estimado 15% de las aguas residuales colectadas estaban dirigidas a plantas de tratamiento, las cuales no están funcionando adecuadamente en muchos casos. El 26% de la población tenía acceso a formas de saneamiento básico adecuadas otras que el alcantarillado, incluyendo tanques sépticos y varios tipos de letrinas.

La actual fábrica de quesos El Salinerito está ubicada en la cabecera parroquial y debido a la creciente demanda se está construyendo una nueva instalación para sus actividades de producción, por ello, se ha visto la necesidad y obligación de crear una planta de tratamiento de aguas residuales, siendo de primordial interés de la empresa de implementar tal sistema, la cual luego de su respectiva caracterización se adecuará los tratamientos más rentables acorde a las necesidades de esta que se requieran para estabilizar los parámetros dentro de los límites permisibles vigentes en la legislación ambiental.

Para la ejecución de este proyecto se efectuó un muestro compuesto el mismo que se realizó durante cinco días, dos de los cuales fueron ejecutados en las dos estaciones del año invierno, verano; complementándose posteriormente con tres adicionales para obtener valores representativos, al mismo tiempo se determinó el caudal real de las aguas residuales que la quesera produce en un día de trabajo, lo cual permite obtener la muestra para su respectivo análisis en el Laboratorio CESTTA. Una vez caracterizada se procede a diseñar el sistema más idóneo de tratamientos para las descargas líquidas.

Al implementar este sistema permite eliminar considerablemente la contaminación que se produciría por el vertido de sus aguas no tratadas a su cuerpo receptor, además de la acción responsable que la empresa tiene para con el ambiente, por medio de este proyecto, se conseguirá estar acorde a las exigencias políticas del país y evitar posibles sanciones que perjudicaría a la fábrica y a sus socios. Para ello la institución se ha comprometido en facilitar tanto el aspecto económico como la información necesaria que sirva de fundamento para los estudios e implementación de la planta de tratamientos de aguas residuales. Esta realidad exige que la quesera tenga un desarrollo acorde a los avances tecnológicos, las exigencias de cantidad y calidad que se orienten a satisfacer



la demanda legítima, la preservación del ambiente y respetando de esta manera lo que se establece en el Título II, Capítulo Segundo, Sección Segunda; Art. 14 de la Constitución Ecuatoriana, donde se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado y sano que garantice la sostenibilidad y el SUMAK KAWSAY.

## ANTECEDENTES

La creciente importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en el hombre la necesidad de buscar métodos para cuidarlos y recuperarlos para que puedan ser aprovechados por los seres vivos; de aquí que uno de los recursos de vital importancia para el hombre, como lo es el agua, sea objeto de estudio, pues esta una vez que es utilizada, es vertida a diferentes cuerpos de agua, ocasionando distintos impactos al ambiente y sobre todo a la salud de los seres humanos.

Este tipo de efluente denominado aguas residuales, se determina de acuerdo a su origen, en este caso, aguas industriales, pues estas son provenientes de descargas de diferentes industrias.

En la actualidad a nivel internacional especialmente en los países del primer mundo el 59% del consumo total de agua se destina a uso industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico.

En 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1170 km<sup>3</sup> / año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km<sup>3</sup> / año. El sector productor no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles<sup>I</sup>.

Estos datos aportan una idea de la importancia que tiene el tratamiento y la reutilización de aguas residuales en el sector industrial en el mundo, y más aún en países que saldan su balance de recursos hídricos con números rojos.

En El acceso a agua y saneamiento en América Latina todavía es insuficiente. Además, se puede observar diferencias grandes de cobertura tanto entre como también dentro de muchos países. Según el programa conjunto de monitoreo de agua y saneamiento de la

---

<sup>I</sup>Informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo, *Agua para todos, agua para la vida* (marzo 2003).

OMS y de UNICEF, en 2004 el porcentaje de la población que tenía acceso a una fuente mejorada de agua variaba entre el 54% en Haití y el 100% en Uruguay.<sup>2</sup> En total, 50 millones de personas o el 9% de la población de América Latina y el Caribe no tenía acceso a una fuente mejorada de agua, y 125 millones o el 23% no tenía acceso a saneamiento básico adecuado.[Solamente el 51% tenía acceso al alcantarillado. Solamente un estimado 15% de las aguas residuales colectadas estaban dirigidas a plantas de tratamiento, las cuales no están funcionando adecuadamente en muchos casos.<sup>3</sup>El 26% de la población tenía acceso a formas de saneamiento básico adecuados otros que el alcantarillado, incluyendo tanques sépticos y varios tipos de letrinas.

---

<sup>2</sup>*Meeting the MDG drinking water and sanitation target : the urban and rural challenge of the decade.. Ginebra, Suiza. ISBN92 4 156325 7.*

<sup>3</sup>*Pan American Health Organization/Division of Health and Environment: Regional Report on the Evaluation in the Region of the Americas, Washington, 2001, p. 24 and p. 81*

## JUSTIFICACIÓN

Las malas prácticas en la disposición final de las aguas residuales, genera un severo impacto ambiental al recurso agua y a la vida que allí se desarrolla. Uno de los principales causantes de la degradación de este recurso es el hombre, puesto que, utiliza este recurso en la mayoría de su vida cotidiana provocando un impacto visual negativo además de las diferentes enfermedades que indirectamente o directa pueden provocar en el hombre y los animales.

En la zona de estudio uno de los problemas ambientales es la inexistencia de un sistema de tratamiento de las aguas residuales para la parroquia, lo que provoca la degradación y contaminación del ambiente producto de la descarga de aguas residuales que se dispersa aguas río abajo de la parroquia.

Actualmente la Quesera “El Salinerito”, busca evitar este problema ambiental mitigando la contaminación debido a la descarga de sus aguas residuales industriales, he ahí la importancia y preocupación por realizar la investigación para obtener las directrices de un sistema de tratamiento que consiga este propósito.

Reconociendo y asimilando el problema existente, el presente trabajo de investigación se realizó junto con la colaboración de la quesera “El Salinerito”, cuyo único interés es el de contar con una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales, que proporcione los instrumentos de sobre llevar de mejor manera la descarga al río Salinas como cuerpo receptor final, a fin de mejorar la situación actual de la industria y de la parroquia; con el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable del TULAS en su libro VI, anexo 1, tabla 12, siendo el Ministerio del Ambiente como ente regulador.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

- Realizar el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para la quesera “El Salinerito”, ubicado en la parroquia Salinas, cantón Guaranda, provincia Bolívar, en el año 2 012.

### **ESPECÍFICOS:**

- Determinar el caudal de las aguas residuales de la quesera “El Salinerito”, de la ciudad de Guaranda.
- Elaborar la Revisión Ambiental Inicial de los procesos de producción de la Quesera el Salinerito para determinar la necesidad de la planificación de una Planta de tratamiento de aguas.
- Caracterizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales industriales generados por la quesera.
- Realizar el dimensionamiento a nivel de planos arquitectónicos y estructurales de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales para la quesera el Salinerito.
- Elaborar el manual de operaciones de una planta de tratamiento de Aguas para la Industria quesera el Salinerito.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. INDUSTRIA LÁCTEA

La conforman un conjunto de fábricas pertenecientes al sector alimenticio, y que como materia prima utilizan la leche de animales especialmente de vacas para elaborar una serie de productos.

#### 1.1.1. PRODUCTOS LÁCTEOS

Son todos aquellos derivados de la leche que se pueden obtener tras la aplicación de una serie de procesos, entre ellos se mencionan a continuación en forma general los productos lácteos que la Industria “El Salinerito” ofrece a su clientela.

#### 1.1.2. QUESO

Es un producto fresco o maduro, de consistencia sólida o semisólida que se obtiene de la leche gracias a la coagulación parcial o total, comprende las siguientes actividades:

➤ **Preparación de la leche**

Para la preparación de la leche se opta por la adición de calor que nos permita la eliminación de ciertas bacterias patógenas que se encuentran presentes en la misma, además de la incorporación de aditivos como: cloruro de calcio y cultivos lácticos. A este proceso térmico se lo reconoce como pasteurización donde se calienta la leche hasta los 65°C por el lapso de 30 minutos y luego enfriarla hasta los 35 - 36°C. Este proceso se lo debe llevar a cabo en un equipo aprobado que se encuentre en perfectas condiciones esterilizado con anterioridad.

➤ **Adición de cultivos lácticos**

Una vez pasteurizada la leche obtenemos un producto más seguro microbiológicamente pero sin sabor. Para evitar este inconveniente se usan los denominados cultivos lácticos,

los mismos que son la mezcla de bacterias no patógenas que nos ayudan a desarrollar en cierta parte los sabores y aromas típicos de los quesos.

➤ **Coagulación de la leche**

Este proceso se obtiene por la adición del cuajo, fermento a la leche pasteurizada y debidamente temperada, el mismo que acciona sobre la caseína de la leche, transformándola en la presencia de sales de calcio: en paracaseína insoluble que se precipita obteniendo el coágulo. La temperatura óptima para lograr la coagulación de la leche oscila entre los 28 y 37 °C.

➤ **Corte de cuajada y desuero**

El tiempo ideal para que se forme la cuajada y posea las características necesarias para su corte, depende específicamente de ciertos factores como: pH, concentración de enzima, temperatura y concentración de calcio. La división de la denominada cuajada debe efectuarse de la manera más lenta y cuidadosa posible, sin brusquedades. Tales cortes tienen que ser completos y netos y no desgarrarse, y peor aún deshacerse, todo esto debido a que los pequeños trozos de cuajada han de conservar la forma que el operario desee brindarle. Una vez culminado con el corte, se debe realizar una agitación ligeramente suave de la cuajada con la finalidad de disminuir el suero que se encuentra retenido para obtener con ello un producto mucho más compacto. Finalizada la agitación, se deja reposar aproximadamente de 10 a 20 minutos para que se asiente la cuajada y se separe el suero.

➤ **Moldeo y prensado**

Después del salado colocamos la cuajada en los respectivos moldes, sean estos de plástico, acero inoxidable o madera. Esto coadyuva al desuero, forma el queso y le da la consistencia necesaria.

➤ **Salado**

Este proceso nos ayuda a mejorar la fermentación del queso, esto se explica fácilmente gracias al poder de absorción que posee la sal tiene para con la humedad y por su acción que inhibe sobre el desarrollo de algunos mohos o microbios.

### ➤ **Almacenamiento**

Una vez elaborado el queso, puede ser almacenado por el tiempo necesario en refrigeración para prolongar su vida útil, ya que el proceso de maduración del producto cambia su textura y contribuyendo al desarrollo de su sabor. El lugar en el que decida madurar a los quesos deberá presentar las mejores normas de asepsia y de preferencia obscuro.

## **1.2. AGUAS RESIDUALES**

Las actividades desarrolladas por el hombre en las cuales interviene el uso agua producen alteraciones a la misma en sus características físicas, químicas y biológicas. En el momento que estas alteraciones son perceptibles a los sentidos se habla de aguas residuales.

### **1.2.1. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES**

De acuerdo a las fuentes de generación las aguas residuales se clasifican en cuatro tipos:

Las aguas:

- a. Domésticas
- b. Industriales
- c. Infiltración
- d. Pluviales

#### **a. Aguas Residuales Domésticas**

Son aguas que el hombre utiliza para el desarrollo de vida diaria, ya sea esto en su alimentación e higiene, estas aguas son llevadas mediante los conductos de las edificaciones sean estas comerciales, públicas o privadas hacia las redes de alcantarillado público.

#### ➤ **Aguas Residuales Industriales**

Son líquidos generados a lo largo de las etapas de un proceso industrial, dependiendo de la industria que genere este tipo de aguas se puede establecer las características de las mismas, estas aguas resultan de las actividades llevadas a cabo en una empresa, donde interviene el uso de esta. A lo largo de cada una de estas actividades realizadas para



cumplir con un proceso, ya sea este proceso de larga o corta duración. A estas aguas residuales que se producen durante las diferentes fases de un proceso, también se les puede incluir a aquellos líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración.

Cada una de estas aguas posee características diferentes dependiendo de la industria que la produzca. El agua producida es llevada de igual manera a la red de alcantarillado público previo a un tratamiento que debe ser realizado bajo la responsabilidad de la empresa o industria. Tomando en cuenta las características modificadas y los límites permisibles de aceptación, pueden existir una o más vías de tratamiento para estas aguas.

➤ **Aguas Residuales Infiltración**

Se denomina aguas de infiltración a todas aquellas que superan la resistencia del material que transporta las aguas residuales, como su término las define son aguas que se infiltran a través de la tubería y en las conexiones de la red de alcantarillado

➤ **Aguas Residuales Pluviales**

Son aquellas que resultan de la precipitación causados por el choque de cargas en las nubes.

## **1.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES**

La caracterización de las aguas residuales es una acción muy importante que permite conocer los constituyentes contaminantes de los cuales en esta se encuentra, los mismos que se los puede clasificar como: físicos, químicos o biológicos; para determinar su importancia se debe establecer primordialmente las sustancias orgánicas y cantidad de sólidos que transportan las aguas residuales de la empresa, además de determinar especialmente los efectos de descargar a cuerpos de agua sin unprevio tratamiento; y por último el de seleccionar los diferentes procesos de tratamiento que resultarán más económicos tanto para la empresa y eficaces para el medio ambiente que nos rodea.

### **a. Características Físicas**

Entre las características físicas principales de un agua residual tenemos:

### ***Sólidos***

Una de las características físicas en aguas residuales y con un valor poco significativo pero importante son los sólidos, los cuales no permiten conocer un valor exacto y sobre todo real. De tal manera que la importancia de esto se basa en la determinación de sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles los mismos que nos facultan el camino para evaluar la concentración del agua residual y para establecer la eficiencia de cada una de las unidades de tratamiento.

### ***Turbidez***

Esta característica nos ayuda a establecer el grado de transparencia del agua residual, puesto que cuando más sólidos en suspensión se presenta mayor será su suciedad y por ende mayor será el grado de turbidez de la misma.

### ***Color***

En aguas residuales el color es ocasionado por la presencia de sólidos en suspensión, sustancias en solución y material coloidal, este se puede clasificar en dos: color aparente que es originado por los sólidos en suspensión, y el color verdadero al que es causado por las sustancias coloidales y aquellas que se encuentran disueltas. Dependiendo del color que presente el agua sea café claro, gris claro y gris oscuro o negra se conoce el tiempo que ha sido descargada y cuánto ha permanecido en los sistemas de recolección, además de la descomposición y la formación de varios sulfuros.

### ***Temperatura***

Este parámetro es muy importante puesto que con el aumento y disminución de temperatura se ve afectado directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, además del desarrollo de la vida acuática.

### ***Conductividad***

Permite conocer un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos luego de conocer la concentración de sustancias que permanecen disueltas de forma ionizada en el agua residual y de la temperatura a la que se ha realizado su determinación.

## **b. Características Químicas**

Para establecer los constituyentes químicos de las aguas residuales, estas se deben clasificar con frecuencia en inorgánicos y orgánicos.

### ***Materia inorgánica***

Para la determinación y control de la calidad del agua se conoce una gran variedad de componentes inorgánicos los mismo que se presenta al utilizar el agua en diferentes procesos industriales, así como también de forma natural, siendo mínima esta última.

### ***pH***

Este es un parámetro que también establece la calidad en las aguas residuales de cualquier actividad sea esta industrial o doméstica. Cuando este parámetro se encuentra fuera de los límites permisibles afecta el tratamiento con procesos biológicos, modificando de esta manera el pH en las aguas naturales si ésta no se varía previa a su descarga.

### ***Alcalinidad***

Este parámetro es muy considerable en los casos en los que se empleen tratamientos químicos para la eliminación biológica de sus nutrientes, y cuando tengamos que eliminar el amoníaco mediante el arrastre por aire, esta se encuentra provocada gracias a la presencia de ciertos bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Mediante esta se regula los cambios del pH producido por la adición de ácidos.

### ***Nitrógeno***

Es básico para sintetizar las proteínas, ya que si se desea tratar las aguas residuales industriales y domésticas mediante el uso de procesos biológicos será oportuno conocer la presencia del mismo, y en qué cantidades.

### ***Formas del nitrógeno***

Este elemento está formado por amoníaco, nitrógeno orgánico, nitrato y nitrito. En el agua residual reciente, encontramos al nitrógeno combinado en forma de urea y

proteína, pese a que el traspaso a su forma amoniacal se da de inmediato. La preponderancia de nitrógeno en forma de nitratos en un agua residual es un fiel indicador de que el residuo se ha estabilizado con respecto a la demanda de oxígeno.

### ***Fósforo***

Es primordial para el crecimiento de ciertas algas y demás organismos biológicos. Debido a este elemento se producen proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe demasiado interés para limitar la existencia de los compuestos de fósforo que llegan a alcanzar las aguas superficiales gracias al vertido de aguas residuales, sean estas industriales o domésticas.

### ***Azufre***

El ion sulfato lo encontramos naturalmente en las aguas de abastecimiento así como también en el agua residual. Para sintetizar las proteínas indispensable disponer de este elemento que posteriormente se liberará en la degradación.

### ***Compuestos tóxicos inorgánicos***

Algunos cationes son de gran importancia en el tratamiento y evacuación de aguas residuales. Muchos de estos compuestos están clasificados como contaminantes prioritarios. El cobre, el plomo, la plata, el cromo, el arsénico y el boro son tóxicos en mayor o menor grado para los microorganismos, razón por la cual deben ser considerados en el proyecto de plantas de tratamiento biológico. El funcionamiento de muchas de ellas se ha visto alterado por la presencia de estos iones, hasta el extremo de provocar la muerte de los microorganismos, obligando a detener el tratamiento.

### ***Metales pesados***

En aguas residuales también encontramos estos elementos pero a nivel de traza tales como: manganeso (Mn), hierro (Fe), níquel (Ni), mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), cinc (Zn), cromo (Cr), cobre (Cu). Algunos de ellos son indispensables para efectuar el desarrollo normal de la vida y su ausencia podría limitar el crecimiento de ciertas algas.

## ***Gases***

Aquellos que normalmente encontramos en las aguas residuales son los siguientes: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). El  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y el  $\text{CO}_2$  son aquellos gases que por lo general se encuentran en la atmósfera y todas aquellas aguas con las que mantiene su contacto respectivo. Siendo los demás elementos el producto de la descomposición.

## ***Oxígeno disuelto***

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros sumamente necesarios para que la respiración de todos los microorganismos aerobios se efectúe, así como también para otras formas de vida, ayudando así a evitar la formación de olores desagradables característicos en las aguas residuales, por lo que es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.

## ***Sulfuro de hidrógeno***

Este compuesto aparece durante la descomposición de la materia orgánica siempre y cuando contenga azufre, o a su vez en la reducción de sulfatos minerales y sulfito. Es un gas que no presenta color alguno, es inflamable y con un olor a huevos podridos. Se pueden formar por el proceso de descomposición de compuestos volátiles, que por lo general presentan olores mucho más desagradables.

## ***Metano***

Es el subproducto principal que se obtiene de la descomposición anaerobia de la materia orgánica, además es un hidrocarburo combustible que posee un alto valor de energía, no presenta color ni olor. En ciertas ocasiones, se produce metano como el resultado de un proceso de descomposición anaerobia que se puede dar en aquellos depósitos acumulados en el fondo.

## ***Materia orgánica***

La materia orgánica en aguas residuales está constituida por hidratos de carbono, (azúcares, almidones), proteínas, grasas, celulosa, lignina, orgánicos sintéticos, etc.

Una de las formas para medir la materia orgánica en conjunto se realiza mediante el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

### ***Demanda Química de Oxígeno (DQO)***

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno que es necesario para el proceso de oxidación de la materia orgánica en su forma química. El análisis de este parámetro en aguas residuales proporciona un medio indirecto de la concentración de materia orgánica.

### ***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)***

El análisis de la DBO<sub>5</sub> establece la cantidad de materia orgánica que es fácilmente biodegradable durante los cinco días y a una temperatura de 20°C que corresponde a la cantidad de oxígeno que es indispensable para oxidar la materia orgánica de manera biológica.

El conocimiento de este parámetro nos ayuda a:

- Determinar aproximadamente la cantidad de oxígeno que se necesita para estabilizar de manera biológica la materia orgánica que se encuentra presente en el agua residual.
- Dimensionar una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Determinar la eficiencia de los tratamientos de remediación.
- Inspeccionar el cumplimiento de las limitaciones a las que están sujetos a los vertidos debido a que es un ensayo que está vigente por algún tiempo.

### **c. Características Biológicas**

Una de las más importantes en el control de enfermedades son las características biológicas puesto que mediante esta se puede establecer la presencia de microorganismos que son patógenos. Los principales microorganismos presentes en aguas residuales son:

**Tabla 1.** Clasificación de los Microorganismos

<b>Grupo</b>	<b>Estructura Celular</b>	<b>Caracterización</b>	<b>Miembros Representativos</b>
Eucariotas	Eucariota(a)	Multicelular con gran diferenciación de las células y el tejido. Unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Plantas (plantas de semilla, musgos y helechos). Animales (vertebrados e invertebrados). Protistas (algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota(b)	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota(b)	Química celular distintiva.	Metanógenos, halófitos, termoacidófilos.

**Fuente:** Metcalf & Eddy, (1995)

### 1.2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales consiste en una serie de procesos que previene y elimina la contaminación biológica, bioquímica, química, física, y radioactiva de los diferentes cuerpos de agua a los que son descargadas. Este tipo de tratamiento evita:

- a) El deterioro a los abastecimientos de suministro de agua tanto a los sectores: privados, públicos, e industriales.
- b) La contaminación a aquellas aguas que son destinadas al esparcimiento y a la recreación.
- c) Afectaciones graves a la agricultura y depreciación del valor potencial de la tierra.
- d) El evidente impacto al entorno ecológico.

Para el tratamiento de aguas se emplea una serie de operaciones unitarias que son todos aquellos métodos físicos, biológicos o químicos. A estos procesos en la actualidad se los

agrupa entre sí para constituir los mencionados: tratamiento primario, secundario y terciario.

#### 1.2.4. TIPOS DE TRATAMIENTO

##### a. Tratamiento Preliminar

El objetivo específico es de proteger el funcionamiento de los distintos sistemas de tratamiento, su infraestructura, y el de reducir o eliminar de manera sensible las condiciones que pueden impedir el funcionamiento óptimo de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Tabla 2.** Objetivos de los procesos de tratamiento primario

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Trituradores	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Preaeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

##### b. Tratamiento Primario

Su objetivo principal es la separación por medios mecánicos o físicos de una gran parte del material flotante o sedimentable presente en el agua residual a tratar. Este tratamiento es capaz de remover una fracción muy importante de la carga orgánica representada por la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los sólidos suspendidos. Los tratamientos primarios más comunes podemos mencionar siguientes: coagulación, flotación, precipitación química, filtros gruesos, sedimentación primaria, floculación, oxidación química, y filtración.

##### c. Tratamiento Secundario

Luego de pasar por un sistema primario el cual produce una reducción de los compuestos orgánicos presentes en la misma, mediante la cual se acondiciona previamente antes de continuar al siguiente tratamiento, se lo realiza exclusivamente por procesos biológicos. Este proceso tiende a reducir la materia orgánica en sólidos



sedimentables que puedan ser separados fácilmente por sedimentación. La eficiencia de remoción se establece entre el 85% al 95% de la DBO, y están formados por:

**a) Filtración biológica:**

- Baja capacidad (filtros clásicos).
- Alta capacidad:
  - Filtros comunes.
  - Biofiltros.
  - Aero-filtros.
  - Accelo-filtros.

**b) Lodos activados:**

- Convencional.
- Alta capacidad.
- Contacto estabilización.
- Aeración prolongada.

**c) Lagunas:**

- Estabilización:
  - Aerobia.
  - Facultativa.
  - Maduración.
- Aerada:
  - Mezcla completa.
  - Aerada facultativa.
  - Facultativa con aeración mecánica.
  - Difusión de aire.

**d) Otros:**

- Anaeróbicos:
  - Contacto.
  - Filtro anaerobio.

- Reactor anaeróbico de flujo ascendente.
- Discos rotatorios.

**d. Tratamiento Terciario**

Su objetivo primordial es el de perfeccionar los anteriores procesos con la finalidad de lograr efluentes mucho más puros, que en el posible posean la menor carga contaminante y que estos puedan ser utilizados para distintos usos productivos, dependiendo de a donde vaya a ser destinado dicho efluente. Las sustancias que comúnmente se pueden remover son: algas, radionúclidos, fosfatos, sólidos disueltos, temperatura, bacterias, virus, nitratos, huevos y quistes de parásitos, sólidos totales

**1.2.5. OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES**

El grado de tratamiento se lo determina comparando las características iniciales del agua residual a tratar con las exigencias del efluente a donde se lo va a descargar.

**a. Operaciones Unitarias Físicas**

Las operaciones unitarias son procedimientos que en conjunto sean estos físicos, químicos y biológicos se aplican para el tratamiento de líquidos, sólidos y gases, y se basan en los fenómenos de transporte de masa y calor. Las principales operaciones que aparecen en este grupo son los representados por la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Operaciones Físicas Unitarias más comunes

<b>OPERACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN</b>
● Medición del caudal	● Control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
● Desbaste	● Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción (retención en superficie).
● Dilaceración	● Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
● Homogenización del caudal	● Homogenización del caudal y de las cargas de DBO y de sólidos en suspensión.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Floculación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provoca la agregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas, para mejorar su eliminación por sedimentación por gravedad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flotación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de sólidos en suspensión finamente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua. También espesa los lodos biológicos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químicos o biológico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microtamizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición y eliminación de gases.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volatilización y arrastre de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles del agua residual.</li> </ul>

**Fuente:** Metcalf & Eddy, 1995

### **b. Procesos Unitarios Químicos**

Se consiguen gracias a la adición de productos químicos y al desarrollo de ciertas reacciones químicas en los que se logra la conversión o eliminación de los contaminantes.

**Tabla 4.**Procesos químicos más comunes

PROCESO	APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitación química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos físicoquímicos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamiento químico y biológico. También se emplean para declorar el agua residual antes del vertido final.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección con cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes enfermedades. El cloro es el producto químico más utilizado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decloración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del cloro combinado residual total remanente después de la cloración.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección con dióxido de cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección con cloruro de bromo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección con ozono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección con luz ultravioleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales, se pueden emplear otros compuestos químicos.</li> </ul>

**Fuente:** Metcalf & Eddy, 1995.

### c. Procesos Biológicos Unitarios

Aquí se eliminan los contaminantes mediante actividad biológica. Entre las principales aplicaciones se encuentran la eliminación de aquellas sustancias orgánicas que son biodegradables y que están presentes en el agua residual de forma coloidal o en disolución. Luego de ello estas sustancias se transforman en gases las mismas que son liberadas hacia la atmósfera. Este tratamiento también se lo utiliza para degradar la presencia de nitrógeno en aguas residuales.

Los objetivos principales de este tratamiento son el de coagular y eliminar los sólidos coloides que no son sedimentables y estabilizar la materia orgánica. Al tratarse de aguas residuales industriales, el objetivo primordial es el de reducir la concentración de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Entre los procesos que se disponen en este grupo son: Procesos Aerobios, Eliminación de la DBO carbonosa, Procesos de cultivo fijo, Procesos Anaerobios, Desnitrificación anóxica, Nitrificación, Desnitrificación, Procesos de cultivo en suspensión, Eliminación biológica de nutrientes, Procesos facultativos.

## 1.3. NORMATIVA E IMPACTOS AMBIENTALES

### 1.3.1. NORMATIVA

La investigación se fundamenta en el TULAS, la misma que establece los límites permisibles para las descargas en cuerpos de agua dulce en su tabla 12, libro VI, anexo 1.

**Tabla 5.** Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	250
Fósforo Total	P	mg/L	10
Nitrógeno Total	N	mg/L	15

Coliformes Fecales	Nmp/100 mL		Remoción > al 99,9 %
Potencial hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Suspendidos		mg/L	100
Sólidos sedimentables		mg/L	1,0
Sólidos totales		mg/L	1 600
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0,5

**Fuente:** ECUADOR, Ministerio de Ambiente, Texto Unificado de Legislación Ambiental, 2ª. Ed. snt. Libro VI Anexo 1. pp. 29 – 30.

Para el diseño y dimensionamiento de la planta de tratamientos de aguas residuales se utilizará las siguientes normas técnicas:

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000, Sección II Título E, Tratamiento De Aguas Residuales, República de Colombia Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C., Noviembre de 2000 (RAS 2000)
- Organización Panamericana de la Salud, Área de desarrollo sostenible y salud ambiental Guía para el diseño de tanque séptico, tanque imhoff y laguna de Estabilización. Lima – Perú. 2005

### 1.3.2. IMPACTOS AMBIENTALES

Los métodos a utilizar son:

- Métodos de identificación de impactos: Permite determinar el trabajo de equipos interdisciplinarios mediante el Método del científico Delphi, chek list, elaboración de flujogramas para conocer más a fondo las actividades de la empresa.
- Método para evaluar un impacto: Utiliza una matriz ambiental en la que se determina la causa y el efecto del impacto; y que con cuya aplicación se identifica y valora el impacto medio ambiental por medio de la relación de las distintas actividades de la empresa con los respectivos factores ambientales; la Matriz

conocida como Leopold hace posible modificarla y/o simplificarla de acuerdo a lo que se requiera.

## **1.4. DISEÑO**

### **1.4.1. MUESTREO**

Es el proceso para obtener una parte representativa del agua residual industrial, con la adecuada preservación de las muestras desde su toma hasta al laboratorio donde se analizarán los parámetros de interés. Para este procedimiento se utilizó muestra simple, con un volumen mínimo para este tipo de muestras que osciló entre 1 y 2

### **1.4.2. MEDICIÓN DE CAUDALES**

Proceso por el cual se obtiene un volumen por unidad de tiempo, para esta medición se deben de disponer de dispositivos o técnicas apropiadas en la entrada y en la salida del sistema. Los principales son: Venturi, medidor Parshall, y vertederos.

### **1.4.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS**

Los sistemas para pequeñas poblaciones requieren de su recolección, tratamiento, y vertimiento a un cuerpo receptor final o a su vez la reutilización del recurso hídrico, los tratamientos de aguas Residuales se diseñan de acuerdo a la disponibilidad de terreno, eficiencia del sistema y sobre todo al recurso económico.

#### **➤ REGLETA**

Es un sistema de medición de caudales utilizados en canales abiertos y/o tuberías, el principio es colocar una regla graduada en la pared del canal con la finalidad de medir la altura del tirante de agua que circula por él. Se aplica este método en las plantas de tratamiento de aguas residuales en las que se maneja un caudal pequeño.

## **DIMENSIONAMIENTO**

### **ÁREA**

Se obtiene el área del canal, como es un rectángulo la expresión queda de la siguiente manera:

$$A = b * a$$

**Ecuación 1**

Dónde:

A= Área

b= base

a= altura, con la regleta se mide este valor, el mismo que corresponde al tirante de agua.

### **VELOCIDAD**

Para lo cual se aplica la Ecuación de Manning:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

**Ecuación 2.**

Dónde:

$n$  = parámetro de rugosidad de Manning, valor que está tabulado. Ver **anexo 4**.

$R$ = radio hidráulico

$S$  = pendiente (m/m)

$V$ = velocidad (m/seg)

El canal permite conducir el agua residual de manera uniforme hacia los sistemas de tratamiento de la planta, toda PTAR posee este sistema por más pequeña o grande que esta sea.

### **CAUDAL**

Es la relación volumen tiempo, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = A * v$$

**Ecuación 3**

Dónde:

Q= caudal m<sup>3</sup>/s

A= área m<sup>2</sup>

V= velocidad m/s

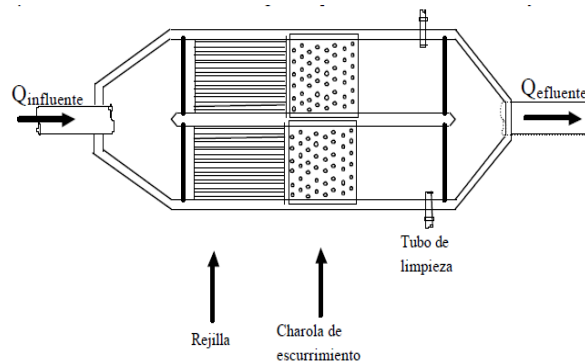


El caudal sirve para conocer el volumen de agua residual que es capaz de soportar una PTAR, además que permite y facilita su diseño para su implementación.

### ➤ REJILLAS

El cribado es la primera unidad de tratamiento de un determinado sistema, la misma que consiste en usar rejillas y haciendo que el agua circule a través de ellas. La abertura entre las cribas va a depender mucho de la dimensión de las partículas en suspensión que se desea retener, para la limpieza de este sistema se lo puede llevar a acabo mecánica o manualmente, para este caso se lo realizará de forma manual y cuyos materiales retenidos serán colocados en la caja perforada que se encuentra por encima de las rejillas facilitando así el proceso de limpieza y permitiendo que el escurrimiento regrese al canal. Cabe mencionar que existen cribas móviles y fijas, siendo el escogido para el presente diseño el sistema de rejillas fijas.

**Ilustración 1. Vista planta de un sistema manual de rejillas con dos cámaras**



**Fuente:** Allende 2001

## DIMENSIONAMIENTO DE REJILLAS

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máximo extraordinario}}$$

**Ecuación 4**

Velocidad = V (m/s) = valor asumido de parámetros de diseño

## ÁREA NECESARIA PARA LAS REJILLAS

$$A = \frac{Q_{\text{max.extr.}}}{V}$$

**Ecuación 5**

$$A = \text{área (m}^2\text{)}$$

## ALTURA DE LAS REJILLAS

$$A = h * W$$

**Ecuación 6**

Dónde:

A= Área (m<sup>2</sup>)

h= Altura (m)

W=ancho del canal (este valor nos da los parámetros de diseño) (m)

Despejando tenemos:

$$h = \frac{A}{W}$$

**Ecuación 7**

Asumimos una altura de seguridad

Entonces para obtener la altura total (H) sumamos h + la altura de seguridad:

## LONGITUD DE LAS VARILLAS

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{H}{L}$$

**Ecuación 8**

$$L = \frac{H}{\text{sen } 60}$$

**Ecuación 9**

## NÚMERO DE VARILLAS

$$\# \text{ De varillas} = \frac{W}{s+e}$$

**Ecuación 10**

Dónde:

W=ancho del canal

S = ancho de la varilla

e = separación entre varillas

Con la aplicación de este método se reducen los sólidos suspendidos de diversos tamaños que trae consigo el efluente, además de esto se logra evitar el taponamiento de los conductos, se protegen los equipos y por último entre lo más importante se reduce al mínimo la absorción del elemento oxígeno.

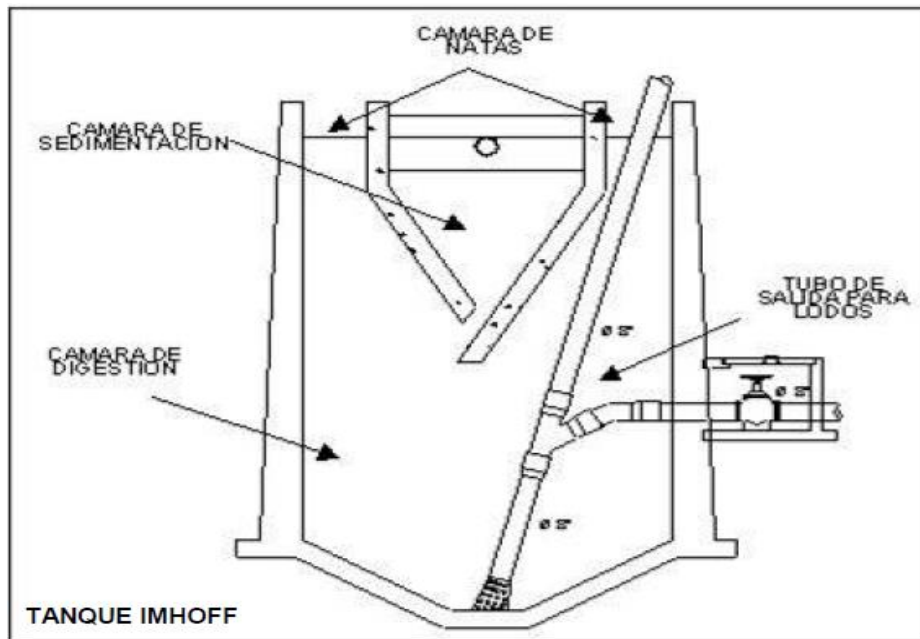
### ➤ SISTEMA DE TRATAMIENTO IMHOFF

Es un tratamiento primario cuyo objetivo es la remoción de sólidos en suspensión, en él se acopla el proceso de sedimentación de donde los sólidos sedimentables resbalan por las paredes inclinadas de la cámara que lleva su mismo nombre y la digestión de los lodos que se han sedimentado en la misma unidad. Las partículas ascendentes es decir los gases producidos en la digestión se desvían a la zona de ventilación.

Los lodos que se van acumulando en la cámara de digestión se retiran de forma periódica, los mismos que son trasladados a los lechos de secado donde la humedad que presenta este material será filtrado, finalmente al paso de cierto tiempo este lodo puede ser utilizado como bioabono.

Estos tanques son de operación simple ya que no requieren sistemas mecánicos; no obstante, previamente es necesario que el efluente pase por el cribado como tratamiento preliminar, son rectangulares y pueden alcanzar profundidades de hasta 11 metros, un tanque imhoff presenta una cámara de sedimentación, otra de digestión de lodos y por último el área de ventilación y acumulación de natas.

**Ilustración 2. Diagrama de tanque Imhoff.**



Fuente: OPS/CEPIS/05.

### PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF

- **Cámara de sedimentación:** Unidad donde se logra la remoción de gran parte de los sólidos sedimentables.
- **Carga superficial:** Caudal o fluido, de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ( $m^3/m^2$  día). Kg DBO/ (hab\*día).
- **Tiempo de retención hidráulica:** Es el tiempo que permanece el agua residual, en un proceso unitario determinado.
- **Zona de ventilación de gases:** Zona destinada para la evacuación de los distintos gases productos de la digestión.
- **Cámara de digestión:** Lugar de almacenamiento de los lodos y donde se produce la biodigestión.

### DIMENSIONAMIENTO

#### ÁREA SUPERFICIAL

$$A_s = \frac{Q_{diseño}}{C_s}$$

## Ecuación 11

Dónde:

$Q_{diseño}$  = Caudal Diseño

$C_s$  = Carga Superficial

$A_s$  = Área Superficial

### LADO DEL TANQUE

$$A_s = B * L$$

## Ecuación 12

Dónde:

$L$  = Longitud (m)

$B$  = ancho (asumido en metros)

### VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN

$$V_l = \frac{L}{Trh}$$

## Ecuación 13

Dónde:

$V_l$  = Velocidad de Sedimentación

$L$  = lado (m)

$Trh$  = Tiempo de Retención hidráulico en minutos.

### VOLÚMEN DEL SEDIMENTADOR

$$V = Q * Trh$$

## Ecuación 14

Dónde:

$Q$  = Caudal

$V$  = Volumen del sedimentador.

$Trh$  = Tiempo de Retención hidráulico en minutos.

## ÁREA TRANSVERSAL

$$At = \frac{V}{L}$$

**Ecuación 15**

Dónde:

At= Área Transversal

L = Longitud (m)

L = Longitud (m)

## ALTURA DE LA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN(C)

$$C = \frac{At - \frac{B^2}{4 \operatorname{tg} \alpha}}{B}$$

**Ecuación 16**

## INCLINACIÓN DE LA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN (d):

$$d = \frac{2 * (At - (B * C))}{B}$$

**Ecuación 17**

## VOLUMEN DEL DIGESTOR (Vd):

$$Vd = P * D \text{ lodos}$$

**Ecuación 18**

Dónde:

P = Población

Dlodos = dotación de lodos

Dimensiones adicionales:

a =Ancho para Salida de Gases, valor asumido

e = Altura de la Zona Neutra,valor asumido

i = altura de seguridad

Por lo general este sistema se aplica para pequeñas poblaciones y en los casos en los que no se requiere de un mantenimiento costoso de la planta de tratamientos.

➤ **ERAS DE SECADO**

Es el método utilizado para reducir la humedad de los lodos de forma natural. Por lo general son de forma rectangular, poco profundos, presentan fondos porosos que son colocados sobre un sistema de drenaje, la capa de lodo que se aplica sobre la arena y la grava de la era de secado oscila entre los 20 y 40cm de espesor, se lo deja secar al aire libre gracias a la acción del viento y sobre todo del calor, principio conocido como evaporación.

Por lo explicado hasta el momento podemos darnos cuenta que las eras de secado no son nada más y nada menos que filtros de arena.

**Tabla 6.** Ventajas y Desventajas de las Eras de Secado

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Costo bajo si hay terreno disponible	Diseño empírico que no permite análisis económico certero.
No requiere operación especial	Requiere de Lodo estable
Consumo de energía bajo	Sensible a cambios del clima
Poco sensible a cambios en las características del lodos	Visible
Consumo de químicos bajo, contenido alto de sólidos en la pasta.	Requiere de mano de obra para remoción del lodo.

**Fuente:** Información adaptada de Cargua Elena ( tesis)

**DIMENSIONAMIENTO DE ERAS DE SECADO**

- **Carga orgánica:** Es el producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en (kg/d).

Es decir la contribución per cápita (por cada habitante), y está determinada por la caracterización del agua residual.

## CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

$$C = \frac{P * Cont. * 1 \text{ Kg}}{1000g}$$

**Ecuación 19**

Dónde:

C = Cantidad de Sólidos Suspendidos en KgSS/día

P = Población

Cont = Cantidad de Sólidos Suspendidos en gSS/día

**MASA DE SÓLIDOS(Msd):**

$$Msd = (0,5 * 0,5 * 0,7 * C) + (0,5 * 0,3 * C)$$

**Ecuación 20**

**VOLUMEN DIARIO DE LODOS DIGESTIVOS(Vld)**

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} \left( \frac{\% \text{ sólidos}}{100} \right)} = (\text{L/día})$$

**Ecuación 21**

Dónde:

$\rho_{lodo}$  = densidad del lodo en kg/L

% sólidos = % sólidos

**VOLUMEN DE LODOS A EXTRAERSE DESDE LA CÁMARA DE DIGESTIÓN (Vel):**

$$Vel = \frac{Vld * Tr}{1000}$$

**Ecuación 22**

Dónde:

Tr = Tiempo de Retención del lodo en la era de secado (días)



### ÁREA DEL LECHO DE SECADO (Als):

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

**Ecuación 23**

Dónde:

Ha = valor asumido en m

Vel = Volumen de Lodos a extraerse desde la cámara de digestión.

**LARGO (L) Y ANCHO (B)**, en metros

$$A = B * L$$

**Ecuación 24**

Se aplica en todas aquellas plantas de tratamientos en los que se requiere de una mínima atención para su operación, reduciendo de esta manera los costos.

#### ➤ **FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**

Es un componente que puede o no ser adecuado a un sistema de tratamiento, su función es la de reducir la carga contaminante, aquí el agua residual es dirigida hacia el filtro a través de su fondo, el mismo que es construido de manera tal que permita distribuir el flujo uniformemente en toda su sección.

El agua residual circula por medio de un cuerpo que es poroso, lo cual lo lleva al contacto con la fina biopelícula de microorganismos que se encuentran adheridos a la superficie de la grava presente en el sistema de tratamiento, para una mejor eficiencia se recomienda que la grava, carboncillo o piedra quebrada sea de dos o tres dimensiones diferentes, su rango varía de 12 hasta 55 mm de diámetro.

La remoción de DBO y sólidos en suspensión puede llegar entre el 85% a 90% pero su rango normal oscila dentro del 50% y 80%, todo esto depende esencialmente de las condiciones climáticas donde se adecúe el sistema, por ejemplo: en la región costa se pueden llegar a obtener los primeros valores de eficiencia ya que a más temperatura la acción metabólica de los microorganismos es mayor.

## **DIMENSIONAMIENTO**

### **VOLUMEN ÚTIL (V):**

$$V = 1,60 * N * C * TDH$$

**Ecuación 25**

Dónde:

N = Número de habitantes

C = Contribución

TDH = Tiempo de Retención Hidráulica

### **ÁREA HORIZONTAL (A):**

$$A = \frac{V}{H}$$

**Ecuación 26**

Dónde:

H = Altura en metros

V= Volumen Útil

### **LARGO (L) Y ANCHO (B) DELFAFA**

$$A = B * L$$

**Ecuación 27**

Este sistema se aplica para pequeñas poblaciones y en los lugares donde las condiciones de terreno sean las más idóneas, todo esto con la finalidad de prevenir filtraciones al sistema de tratamiento.

#### **➤ SISTEMA DE AIREACIÓN POR CASCADAS (GRADAS).**

Es un método económico siempre y cuando se disponga de espacio físico y que las condiciones hidráulicas así lo permitan, su objetivo primordial es el de aumentar el oxígeno disuelto en el agua, en este sistema lo que se requiere es crear una turbulencia en el descenso de una fina película de agua residual por una serie de gradas o escalones

de hormigón, su rendimiento va a depender de la cantidad inicial de oxígeno disuelto, de la temperatura de efluente y del nivel de oxígeno disuelto al que se quiere llegar, en la siguiente tabla se muestran los parámetros de diseño.

## **DIMENSIONAMIENTO**

### **DÉFICIT DE OXÍGENO(R)**

$$R = \frac{c_s - c_o}{c_s - c}$$

**Ecuación 28**

### **ALTURA DE LA CASCADA(H)**

$$H = \frac{R-1}{0,361ab (1+0,046 T)}$$

**Ecuación 29**

Dónde:

T = 15° Temperatura Ambiente

a y b = son valores asumidos

### **DIMENSIONES DE LA GRADA**

a y b son valores asumidos

$$c^2 = a^2 + b^2$$

**Ecuación 30**

### **NÚMERO DE GRADAS:**

$$\# \text{ De gradas} = \frac{H}{c}$$

**Ecuación 31**

Dónde:

H = Altura de Cascada.

Se requiere su aplicación en todas aquellas plantas de tratamientos en las que la concentración del oxígeno disuelto en el agua de descarga aún no ha alcanzado los niveles deseados.

## **CAPITULO II**

### **2. MÉTODOS Y MATERIALES**

#### **2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

##### **2.1.1. MÉTODOS**

###### **➤ PLAN DE MUESTREO**

Este muestreo se lo realizó en dos etapas; considerando los niveles de producción de acuerdo a las estaciones del año invierno y verano, para disminuir el error se adicionó tres muestreos más, los cuales se los consideró como muestreos compuestos debido a las etapas de elaboración y producción de la fábrica, obteniendo así cinco días de muestreo y por tanto cinco muestras para ser analizadas, conjunto a esto se tomó una sola muestra de suero equivalente a un litro en un envase de vidrio (y que se la considera como una muestra puntual) cada una con su respectiva rotulación y preservación en hielo como las otras muestras.

Para los 6 litros de la muestra final se tomaron en cuenta en cada una de las alícuotas las cifras obtenidas de los cálculos con un mínimo de 3 decimales, con la finalidad de obtener el valor en mililitros. Estableciendo así una mayor precisión en las alícuotas para los volúmenes deseados, en cada una de las muestras se utilizó pipetas volumétricas, para la pipeta y probetas.

Por último cabe mencionar que el monitoreo de los 5 días se lo realizó permanentemente todo el tiempo en que duró las operaciones de producción y mantenimiento, es decir, que toda el agua residual se la recolectaba en baldes plásticos de 70 litros de capacidad, y de cada balde se sacaba una sub muestra de 500 mililitros, de 250 mililitros ó de 1 litro; estas sub muestras la almacenábamos temporalmente en otros recipientes separados de los demás, bajo sombra y en un lugar donde la temperatura no afecte a la descomposición del agua residual.

Como podemos entender las sub muestras se lo realizaba proporcionalmente al volumen de agua residual, con la finalidad de obtener una muestra final de cada proceso lo más

representativamente posible. Al final del día se realizaban los cálculos para conocer el agua obtenida de cada proceso, sacar los porcentajes y el volumen de agua residual de cada proceso que nos represente la muestra final de 6 litros.

Además para garantizar la calidad del muestreo en todo momento se utilizó ropa adecuada como manda las normas de muestreo, como lo es el uso de mandil, gorros, mascarilla y sobre guantes (que los cambiábamos a cada instante que el mismo ya se encontraba deteriorado o roto, para cuidar nuestra salud y por ende la calidad de la muestra y evitar así una contaminación cruzada de la muestra), cada día antes de empezar los monitoreos se lavaban los baldes plásticos y todos los materiales que se usaban para el fin, pese a que el día que se culminaba el monitoreo también se realizaba este lavado. Por último como podemos darnos cuenta mencionar que en todo momento se veló por obtener una muestra de calidad que represente el grado real de contaminación de las aguas residuales de la empresa.

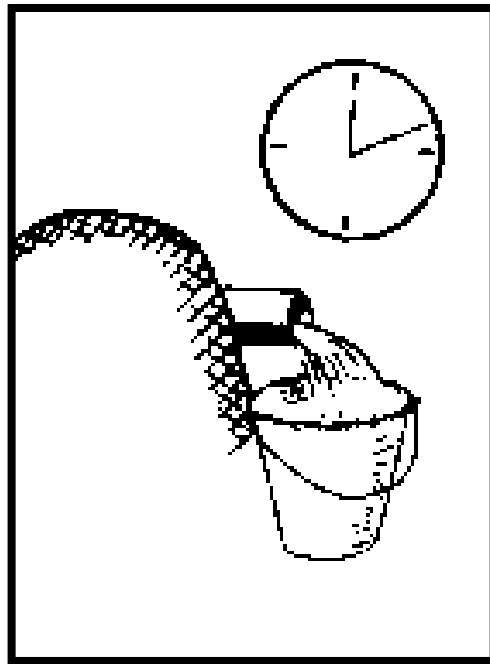
#### ➤ **MEDICIÓN DE CAUDAL**

##### ***Método Volumétrico***

De acuerdo a las características de la caja de revisión donde se receiptan las aguas residuales del área de estudio se empleó el método volumétrico, el mismo que se realizó de forma manual y se requirió de un cronómetro y recipientes graduados. Dicho procedimiento consistió en recolectar un volumen de muestra (V) y medir el tiempo transcurrido (t) entre el comienzo de la recolección y el retiro del recipiente desde el flujo.

La relación entre estas dos medidas nos permitió determinar el caudal (Q) en ese período. Dado que ambas mediciones, V y t son simultáneas, se mantuvo el especial cuidado de ser rigurosos en esta operación. El caudal se calculó como  $Q = V/t$  y que normalmente se expresa en L/s. Este método es muy confiable, debido a que el punto donde se realizó el aforo facilitaba la recolección de toda el agua de descarga (durante el tiempo t) en el receptáculo, todo esto gracias a su caída libre desde la tubería.

**Ilustración 3. Método Volumétrico.**



**Fuente:** Aforo-volumétrico.

## 2.1.2. TÉCNICAS

### ➤ TÉCNICA PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA RESIDUAL.

**Tabla 7.** Técnicas para la caracterización de Aguas

PARÁMETRO	MÉTODO / NORMA	RESUMEN DEL MÉTODO
Aceites y Grasas (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/42APHA 5520 C	<p>Los aceites y grasas viscosas presentes, así como los sólidos son separados por filtración de la muestra líquida acidificada, mientras los jabones metálicos son hidrolizados por la acidificación. Una vez separados de la solución, en el material retenido en el filtro se realiza una extracción en un equipo SOXHLT, utilizando como solvente éter de petróleo.</p> <p>La ganancia de peso en el frasco de extracción luego de evaporado el solvente corresponde al contenido de aceites y grasas presentes en la muestra.</p>
Color real	PEE/LAB-CESTTA/61APHA 2120 C	<p>El color se determina mediante comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de soluciones coloreadas. La comparación también puede realizarse con discos especiales de cristal de color, adecuadamente calibrados.</p> <p>El método patrón de medida de color es el de cobalto – platino, siendo la unidad de color el producido por 1 mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato. El índice cobalto – platino puede variarse para equipar tonalidades en casos especiales.</p>



Coliformes Fecales (UFC/mL)	PEE/LAB- CESTTA/48APHA9222 D, 9221	El principio de esta técnica consiste en la filtración de un volumen medio de muestra a través de una membrana de nitrato de celulosa y su incubación en un medio de cultivo selectivo a 44,5 °C. Este medio selectivo y la temperatura de incubación disminuyen el desarrollo de bacterias no Coliformes que afectarían negativamente el crecimiento de los Coliformes fecales.
pH	PEE/LAB-CESTTA/05APHA 4500H <sup>+</sup>	El método consiste en la determinación de la actividad de los iones Hidrógeno por medidas potenciométricas usando un electrodo combinado o un electrodo estándar de hidrógeno de vidrio con un electrodo de referencia
DBO(5) (mg/L)	PEE/LAB- CESTTA/46APHA5210 B	La muestra o una dilución adecuada de la misma, es incubada por 5 días a 20°C en la oscuridad. Se mide la concentración de oxígeno disuelto antes y después de la incubación, el consumo de oxígeno corresponde a la Demanda Bioquímica de Oxígeno.
DQO (mg/L)	PEE/LAB- CESTTA/09APHA5220 D	La muestra se oxida con una cantidad conocida de dicromato de potasio en exceso, en medio ácido y con catalizadores. El dicromato de potasio remanente es determinado espectrofotométricamente a 600 nm.
Sólidos Sedimentables (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/56APHA 2540 D	Verter en el canal imhoff 1000 mL d muestra perfectamente mezclada. Dejar sedimentar y leer el volumen de sedimento a los 10 minutos en la escala.
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	PEE/LAB- CESTTA/13APHA2540 D	Son los materiales retenidos por un filtro estándar de fibra de vidrio y secados 103-105 °C.
Sólidos Totales (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/10APHA 2540 B	Son los residuos resultantes luego de la evaporación y secado de la muestra en una estufa a 103-105°C.

Fósforo (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/81N4500-P	El análisis de fósforo incluye dos pasos generales en los métodos: a) conversión de la forma fosforada en ortofosfato disuelto, b) determinación colorimétrica del ortofosfato disuelto. La filtración a través de un filtro de membrana de 0,45 um de diámetro del poro separado de las formas disueltas del fósforo de las suspendidas, es una técnica analítica cómoda y repetible destinada a conseguir una separación <i>grossa modo</i> , la cual después de una serie de procedimientos permite leer la muestra en el espectrofotómetro de UV.
Nitritos (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/17APHA4500-NO <sub>2</sub> -B	El nitrito se determina por la formación de un colorante azo purpura rojizo, produciendo a un pH 2,0 a 2,5 por acoplamiento de sulfanilamida diazotizada con diclorohidrato de N-(1-naftil)-etilendiamina (diclorohidrato de NED).
Nitratos (mg/L)	PEE/LAB-CESTTA/16APHA4500-NO <sub>3</sub> -E	Preparar soluciones estándares de nitrato entre un rango de 0 y 7 mg/L por dilución de la solución intermedia de nitrato, medir la absorbancia de los estándares a 220 y 275 nm contra un blanco de agua. La muestra debe ser clara, si es necesario filtrarla.

**Fuente:** AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18<sup>th</sup> Edition. Washington DC, APHA, AWWA,WWCF,1992.

La caracterización de las aguas residuales se fundamenta en los análisis de las aguas residuales que fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB – CESTTA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el laboratorio utiliza los métodos descritos en las normas: APHA/AWWA/Standard Methods (N° 5540C); APHA (5520C, 5210B, 5220D, 4500P, 4500 H+, 2540D, 2540B, 4500 S, 9222, 9221).

➤ **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Con el fin de conocer los diferentes impactos ambientales generados en los procesos de producción de la fábrica se realizó la identificación y evaluación ambiental a través de la aplicación de la Matriz modificada de Leopold, donde se identifica el grado de impacto.

*a. Calificación de la Matriz*

Para identificar cada uno de los diferentes impactos que la fábrica presenta, se utilizó la matriz de Leopold, siendo esta una herramienta muy eficaz, en cuanto a identificar las acciones más reveladoras. Por proceso se evaluó la magnitud del efecto sobre las características y condiciones ambientales que conforman en el eje vertical. Se ubicó una barra diagonal (/) en cada casilla que se espera una interacción significativa. Una vez evaluadas se considera las casillas más significativas que han sido marcadas, y se colocó un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla la misma que indica la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). De igual manera se ubica un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha la cual permite identificar la importancia relativa de los efectos. Los diferentes valores de magnitud e importancia que se fijan a los impactos reconocidos son valores establecidos por Leopold; estos se indican en las siguientes tablas:

**Tabla 8.** Valoración de la magnitud para la matriz de Leopold MAGNITUD

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>AFECTACIÓN</b>
<b>1</b>	Baja	Baja
<b>2</b>	Baja	Media
<b>3</b>	Baja	Alta
<b>4</b>	Media	Baja
<b>5</b>	Media	Media
<b>6</b>	Media	Alta
<b>7</b>	Alta	Baja
<b>8</b>	Alta	Media
<b>9</b>	Alta	Alta
<b>10</b>	Muy Alta	Alta

**Fuente:** CONESA FDEZ-VITORA, V.1995. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.

#### ➤ **TOPOGRÁFICOS**

Para obtener las características topográficas del terreno donde se ubicó la planta de tratamiento de aguas residuales, primeramente se realizó una georeferencia con un GPS TRIMBLE R8 en coordenadas UTM ( E N Z) con un sistema WGS84, para su posterior levantamiento topográfico a detalle se utilizó una estación total TRIMBLE S3 con una precisión de dos segundos, que fue ubicada a 769847Longitud Este, 9844091 Latitud Norte, a 3510 msnm; se tomaron 20 puntos de detalle en el perímetro del predio y un punto topográfico de referencia, con las coordenadas obtenidas de cada uno de los puntos se realizó el plano en AUTOCAD.

#### ➤ **DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Se realiza el estudio técnico del espacio en el cual se va a construir la planta de tratamiento de aguas residuales, el mismo que consiste en establecer las condiciones del terreno; su topografía, morfología y geomorfología, permitiendo determinar la factibilidad de construcción en dicho punto. De igual manera se analiza las diferentes condiciones ambientales del lugar como la temperatura, humedad y dirección del viento, con el conocimiento de estos parámetros se fundamenta las condiciones de la planta en cuanto a los procesos de depuración de las aguas residuales.

Los datos de la investigación de campo que se determinó de acuerdo a la capacidad de producción de la fábrica fueron los caudales medio, diseño, máximo y mínimo, con estos valores se establece el volumen de agua residual de cada procesos de producción para obtener la muestra compuesta.

Se realiza un análisis de las características físico – químicas y microbiológicas del agua residual; y de los requerimientos de calidad para descargas según la Normativa Ambiental aplicable; conociendo todo esto se proponen los sistemas de tratamientos más adecuados.

En cuanto al diseño de las unidades de tratamiento se utiliza los criterios y ecuaciones sugeridas en: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. Décima Parte (X) República del Ecuador. Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.1992, Norma Técnica RAS 2000, Títulos E, B; así como la Norma OS.90 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, la Guía para el diseño de tanque séptico, tanque Imhoff y laguna de Estabilización. OPS/CEPIS/ Lima – Perú. 2005. Guía para el Diseño Desarenadores y Sedimentadores., OPS/CEPIS/Lima – Perú 2005

#### ➤ **ELABORACIÓN DE PLANOS**

Para la elaboración de los planos se manejó herramientas informáticas acorde a las exigencias técnicas para el diseño de la PTAR, concretamente el software AUTOCAD, utilizando escalas de 1:1000, 1:400, 1:50 y 1:25.

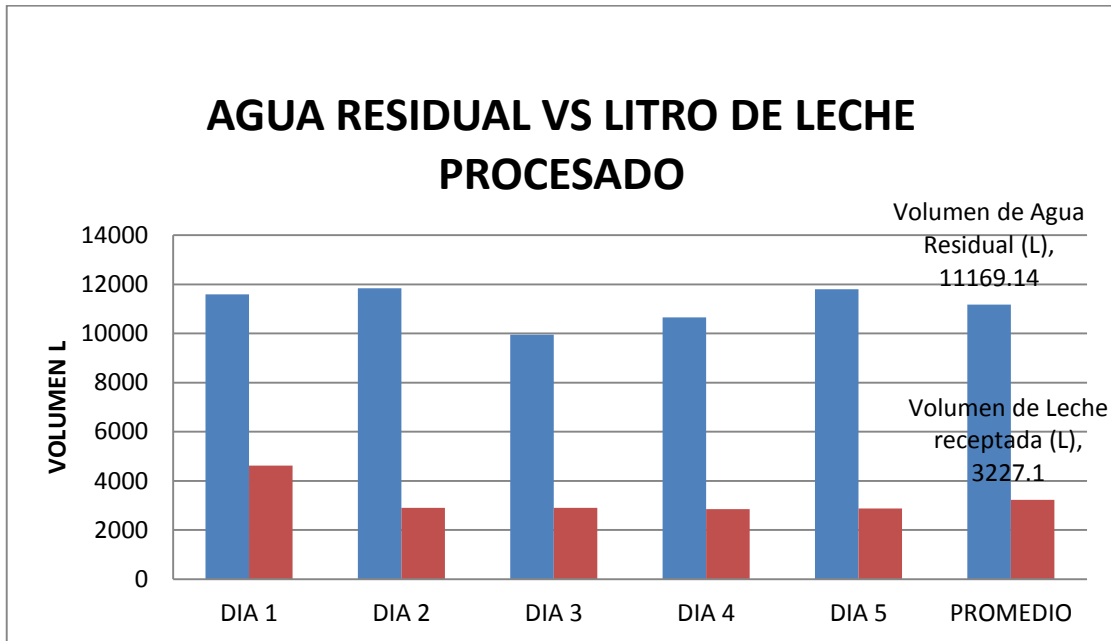
#### ➤ **DATOS EXPERIMENTALES**

**Tabla 9.** Lectura de Caudales por litro de leche procesada

<b>DÍAS</b>	<b>Volumen de Agua Residual (L)</b>	<b>Volumen de leche receptada (L)</b>
1	11595,7	4617
2	11845	2893,5
3	9955	2906
4	10655	2851
5	11795	2868
<b>PROMEDIO</b>	11169,14	3227,1

**Fuente:** Hernández, W. y Vásconez, F. (2013).

$V_{\text{agua residual}} = 11169,14 \text{ L de agua residual} / 3227,1 \text{ L de leche receptada.}$



**Fuente:** Hernández, W. y Vásquez, F. (2013).

## 2.2. MATERIALES

<b>MATERIALES DE MUESTREO</b>
Manguera de 2"
Tinas Plásticas
Baldes plásticos de 12 y 70 litros
Guantes estériles
Cronómetro
Envase (6L)
Envases de Vidrio (ámbar) y plástico (1L)
Envases de plástico estéril (200mL)
Probeta (500mL)
Pipeta volumétricas
Pera para pipeta
Marcadores para rotular las muestras
Cinta adhesiva
Sistema de refrigeración (hielo) para mantención y traslado de muestras
Cooler para disposición de las muestras en terreno y traslado al laboratorio

<b>EQUIPOS DE CAMPO</b>
Flexómetro
Cuaderno de apuntes
Cámara Fotográfica
GPS
Estación meteorológica portátil
Mira topográfica
Equipo de protección personal

## CAPÍTULO III

### 3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

#### 3.1. CÁLCULOS

##### 3.1.1. CAUDAL DISEÑO: VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL MÁXIMO A SOPORTAR POR LA PTAR

Una vez realizado el muestreo de aguas como se explica en el apartado 2.1.1. Literal a, obtenemos el caudal real por día de elaboración. Una vez obtenido este valor lo relacionamos con los litros de leche que se recibió en cada día de monitoreo, para así poder sacar la relación de agua residual por litro de leche receptada.

De la misma forma que el ítem anterior con la finalidad de proyectar este volumen de agua residual a futuro lo que se realizó es un promedio de los litros de leche procesados en esos 5 días de monitoreo obteniendo:

$$V_{\text{leche}} = 3227,1 \text{ L}$$

Obteniendo estos dos promedios realizaremos la respectiva proyección, conociendo que la capacidad máxima de leche que a futuro la Empresa procesaría será de 10367 L

$$Q = \frac{11,169 \text{ m}^3}{3227,1 \text{ L de leche receptada}} * 10367 \text{ L de leche que se receptara}$$

$$Q = 35,88 \text{ m}^3$$

Por criterios técnicos para el dimensionamiento de la PTAR se suma el 20% del caudal obtenido llegando al siguiente volumen:

$$V_{\text{agua residual}} = 35,88 * 1.2 = 43,05 \text{ m}^3$$

Finalmente a este volumen sumaremos los 15 m<sup>3</sup> de agua del sistema de Recirculación que la Quesera “El Salinerito” dispone (este sistema de recirculación se lo aplica para el enfriamiento de la leche en el proceso de pasteurización). Es importante mencionar que



está agua residual será eliminada cada 3 meses o cuando esta pierda sus características de calidad, por ello la PTAR debe ser capaz de soportar todos estos volúmenes de agua y que con ello no colapse el sistema de Tratamiento de la Empresa, para tal motivo entonces obtenemos el Volumen final que soportaría la Planta de Tratamientos:

$$V_{\text{agua residual}} = 43,05 + 15$$

$$V_{\text{agua residual}} = 58,05 \text{ m}^3$$

Por decisión técnica este valor es aproximado:

$$V_{\text{agua residual}} = 59 \text{ m}^3/\text{día}$$

### 3.1.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PTAR

DBO del Agua Residual	:	2800 mg/L
Volumen Total de Agua Residual	:	18 m <sup>3</sup>
DBO del Suero	:	30520 mg/L
Volumen de Suero	:	0,61142 m <sup>3</sup>

$$\frac{(\text{DBO del Agua Residual} * \text{Volumen Total de Agua Residual}) - (\text{DBO del Suero} * \text{Volumen de Suero})}{\text{Volumen Total de Agua Residual}}$$

$$\frac{(2800 * 18) - (30520 * 0,61142)}{18} = 1763,3 \text{ mg/L}$$

El valor obtenido es la concentración de agua residual que manejamos para el dimensionamiento de la Planta de Tratamiento. Por precaución; por margen de error y por decisión técnica aproximaremos este valor redondeándolo a 1800 mg/L

$$1763,3 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 1800 \text{ mg/L}$$

### 3.1.3. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL

**Tabla 10.** MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA QUESERA EL SALINERITO

ACTIVIDADES		PREPROCESO				PROCESO						POSTPROCESO	MEDIA PARCIAL	
IMPACTOS POTENCIALES		Ubicación de la planta	Separación de redes	Operación de pre tratamiento	Ubicación de descargas al ambiente	Transporte de la leche	Recepción	Tamizado	Pasteurización	Elaboración del queso	Embrucado y Refrigerado del queso	Lavado del equipo		
COMPONENTE AMBIENTAL	ABIÓTICO	Agua de consumo	10	10	10	9	7	9	7	9		9	8	9
			MaA	MaA	MaA	AA	AB	AA	AB	AA		AA	AM	
		Agua residual	7	7	7	8	7	5	8	7		9	8	7
			AB	AB	AB	AM	AB	MM	AM	AB		AA	AM	
		Calidad del aire	7		7	9	7	8	1	9			9	8
			AB		AB	AA	AB	AM	BB	AA			AA	
		Ruido	8		8	9		9				9	9	9
			AM		AM	AA		AA				AA	AA	
	Residuos sólidos	10										9	9	
		MaA										AA		
	Olor	10										9	9	
		MaA										AA		
	BIÓTICO	Flora	7		3		7						9	7
			AB		BA		AB						AA	
Fauna		7		3								9	6	
		AB		BA								AA		

SOCIAL	Generación de empleo	3		1	1	1	1	1	1	1	1	6	2	
		BA		BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	MA		
	Uso del suelo	10		3	7								9	7
		MaA		BA	AB								AA	
	Modificación del paisaje	10											8	8
		MaA											AM	
	<b>MEDIA GLOBAL</b>													<b>6</b>

**Fuente:** Hernández, W. y Vásquez, F. (2013).

### 3.1.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUASRESIDUALES

#### ➤ REJILLAS

Utilizando la **Ecuación 4** calculamos Q:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máximo extraordinario}}$$
$$Q_{\text{diseño}} = 0,001820988 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad = V (m/s) = 0,6 (valor asumido de parámetros de diseño)

Con la **Ecuación 5** se obtiene el área necesaria para las rejillas (A):

$$A = \frac{Q_{\text{max.extr.}}}{V}$$
$$A = \frac{0,00182}{0,6} = 0,003034 \text{ m}^2$$

Para la altura de las rejillas (h) se determina con la **Ecuación 6**:

$$A = h * W$$

Despejando tenemos la **Ecuación 7**:

$$h = \frac{A}{W}$$
$$h = \frac{0,003034}{0,259} = 0,0117 \text{ m}$$

Asumimos una altura de seguridad de: 0,15 m

Entonces para obtener la altura total (H) sumamos h + la altura de seguridad:

$$H = 0,0117\text{m} + 0,15\text{m} = 0,1617\text{m}$$

Longitud de las varillas con la **Ecuación 8 y Ecuación 9**

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{H}{L}$$

$$L = \frac{H}{\text{sen } 60} = \frac{0,1617}{0,866} = 0,1867\text{m}$$

Para el número de varillas la **Ecuación 10**:

Dónde:

$$W = 25,9 \text{ cm}$$

$$S = 1 \text{ cm}$$

$$e = 1,5 \text{ cm}$$

$$\# \text{ De varillas} = \frac{W}{s+e}$$

$$\# \text{ De varillas} = \frac{25,9}{1+1,5} = 10,36 = 11 \text{ varillas (aproximado)}$$

### ➤ **REGLETA**

Determinamos la velocidad con la **Ecuación 2**

De acuerdo a la fórmula de Manning. En ella el coeficiente C se calcula así:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

Sustituimos C en la fórmula de velocidad:

$$v(m/seg) = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

El **parámetro de rugosidad de Manning “n”** su valor para material de concreto es n = 0.013

Determinamos el Radio Hidráulico:

$$R = \frac{\text{Ancho}}{\text{Profundidad}}$$

$$R = \frac{0,26}{0,0117}$$

$$R = 22,2 \text{ m}$$

Tomamos el valor de velocidad de 0.6 m/s con el que entra en el canal.

$$S = \left( \frac{V * n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^{\frac{1}{2}}$$
$$S = \left( \frac{0,6 * 0,013}{22,2^{\frac{2}{3}}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$S = 0,093 \text{ m}$$

$$\text{Caudal} = \text{Sección} * \text{velocidad}$$

Despejamos Sección:

$$\text{Seccion} = \frac{Q}{\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}}$$

El valor de caudal es de 59 m<sup>3</sup>

$$\text{Seccion} = \frac{59}{\frac{1}{0,013} 22,2 \sqrt{0,093}}$$

$$\text{Seccion} = 0,315 \text{ m}^2$$

Reemplazamos en la formula

$$\text{Caudal} = \text{Sección} * \text{velocidad}$$

$$Q = 0,315 * 0.6$$

$$Q = 0,189 \text{ m}^3$$

### ➤ TANQUE IMHOFF

Calculamos el área superficial:

$$\text{Caudal Diseño} = 59 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Carga Superficial} = C_s = 8 \text{ m}/\text{día}$$

Para el área Superficial se utilizó **Ecuación 11:**

$$A_s = \frac{Q_{\text{diseño}}}{C_s}$$

$$A_s = \frac{59}{8} = 7,375 \text{ m}^2$$

Luego hallamos un lado del tanque con la **Ecuación 12**:

$$L = \frac{A_s}{B} = \frac{7,375}{1,5} = 4,9167 \text{ m}$$

Velocidad de Sedimentación (VI) se obtiene con la **Ecuación 13**:

$$VI = \frac{L}{Trh}$$

$$VI = \frac{4,9167}{240} = 0,020 \text{ m/min}$$

Volumen del sedimentador (V) se calcula con la **Ecuación 14**:

$$V = Q * Trh$$

$$\text{Dónde: } Q = \frac{59}{24} = 2,458 * 4 = 9,83 \text{ m}^3$$

Área transversal (At) con la **Ecuación 15**:

$$At = \frac{V}{L}$$

$$At = \frac{9,83}{4,9167} = 2 \text{ m}^2$$

Para calcular:

Altura de la Cámara de Sedimentación (C) con la **Ecuación 16**:

$$C = \frac{At - \frac{B^2}{4 \text{ tg } \alpha}}{B}$$

Inclinación de la Cámara de Sedimentación (d) con la **Ecuación 17**:

$$d = \frac{2 * (At - (B * C))}{B}$$

$$C = \frac{2 - \frac{1,5}{4 * 1,5}}{1,5} = 0,77m$$

$$d = \frac{2 * (2 - (1,5 * 0,77))}{1,5} = 1,12m$$

Para el cálculo del volumen del Digestor (Vd) empleamos la **Ecuación 18**:

$$Vd = P * Dlodos$$

Dónde:

P = Población = 295 hab equivalente

Dlodos = 0,1 m<sup>3</sup>/hab (dato de tomados de criterios de diseño)

$$Vd = 295 \text{ hab} * 0,1 \text{ hab/día} = 29,5 \text{ m}^3$$

Dimensiones adicionales:

a = 0,6m (valor asumido)

e = 0,5m (valor asumido)

i = 0,5m (valor asumido)

$$h = B + 2a = 1,5m + 2 (0,6m) = 2,7m$$

$$g = \frac{h}{2} * \text{tg } 30^\circ = 0,77m$$

$$f = \frac{Vd - \frac{L * h^2}{12}}{L * h} = 1,99m$$

### ➤ ERAS DE SECADO

Calculamos la cantidad de Sólidos suspendidos con la **Ecuación 19**:

$$C = \frac{P * \text{Cont.} * 1 \text{ Kg}}{1000g}$$

P = Población = 295 hab

Cont = 60 gSS/día; este valor es asumido por bibliografía.

$$C = \frac{295 \text{ hab} * 60 \text{ gSS/día} * 1 \text{ Kg}}{1000g} = 17,7 \text{ KgSS/día}$$



Con la **Ecuación 20** se obtiene la masa de sólidos (Msd):

$$Msd = (0,5 * 0,5 * 0,7 * C) + (0,5 * 0,3 * C)$$

$$Msd = 5,7525 \text{ KgSS/día}$$

El volumen diario de lodos digestivos (L/día) se utiliza la **Ecuación 21**:

$\rho_{\text{lodo}} = 1,2 \text{ kg/L}$  (parámetros de diseño)

% sólidos = 10 (parámetros de diseño)

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{\text{lodo}} \left( \frac{\% \text{ sólidos}}{100} \right)} = (\text{L/día})$$

$$Vld = \frac{5,7525}{1,2 \left( \frac{10}{100} \right)} = 47,93 \text{ L/día}$$

Calculamos con la **Ecuación 21** el volumen de lodos a extraerse desde la cámara de digestión (Vel):

Dónde:

Tr = Para fines del presente diseño se decide estimar un tiempo de 90 días.

$$Vel = \frac{Vld * Tr}{1000}$$

$$Vel = \frac{47,98 * 90}{1000} = 4,3144 \text{ m}^3$$

Luego de ello calculamos el Área del lecho de secado (Als) con la **Ecuación 23**:

Ha = valor asumido de 0,4m

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

$$Als = \frac{4,3144}{0,4} = 10,7859 \text{ m}^2$$

Calculamos las dimensiones de largo (L) y el ancho (B), en metros las dos dimensiones, para lo cual en el diseño asumiremos el valor de 3,28m para el ancho (B), con la **Ecuación 24**:

$$A = B * L$$

$$L = \frac{10,78,6m^2}{3,38m} = 3,28m$$

➤ **FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**

Calculamos el volumen útil (V) con la **Ecuación 25**:

$$V = 1,60 * N * C * TDH$$

N = 295 hab

C = 200 L/hab\*día; valor de parámetros de diseño.

TDH = 0,75 días; valor de parámetros de diseño

$$V = 1,60 * 295 * 200 * 0,75 = 70800 = 70,80m^3$$

Calculamos el área horizontal (A) utilizando la **Ecuación 26**:

H = 1,8m (valor asumido)

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{70,80}{1,8} = 39,33m^2$$

En nuestro diseño se ha planteado la incorporación de 2 filtros, por lo que el área que obtuvimos anteriormente la dividiremos para dos:

$$A_{unitaria} = \frac{39,33}{2} = 19,67 m^2 = \text{redondeando} = 20 m^2$$

De la misma forma para obtener las dimensiones de largo (L) y ancho (B) del filtro asumiremos el valor de ancho (B = 4,1m) mediante la **Ecuación 27**:

$$A = B * L$$

$$L = \frac{20}{4,1} = 4,8 m$$

➤ **AIREACIÓN POR CASCADAS**

**Tabla 11.** Parámetros típicos para diseño de cascadas por oxigenación

Parámetro	Valor
Carga Hidráulica para caudal promedio	1.200-6.200 m <sup>3</sup> /m.d
Carga hidráulica típica para caudal promedio	3.000m <sup>3</sup> /m.d
Altura del escalón	15-30 cm
Altura típica del escalón	20 cm
Longitud del escalón	30 – 60 cm
Longitud típica del escalón	45 cm
Altura de cascada	1.8 – 5 m

**Fuente:** Metcalf, E. (1996).

Para ello primero calcularemos el déficit de oxígeno (R) con la **Ecuación 28:**

$$R = \frac{c_s - c_o}{c_s - c}$$

$$R = \frac{9,73 - 0}{9,73 - 9} = 13,33$$

Posterior a eso calcularemos la altura de la cascada (H); está sería la distancia que deberá recorrer el agua para oxigenarse mediante **Ecuación 29:**

$$H = \frac{R-1}{0,361ab (1+0,046 T)}$$

T = 15° Temperatura Ambiente Salinas de Guaranda

a= 0,8 y b = 1,1 son asumidos

$$H = \frac{13,33 - 1}{0,361(0,8)(1,1) (1+0,046*15)} = 23,03 \text{ m}$$

Calcular el número de Gradadas con la **Ecuación 31:**

$$\# \text{ De gradadas} = \frac{H}{c}$$

Primero vamos a calcular las dimensiones de la grada

a = 0,3m

b = 0,3m

a y b son valores asumidos ya que el ángulo de inclinación es de 45° con la **Ecuación 30**:

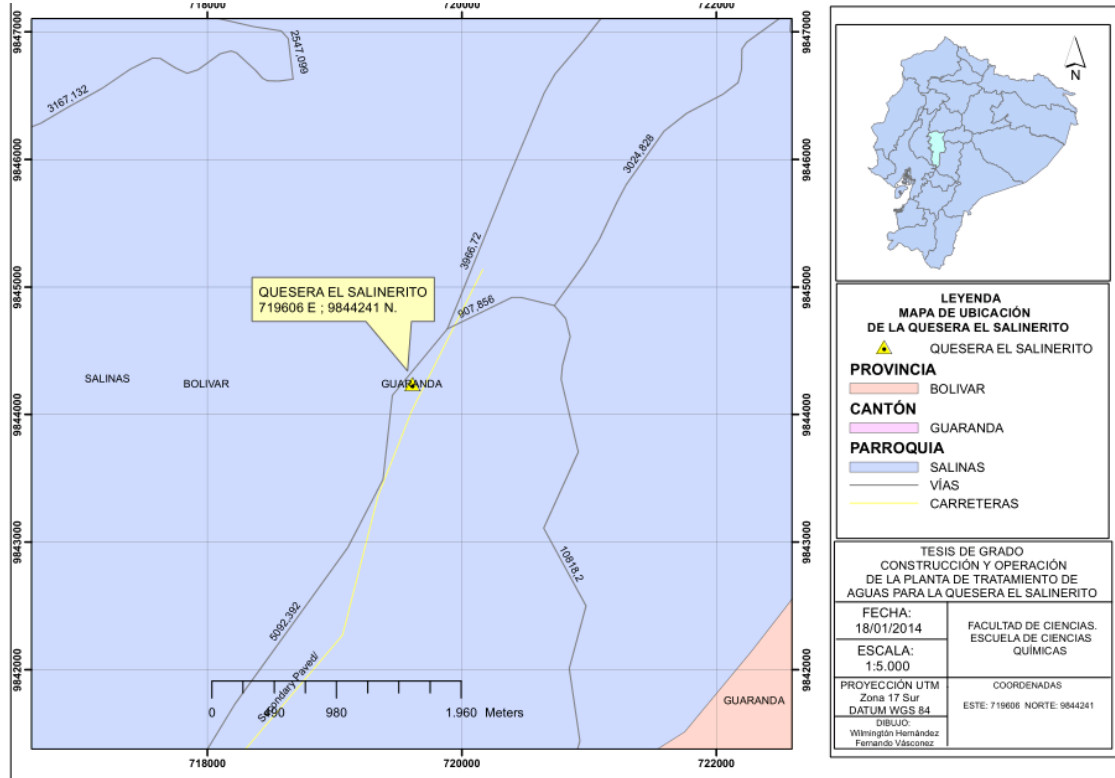
$$c = 0,42\text{m}$$

$$\# \text{ De gradas} = \frac{H}{c} = \frac{23,03}{0,42} = 54,3 = 55 \text{ (redondeado)}$$

## 3.2.RESULTADOS

### 3.2.1. LÍNEA BASE

Mapa de Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.



**Fuente:** Hernández, W. y Vásconez, F. (2013).

La investigación se desarrolló en la Parroquia Salinas que es un pequeño pueblo de la Serranía Ecuatoriana, se ubica en la parte norte de la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, enclavada en las instalaciones de la Cordillera Occidental de los Andes y el ramal de la cordillera de Chimbo. Según el censo de 1.990 la parroquia Salinas contaba con una población aproximada de 10.080 personas lo que representa el 6.54% y 3% del total del cantón Guaranda y de la Provincia de Bolívar respectivamente. 40% son jóvenes menores de 20 años. Las zonas aledañas a la región de estudio son:

Hilandería, Mecánica, Salinas Limpio, Molino de Balanceados, Tejifino, La Texal, fábrica de balones, fábrica de chocolates, entre otras.

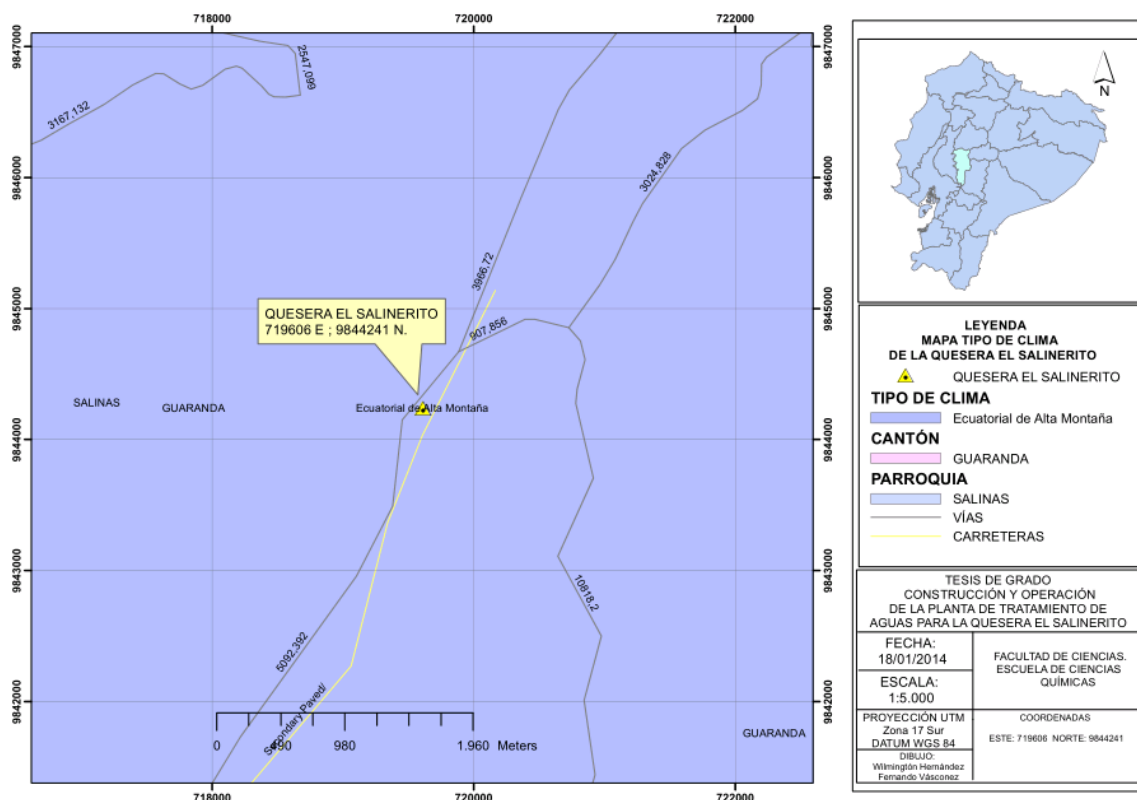
Los centros hospitalarios, cuerpo de policía y el centro de la ciudad, están a menos de 5 minutos en vehículo motorizado. La planta se encuentra en la Parroquia Salinas de la

ciudad de Guaranda provincia de Bolívar a 1 km antes de llegar al pueblo de donde se desprende una vía lastrada de 300 metros que llega hasta las instalaciones de la Quesera, misma que se encuentra en condiciones aceptables. El área de construcción total es de 300 m<sup>2</sup> y no existe una distancia considerable hacia el centro poblado más cercano; el crecimiento poblacional de Salinas se orienta hacia las cercanías de la planta.

### 3.2.1.1. COMPONENTES FÍSICOS DEL PROYECTO

#### a. Climatología

**Mapa de Climatología de la Zona de ejecución del proyecto.**



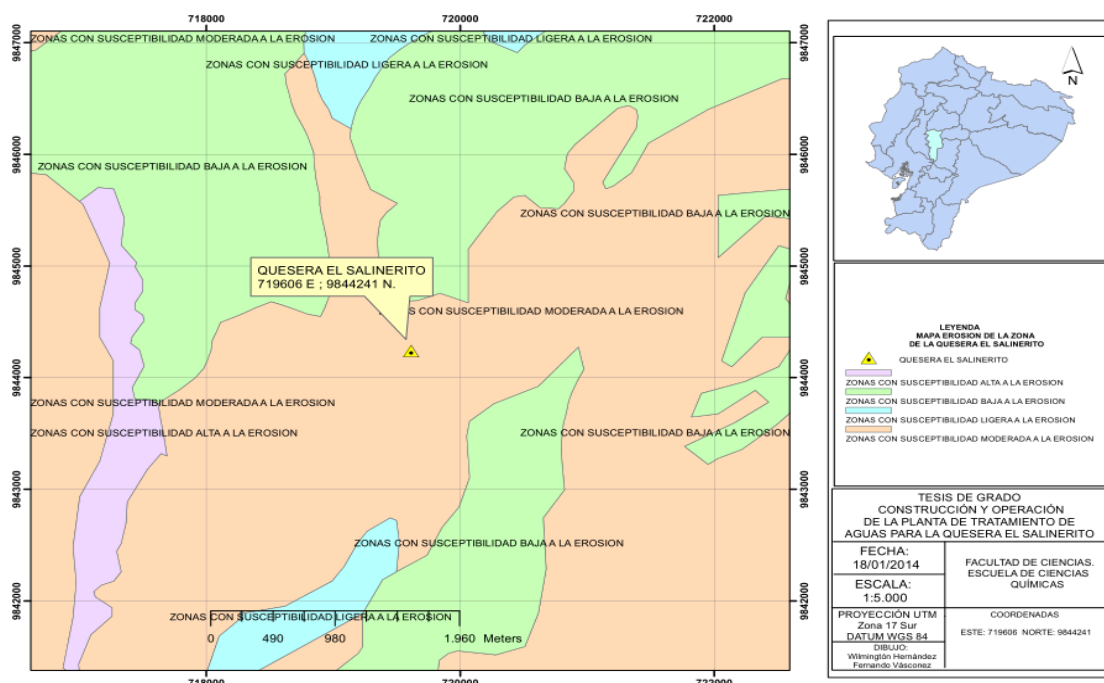
**Fuente:** Hernández, W. y Vásquez, F. (2013).

El espacio geográfico incluye zonas de páramo que van desde los 60 msnm (subtrópico), hasta los 4200 (paramo), el espacio geográfico incluye zonas de paramo ceja de montaña valle andino y subtrópico , en los que la vegetación y los cultivos varían de acuerdo a la altitud y el clima, su temperatura promedio es de 10° C. Dispone de uno de los principales sitios de producción de sal en la sierra Ecuatoriana en el centro

de una amplia zona, ubicada en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos (Se extiende desde los 4.200 metros hacia los 600 msnm. Las precipitaciones anuales registran un promedio de 1530 mm anuales la humedad es del 90% entre enero y mayo, baja al 50% de junio a septiembre, su temperatura promedio fluctúa entre los 5 y 7 °C en la parte más alta, circunstancias que lo colocan como el pueblo más frío de la provincia. Los vientos en verano alcanzan velocidades de 100 Km/h, a medida que se baja hacia el subtrópico el ambiente se va calentando, en la zona de paramo entre los 4200 y 3600 msnm.

### b. Susceptibilidad de la Erosión

**Mapa de Susceptibilidad de Erosión del Terreno.**

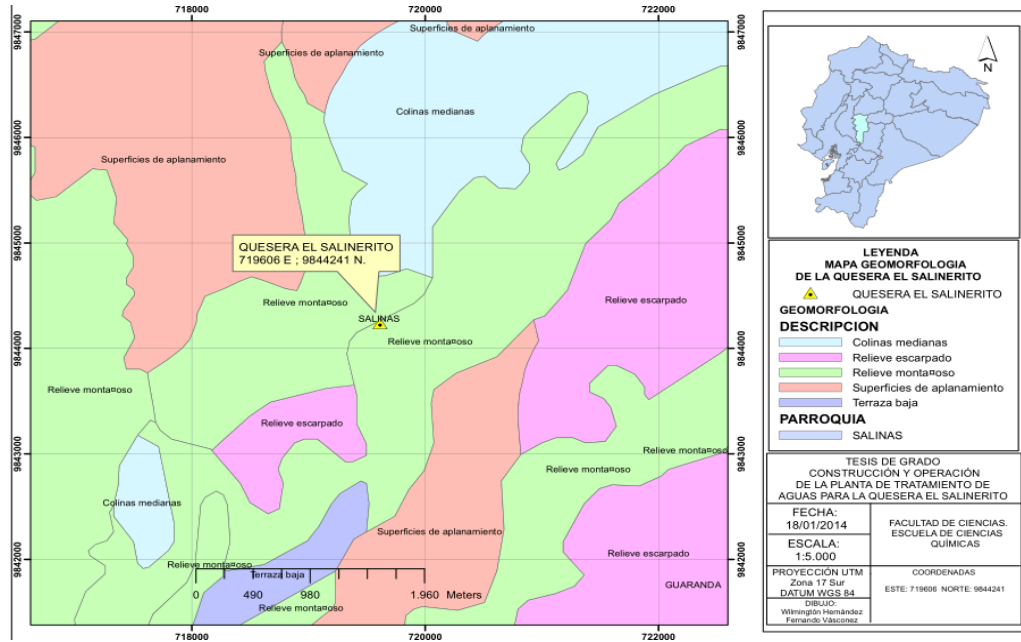


**Fuente:** Hernández, W. y Vásconez, F. (2013).

Se puede identificar las susceptibilidades a la erosión en la zona en donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales, predominando la susceptibilidad baja y moderada y en mínimas proporciones la susceptibilidad ligera y alta a la erosión tal como lo ilustra el mapa No. 2.3.

c. Geomorfología de la zona de Estudio.

Mapa de Tipo de Geomorfología del Terreno.



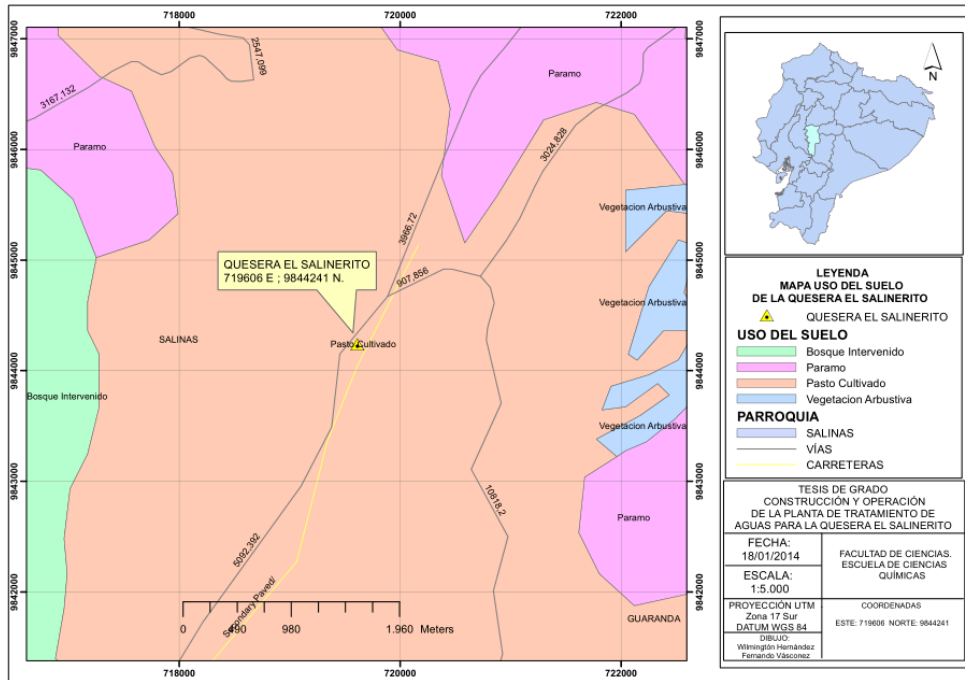
Fuente: Hernández, W. y Vásquez, F. (2013).

En su geomorfología presenta una significativa presencia de un relieve montañoso el mismo que se observa en el mapa No. 2.4, con una ligera inclinación a lo largo de su expansión, con una menor proporción que el inicial se presenta un relieve escarpado, estas características tiende a ser muy regular entre esta zona, puesto que la zona de estudio se encuentra dentro de la cordillera.



**d. Uso de suelo de la zona del proyecto.**

**Mapa de Uso de Suelo de la Zona de implantación del proyecto.**



**Fuente:** Hernández, W. y Vásconez, F. (2013).

La zona de estudio presenta una importante cantidad de suelo utilizado con fines agrícolas, en este caso pasto cultivable, como se observa en el mapa No 2.5, que ocupa una cantidad sumamente alta con respecto a los demás usos que el suelo presenta, entre estas se presenta una significativa pero muy importante presencia de bosques intervenidos, una área significativa y mayor que la segunda son los páramos, en una cantidad mucho menor comparado con la primera pero muy importante, puesto que el área de estudio se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 3550 m, a esta altura y de acuerdo a la zona se observa una considerable presencia de páramos.

**3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES**

En el sector donde actualmente se encuentran las instalaciones de la Empresa no existen mayores peligros o riesgos ambientales que atenten a la integridad de los seres vivos y el área de construcción; levemente y según la época del año está expuesto al polvo en alguna medida debido a los vientos que se producen en el sector. El tránsito de vehículos livianos hacia las instalaciones de la planta de lácteos y colonias adyacentes

generan ruido que en promedio no es mayor a 45 dB A, el cual se considera moderado. El río, que colinda con la planta, se ha convertido con el paso de los años en un vertedero de desechos sólidos a lo largo de su recorrido y, a la vez, en un vertedero de aguas residuales de tipo domiciliar, lo que provoca malos olores y acumulación de desechos plásticos, caucho, etc., en la cercanías, principalmente en la época no lluviosa cuando disminuye considerablemente el caudal del río.

Actualmente la empresa se encuentra en un sector en donde se han implementado sus instalaciones dentro del ámbito de lo social y ambientalmente sustentable, todo esto previo a los estudios que respaldan la gestión innovadora del departamento de gerencia, socios de la Empresa y demás, quienes hacen posible el crecimiento comercial que pretende alcanzar la Institución sin afectar los recursos naturales del área de influencia directa e indirecta.

El espacio físico de la planta se integra por: el área de proceso, área de recepción, laboratorio y bodega. El área de proceso se conforma de: área de pasteurización, un laboratorio para efectuar análisis de control de calidad, tres cuartos de maduración, un cuarto de salmuera y la planta de procesamiento, a su vez dividida en el área de elaboración de queso y área de elaboración de yogurt – mantequilla.

### **3.2.3. CAUDAL DISEÑO**

El volumen máximo de agua residual que la PTAR será capaz de soportar, y que por ende trabajaremos para los respectivos cálculos de diseño de los diferentes Sistemas de Tratamiento es 59 m<sup>3</sup>/día.

### 3.2.4. ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES

**Tabla 12. ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

PARÁMETRO	UNIDADES	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LÍMITES*
Aceites y Grasas	mg/L	195,03	42,91	21,46	22	0,3
Color real	-	1013,75	524,33	262,17	51,72	* Inapreciable en dilución: 1/20
Coliformes Fecales	UFC/mL	249575	434249,22	217124,61	174	-
pH	-	4,07	0,4	0,2	9,74	5 a 9
DBO(5)	mg/L	2179	418,05	209,02	19,19	100
DQO	mg/L	3962,5	886,12	443,06	22,36	250
Sólidos Sedimentables	mg/L	4,9	4,12	2,06	84,16	1,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	182,5	135,98	67,99	74,51	100
Sólidos Totales	mg/L	5358,5	3908,2	1954,1	72,93	1600
Fósforo	mg/L	23,85	9,79	4,89	41,04	10
Nitritos	mg/L	0,17	0,15	0,07	86,19	-
Nitratos	mg/L	16,88	8,34	4,17	49,41	-

Fuente: LAB-CESTTA

\*Límites permisibles establecidos en el TULAS para las descargas en cuerpos de agua dulce en la tabla 12, libro VI, anexo 1. Ver Anexo 3 (tabla completa por día).

### **3.2.5. INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DEL LEOPOLD**

De la matriz se deduce la necesidad de diseñar y planificar una planta de tratamiento de aguas residuales en la quesera el Salinerito con el fin de eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Esta necesidad nace de la puntuación total que arroja la evaluación de la matriz de Leopold con un resultado de 6 puntos, es decir, una contaminación de intensidad media y con una afectación alta, la cual se describe a continuación.

Al realizar la evaluación de los diferentes impactos generados por la Quesera el Salinerito, se puede observar que antes del Diseño y la Planificación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, los reportes identifican los siguientes efectos con sus debidas calificaciones:

Para el caso del agua de consumo en los procesos productivos de la quesera se puede observar una calificación de 10 puntos que corresponde a una intensidad muy alta del impacto, así como también una gran afectación para el caso de la ubicación de la planta ya que es una industria que lleva su cauce de aguas residuales hacia el río Salinas que se encuentra a pocos metros de la planta, provocando el deterioro tanto de la fauna, flora como del paisaje de la quesera.

El aspecto de la separación de redes registra una calificación de 10 puntos en la Matriz de Leopold, y que se considera un impacto de intensidad y afectación alta, puesto que el agua de consumo sigue su cauce por redes que no mantienen una adecuada separación entre las aguas que son vertidas o utilizadas en los diferentes procesos de producción de queso, existiendo por ende una combinación entre ellas que provoca contaminación severa.

Las operaciones de tratamiento que existen en la planta se basan en pequeños filtros para evitar que pase por las redes con impurezas propias de la calidad del agua de esa región obteniendo una calificación de 10 puntos es decir que presentan una intensidad y afectación muy alta por lo que es necesario la planificación de una planta de tratamiento de agua que presenten el dimensionamiento adecuado ya que es una industria en franco desarrollo. La afectación que sufre el proceso de transporte y

recepción de la leche sobre el agua de consumo registró una calificación de 7 puntos y 9 puntos respectivamente y que representa una afectación alta ya que los proveedores de la leche llegan a la empresa en sus respectivos vehículos y medio de movilización y almacenan esta materia prima en recipientes adecuados así como también tienen un sitio apropiado para realizar la limpieza de los recipientes, por lo tanto la contaminación está presente debido a que se necesita de una área más amplia para poder realizar con mayor amplitud este proceso.

En el proceso de tamizado y pasteurización de la leche para elaborar los queso El Salinerito, la contaminación alcanzó una puntuación media de 7 puntos y 9 puntos y que corresponde a una intensidad de alta y a una afectación de baja y alta en su respectivo orden, sobre el agua de consumo y cuyo efecto se basa en la cantidad de agua consumida para los procesos, que posiblemente no están bien encausados en los recipientes que los contienen, de tal manera que tienden a caer al suelo y por ende lo contamina, así como también en el tamizado de la leche, los diferentes residuos que allí se retienen son lavados y pueden caer en un determinado lugar que contamine el ambiente.

Para el enfundado y refrigeración del queso la contaminación alcanzó una puntuación media de 8 puntos y 9 puntos sobre la calidad del agua de consumo ya que la empresa tiene un consumo elevado de agua que puede ser contaminada por los restos de suero, quesos o materia grasa, así como también al realizar el enfundado se puede desprender pequeñas astillas plásticas que elevan la carga contaminante del agua.

Para el agua residual se puede ver que las puntuaciones son en promedio de 7 puntos para cada uno de los procesos evaluados, es decir, existe una intensidad alta y una afectación baja, ya que al ser derivada hacia el río aledaño se produce contaminación en el cauce del mismo ya que presenta una carga contaminante elevada que afecta directamente sobre la microflora aledaña a la empresa así como también a los poblados que se han asentado en sus alrededores.

La calidad del aire es un factor que se debe tomar en cuenta al hablar de agua residuales ya que al estar contaminadas se produce gases que pueden ser percibidos por los empleados, de la empresa provocando enfermedades respiratorias severas por lo tanto al

presentar una calificación media de 7 puntos en cada uno de los procesos que se han evaluado la intensidad es alta y la afectación es baja, por lo que es necesario la construcción de una planta de tratamientos para evitar este tipo de inconvenientes.

El ruido y los residuos sólidos son factores que no afecta específicamente en el proceso de elaboración del queso, ya que no reportó intensidad ni afectación sobre el ambiente que circunda a la empresa, caso parecido ocurre para el olor y la modificación del paisaje, lo que garantiza la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la preservación del daño ambiental y la recuperación de espacios naturales degradados.

En cuanto a los factores sociales que se verán infringidos por las actividades productivas dentro de la planta mayoritariamente son afectados los elementos referentes al uso del suelo y la modificación del paisaje, en vista a la extensión de la planta y a la zona en que se encuentra instaurada, en primera instancia la mayor parte la ubicación de la planta infringe sobre el uso del suelo con una valoración del impacto correspondiente a 10, dentro de la escala concerniente a muy alta en cuanto a la intensidad y alta en cuanto a la influencia, lo que es debido a la extensión de la planta y que la misma no se encuentra en una zona industrial destinada y diseñada para albergar este tipo de acciones de generación de productos.

En vista a que la planta de producción de encuentra en una zona con un bajo índice de urbanización infringe un alto impacto visual sobre el paisajismo de la zona influyente, ya que la mayoría de los componentes del medio son elementos naturales de flora que contrastan con la infraestructura de la planta y restan valor visual lo que conlleva a un impacto social concerniente a componentes de alteración del paisaje de carácter numérico igual a 10 y ponderación de Muy alta en cuanto a intensidad y alta en cuanto a afectación.

**3.2.6. RESULTADOS DEL SISTEMAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.**

**Tabla 13.**Sistema de Rejillas

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Caudal Medio	m <sup>3</sup> /s	0,00268
Caudal Máximo	m <sup>3</sup> /s	0,004
Caudal Diseño	m <sup>3</sup> /s	0,001820988
No. Canales		1
Velocidad	m/s	0,6
Área	m <sup>2</sup>	0,003034979
Ancho de Canal	m	0,259
Altura de Rejilla	m	0,1617
Longitud de las Varillas	m	0,0934
Ancho de Varilla	cm	1
Separación	cm	1,5
No. Varillas	-	10,36

**Tabla 14.**Sistema de Regleta

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Radio Hidráulico	M	22,2
Velocidad	m/s	0,6
Pendiente	M	0,093
Caudal	m <sup>3</sup>	59

**Tabla 15.**Sistema Imhoff

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Caudal Diseño	m <sup>3</sup> /s	59
Carga Superficial	m/día	8
Área Superficial	m <sup>2</sup>	7,375
Longitud	m	4,9167
Velocidad de Sedimentación	m/min	0,02
Volumen del Sedimentador	m <sup>3</sup>	9,83
Área Transversal	m <sup>2</sup>	2
Altura de la Cámara de Sedimentación	m	0,77
Inclinación de la Cámara de Sedimentación	m	1,12
Volumen del Digestor	m <sup>3</sup>	29,5
Ancho para Salida de Gases	m	0,6
Altura de la Zona Neutra	m	0,5
Altura de Seguridad	m	0,5
Área de Almacenamiento de Fangos	m	0,77
Zona de Lodos	m	1,99



**Tabla 16.**Sistema Eras de Secado

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Cantidad de Sólidos Suspendidos	KgSS/día	17,7
Masa de Sólido	KgSS/día	5,7525
Volumen Diario de Lodos Digestados	L/día	47,93
Volumen de Lodos a extraerse	m <sup>3</sup>	4,3144
Área del Lecho de Secado	m <sup>2</sup>	10,7859
Ancho	m	3,28
Longitud	m	3,28

**Tabla 17.**Sistema Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Volumen Útil	m <sup>3</sup>	70,8
Área Horizontal	m <sup>2</sup>	39,33
No. Filtros		2
Área Unitaria	m <sup>2</sup>	20
Ancho	m	4,1
Longitud	m	4,8

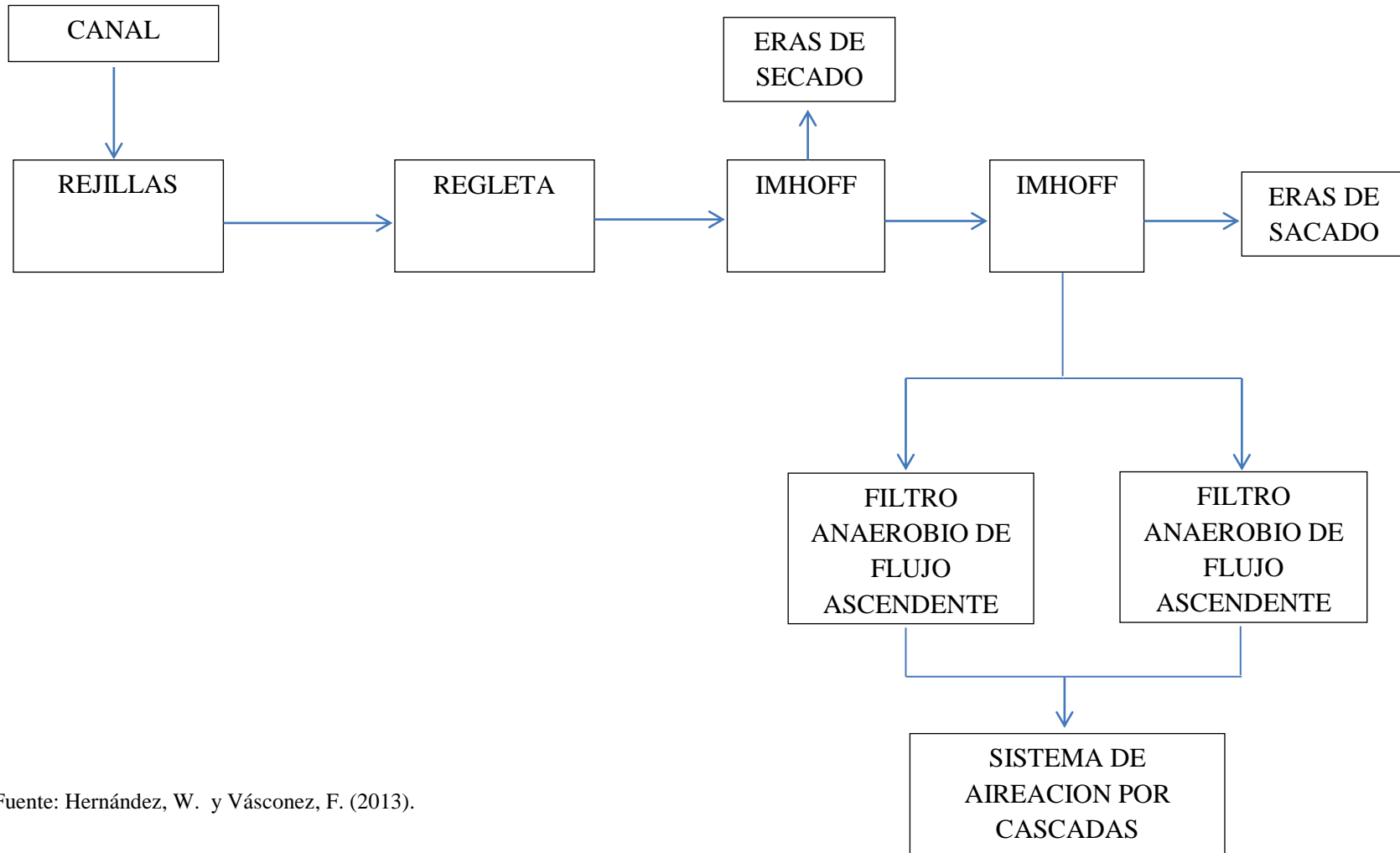
**Tabla 18.**Sistema Aireación por Cascadas

<b>Nombre</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Déficit de Oxígeno	-	13,33
Altura de Cascada	M	23,03
Ancho	M	0,3
Longitud	M	0,3
Inclinación	M	0,42
No. Gradas	-	55

### **3.2.7. PROPUESTA**

El agua residual de la Quesera “El Salinerito” contiene una gran cantidad de contaminantes de origen orgánico que se ve reflejado por su alto valor en los parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO (analizados en el Laboratorio CESSTA), así como la variación de pH y una turbidez alta, todo esto se debe a la presencia de residuos de leche, productos lácteos, productos químicos de limpieza (desinfectantes y detergentes) y en muchos casos el suero; siendo este último un foco de contaminación para el agua residual, la cual debe ser tratada de manera previa a su descarga con la finalidad de mitigar evidentes impactos ambientales cuando esta entre en contacto a los cuerpos de agua como cuerpo receptores, para lo cual se propone dimensionar un sistema de tratamiento adecuado que se describe a continuación:

**a. Flujograma de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Propuesta para la Quesera El “Salinerito”.**



Fuente: Hernández, W. y Vásquez, F. (2013).

El agua residual de la Quesera “El Salinerito” antes de llegar al sistema de tratamiento va a sufrir un pretratamiento leve que consta de un sistema de rejillas, lo cual permitirá retener los residuos sólidos de los productos lácteos (restos de grasas, pelos), arena, entre otros.

Posterior a ello se implementa una regleta cuyo objetivo es el de determinar bajo lectura del tirante de agua y cálculos adicionales el volumen de agua residual que ingresaría al Sistema de Tratamiento, logrando de esta manera efectuar un monitoreo cuando sea necesario.

Luego se dispondrá de dos tanques Imhoff, que se encuentran distribuidos en serie, en ellos se pretende disminuir una gran cantidad de la materia orgánica contaminante (en sus mejores condiciones obtendremos la remoción de alrededor del 50% por cada tanque).

Se dispondrá de dos eras de secado, una para cada tanque, estos sistemas tienen la finalidad de tratar los lodos que se evacuarían de los Tanques Imhoff, ya que estos aún no se encuentran 100% digeridos.

Luego de los tanques encontramos dos Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA), en estos filtros obtendremos como resultado la Remoción de materia orgánica del 35%.

Finalmente disponemos de un Sistema de Aereación por Cascadas, aquí lograremos oxigenar el agua residual gracias al movimiento y contacto que esta sufrirá al recorrer una determinada distancia previa a su descarga final.

Cabe mencionar y recalcar que el Sistema de Tratamiento funcionará por gravedad, esto gracias a la topografía que presenta el terreno, de esta manera minimizamos un posible impacto, logrando que la PTAR sea amigable para con el ambiente ya que no se dependerá del uso de bombas o consumo eléctrico alguno. Con todo esto fortalecemos y aportamos al cambio que la Empresa busca con miras a un futuro **ambientalmente sustentable**.

Los procesos que forman parte del sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la planta de producción de quesos El Salinerito están dimensionados para hacer frente a los contaminantes de origen orgánico que se ve reflejado en su alta

turbidez, y que de acuerdo a su naturaleza tienden a acidificarse rápidamente afectando notoriamente el pH del producto final y por ende disminuyendo la calidad ambiental.

**b. Rendimiento de la Planta de Tratamientos de Agua Residual para la Quesera “el Salinerito”**

Conociendo que el valor permisible establecido por la legislación es de 100 mg/L en términos de DBO que debería cumplir la quesera con respecto a la descarga de sus aguas residuales al Río Salinas, y que el resultado global para el dimensionamiento de la planta en cuanto a concentración contaminante es de 1800 mg/L procedemos a calcular la eficiencia del Sistema de Tratamiento con la siguiente ecuación:

$$Re = \left( \frac{\text{Valor Real} - \text{Valor teórico}}{\text{Valor Real}} \right) * 100$$

$$Re = \left( \frac{1800 - 100}{1800} \right) * 100$$

$$Re = 94,44\%.$$

**Tabla 19.** Rendimiento de la PTAR

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado antes de la Planta de Tratamiento</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Resultado después de la Planta de Tratamiento</b>	<b>Límite *</b>
DBO	mg/L	1800	94.44	100	100

\* Límites permisibles establecidos en el TULAS para las descargas en cuerpos de agua dulce en la tabla 12, libro VI, anexo 1.

### 3.2.8. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

Tabla 20. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
1 ENTRADA					
01	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	754	2.03	1,530.62
02	EXCAVACION A MANO	M3	33	4.06	133.98
03	EXCAVACION A MAQUINA MAYOR A 6METROS	M3	607	6.57	3,987.99
04	HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOF+IMPERMEABI	M3	0.85	172.12	146.30
05	REJILLA (BANDEJA DE SOLIDOS) - REGLETA MEDIR CADAL	U	1	306.15	306.15
06	DESALOJO MATERIAL	M3	640	4.02	2,572.80
2 TANQUE INFO (2 UNIDADES)					
61	CONTRAPISO H.S. 180kg/cm2 e=6cm	M3	3.90	19.97	77.88
07	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2 TODOS ELEMENTOS	KG	13284	2.06	27,365.04
08	HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOF+IMPERMEABI	M3	81.10	172.12	13,958.93
09	DECANTADOR H SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOFRAD	M3	15.00	172.12	2,581.80
10	VIGA HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOF+IMPER	M2	0.90	172.12	154.91
11	ENLUCIDO INTERIOR 1:2 E=3cm +IMPERM/ INCL ANDAMIOS	M2	59.00	12.68	748.12
12	ACCESORIOS TANQUE	GLB	2	178.13	356.26
13	ACCESORIOS SISTEMA	GLB	1	97.54	97.54
133	ENTIBAMIENTO EXCAVACION	ML	50	14.06	703.00
134	LOSETAS PREFABRICADAS DE Fc=210kg/cm2 INCL ACERO	GLB	6	84.13	504.78
3 CAJAS VALVULAS (6 UNIDADES)					
14	HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOF+IMPERMEAB	M3	2.88	167.62	482.75
15	TAPAS TOL ESPECIFICADA PLANO	U	6	50.16	300.96
16	ACCESORIOS	U	6	400.99	2,405.94
4 LECHOS DE SECADO (2 UNIDADES)					
17	HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INC ENCOF+IMPERMEAB	M3	10.06	172.12	1,731.53
18	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO 3.10	M2	1	113.89	113.89
19	TUBERIA PERFORADA 4"	ML	10	18.34	183.40
20	LADRILO	M2	22.50	3.54	79.65
21	ARENA	M3	4.50	37.19	167.35
22	GRAVA	M3	11.24	38.69	434.88
23	ACCESORIOS	U	2	367.31	734.62
5 CAJAS DE REVISION (5UNIDADES)					
24	HORMIGON SIMPLE Fc=210kg/cm2 INCL ENCOF+IMPERMEAB	M3	1.65	167.62	276.57
25	TAPAS DE TOOL ESPECIFICADA EN PLANO	U	5	50.16	250.80
6 CANALETA					
26	HORMIGON CICLOPEO 180kg/cm2	M3	0.50	109.34	54.67
27	PAREDES HORMIGON SIMPLE 210kg/CM2 INC ENCOF+IMPERM	M3	0.45	167.62	75.43
7 FAFA (2 UNIDADES)					
28	HORMIGON SIMPLE 210kg/cm2 INCL ENCOF+IMPERMEABILIZ	M3	27.50	167.62	4,609.55
30	ENLUCIDO INTERIOR/EXTERIOR	M2	8.16	12.73	103.88
31	GRAVA	M3	31.70	36.55	1,158.63
32	TAPAS DE TOOL ESPECIFICADA EN PLANO	U	10	50.16	501.60
33	TAPAS FALSO FONDO INCLUY ACERO DE REFUERZO/TABLERO	U	8	86.05	688.40
34	TUBERIA ENTRADA/SUMINIS-INSTALACION	ML	6	9.67	58.02

8 GRADAS					
36	HORMIGON SIMPLE 210kg/cm2 INCL ENCOF+IMPERMEABIL	M3	0.34	172.12	58.52
37	SUMINISTRO/INSTALACION DE TUBERIA 4" DESAGUE EMPAT	ML	60	9.67	580.20
38	PLANTAS NATIVAS	U	60	0.39	23.40
39	ESTUDIO DE SUELOS	U	1	1200.01	1,200.01
40	PINTURA INTERIOR/EXTERIOR 2MANOS INCL ANDAMIOS-CE MENTO BLANCO	M2	30.00	6.77	203.10
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				<b>TOTAL</b>	<b>71,703.85</b>

Fuente: Ing. Mariela Paredes

**Tabla 21. Mano de Obra**

LISTA DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	TOTAL
CHOFER	C1	3.38	64.00	216.32
AYUDANTE MAQUINARIA	C1	3.38	60.70	205.17
OPERADOR	C1	3.38	129.70	438.39
Topógrafo IV	D2	3.38	52.78	178.40
FIERRERO	D2	3.38	0.06	0.20
ALBAÑIL	D2	3.38	684.47	2,313.51
MAESTRO DE OBRA	D2	3.38	210.26	710.68
PLOMERO	D2	3.38	38.00	128.44
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC	D2	3.38	430.09	1,453.70
AYUDANTE	E2	3.05	865.10	2,638.56
PEON	E2	3.05	867.91	2,647.13
			<b>TOTAL</b>	<b>10,930.48</b>

Fuente: Ing. Mariela Paredes

**Tabla 22. Equipos**

LISTA DE EQUIPO			
DESCRIPCION	COSTO x HORA	HORAS-EQUIPO	TOTAL
ANDAMIOS	1.50	29.50	44.25
CONCRETERA 1 SACO	6.00	71.11	426.66
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	17.00	52.78	897.26
HERRAMIENTA MENOR	0.20	1,036.86	207.37
RETROEXCAVADORA	5.65	616.95	3,485.77
VOLQUETA 8M3	5.65	96.00	542.40
VIBRADOR	4.00	70.36	281.44
		<b>TOTAL</b>	<b>5,885.15</b>

Fuente: Ing. Mariela Paredes

**Tabla 23. Materiales**

LISTA DE MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID.	PRECIO UNIT	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
ACCESORIOS	GLB	200.00	2.00	400.00

ACERO DE REFUERZO fy=4200	KG	2.18	7,970.40	17,375.47
ADITIVO	GLN	7.50	33.00	247.50
ADITIVO	KG	7.50	54.12	405.90
AGUA	M3	0.40	32.45	12.98
ALAMBRE GALVANIZADO #18	KG	2.50	398.52	996.30
ARENA	M3	27.50	97.61	2,684.28
CABOS	LB	2.50	7.50	18.75
CEMENTO	KG	0.15	53,732.07	8,059.81
CLAVOS 2"	KG	1.80	0.04	0.07
CODO 4"	U	1.90	7.00	13.30
ESTUDIO DE SUELOS	GLB	1,000.00	1.00	1,000.00
Encofrado y tiras	glb	7.50	140.73	1,055.48
Estacas	u	0.20	52.78	10.56
GIBOLTH HG 4"	U	20.00	12.00	240.00
GRAVA	M3	28.75	11.24	323.15
GRAVA TAMIZ ESPECIFICADO PLANO	M3	28.75	31.70	911.38
HIERRO LISO 12MM	U	5.00	4.00	20.00
LADRILLO	U	0.14	22.50	3.15
LOSETAS f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> INCL ACE	U	70.00	6.00	420.00
Malla electrosoldada tipo 3.10	KG	90.00	1.05	94.50
PIEDRA	M3	20.00	0.78	15.60
PINGOS	U	1.70	100.00	170.00
PINTURA DE CAUCHO	GLN	13.00	1.35	17.55
PLANTAS	U	0.25	60.00	15.00
PLETINA	U	13.00	2.00	26.00
POLIPEGA	GLN	12.00	0.25	3.00
POLIPEGA	LT	12.00	0.20	2.40
REDUCTOR D=250x200MM	U	4.70	4.00	18.80
REGLETA	U	100.00	1.00	100.00
REJILLA	U	155.00	1.00	155.00
RESINA PARA PINTURA	litro	8.00	1.20	9.60
RIPIO	M3	25.00	134.25	3,356.25
SIKA 1	KG	7.50	13.43	100.73
TABLA DE ENCOFRADO	U	2.50	2.14	5.35
TABLONES L=3.00M	U	6.70	45.00	301.50
TAPAS DE TOOL	U	40.00	21.00	840.00
TAPAS HS f <sub>c</sub> =210KG/CM <sup>2</sup>	U	70.00	8.00	560.00
TEE 200MM	U	8.70	2.00	17.40
TEE 4"	U	5.70	2.00	11.40
TUBERIA DESAGUE 4"	ML	6.80	33.00	224.40
TUBERIA PERFORADA 4"PVC	ML	7.00	20.00	140.00
TUBO 200MM	ML	8.70	18.00	156.60
TUERCA	U	6.00	4.00	24.00
VALVULA HG 4"	U	280.00	6.00	1,680.00
VARILLA D=12MM	U	10.00	2.00	20.00
VARIOS	GLB	50.00	1.00	50.00
YESO	KG	4.50	1.20	5.40
			TOTAL	42,318.54

Fuente: Ing. Mariela Paredes



### 3.2.9. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN

<b>CRONOGRAMA UALORADO DE TRABAJOS</b>				
<b>D E S C R I P C I O N</b>	<b>P E R I O D O S</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>REPLANTEO, NIVELACION-EST. S</b>	<b>100</b>			
<b>EXCAUACION</b>	<b>100</b>			
<b>HORMIGON</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	
<b>ENLUCIDOS-PINTURA</b>		<b>30</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
<b>ACCESORIOS</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
<b>GRANULOMETRIA</b>				<b>100</b>
<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>11019</b>	<b>24827</b>	<b>30003</b>	<b>5858</b>
<b>TOTAL ACUMULADO</b>	<b>11019</b>	<b>35847</b>	<b>65850</b>	<b>71707</b>

### 3.2.10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Se realizó el monitoreo para la obtención del caudal de agua residual de la industria láctea, el valor que registra para el diseño de la planta de tratamientos es de 59 m<sup>3</sup>/día, ya que al efectuar este procedimiento se garantiza que la PTAR no colapse al entrar en funcionamiento.
- Los valores medios de los diferentes parámetros analizados son: aceites y grasas 195,03 mg/L, color real 1013,75, coliformes fecales 249575 UFC/mL, pH 4,07, demanda bioquímica de oxígeno 2179 mg/L, demanda química de oxígeno 3962,5mg/L, sólidos sedimentables 4,9 mg/L, sólidos suspendidos totales 182,5mg/L, sólidos totales 5358,5mg/L, fósforo 23,85 mg/L, nitritos 0,17 mg/L, nitratos 16,88 mg/L, debido a que, el suero láctico es el componente que aporta el mayor grado de contaminación para las aguas residuales es por ello que su agragado se ve reflejado en un elevado valor de la demanda bioquímica de oxígeno; siendo este parámetro el principal contaminante al cual se hace relevancia el presente estudio de investigación para el diseño de la planta de tratamientos.
- La evaluación e identificación de impactos ambientales corresponde a una media global de 6, dato que se obtiene de la matriz de Leopold, interpretada como una actividad media y de afectación alta, esto se debe a que, la empresa representa un riesgo a la sociedad y al ambiente provocado por las descargas de sus aguasindustriales al río Salinas sin un previo tratamiento de remediación debido a que existe una carga contaminante elevada en términos de DBO.
- La planta de tratamientos diseñada es capaz de soportar 59 m<sup>3</sup>/diarios de agua residual, tal volumen es producido por los 10 000 litros de leche que se procesarán a futuro en la empresa; por lo que consta de los siguientes sistemas: canal, regleta, dos tanques imhoff, dos eras de secado (una para cada imhoff), dos filtros anaerobios de flujo ascendente y finalmente de un sistema de aireación por cascadas, debido al beneficio económico que la PTAR aportará a la industria puesto que en el diseño no existen bombas o cualquier otro aparato que incremente el consumo de energía eléctrica.

- La planta diseñada cumple con una rendimiento del 94,44%, lo que permite que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en el punto de descarga final sea de 100 mg/L, estos datos son resultado del aporte de remediación que cumple cada uno de los sistemas de tratamiento, al igual que otra PTAR.
- Tras los respectivos estudios de obra el presupuesto para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera es de \$ 71703,85, por lo que dicho dato es bajo al comparar el valor obtenido con otros sistemas de tratamientos similares y que su beneficio ambiental no tiene costo alguno.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- Se realizó la Matriz de Leopold del diagnóstico inicial ambiental de la Quesera El Salinerito la cual infiere con un valor general de 6 sobre 10 puntos, es decir una contaminación de intensidad media y con una afectación alta.
- Se conoció el caudal de la Planta de producción de quesos “El Salinerito”, al determinar los volúmenes de agua utilizados en cada uno de los procesos obteniendo un valor de 59 m<sup>3</sup>/d.
- Al caracterizar el agua residual proveniente de la Planta “El Salinerito” se registró que los parámetros: aceites y grasas (195,03), Coliformes totales (249575,00), DBO (2179,00), DQO (3962,50), sólidos totales (5358,50), y el contenido de fósforo (23,85), se encuentran fuera de los niveles permisibles para su descarga final establecidas en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 en el TULAS.
- El Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Quesera “El Salinerito” consta de los siguientes sistemas: un canal, rejillas, una regleta, dos tanques Imhoff, dos eras de secado, dos filtros anaerobio de flujo ascendente y un sistema de aireación por cascadas previo a su descarga final al Río Salinas como cuerpo receptor, para biodegradar una DBO inicial de 1800 mg/L hasta obtener un valor de 100 mg/L establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del TULAS, cumpliendo con un rendimiento del 94,44%.
- Se adjunta al presente proyecto
- El presupuesto para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera “EL SALINERITO” es de 71703,85.

## **4.2.RECOMENDACIONES**

Por los resultados expuestos se recomienda:

- Realizar análisis periódicos de los niveles de contaminación y de las aguas residuales para verificar el funcionamiento normal de la PTAR en la Quesera El Salinerito
- Se recomienda que en cada descarga de lodos, se tome la temperatura del material que se está escurriendo, lo mismo que la temperatura ambiente. Con esto se tiene una indicación muy valiosa de las condiciones en que se está realizando la digestión.
- El agua luego de ser evacuada por la PTAR, deberá ser analizada para determinar las condiciones que presenta y de esa manera verificar su aplicabilidad para la descarga al Río Salinas como cuerpo receptor final.
- Seguir estrictamente el manual de operaciones de cada uno de los sistemas que conforman la planta de tratamiento de aguas, para evitar malas prácticas de manejo que puedan ocasionar daños en el sistema

## BIBLIOGRAFIA

- **ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**  
[www.geocities.com/jalarab/cap1.html](http://www.geocities.com/jalarab/cap1.html). 2012.  
[14-02- 2013]
- **AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18<sup>th</sup> ed.. Washington- EEUU, APHA, AWWA,WWCF,1992, pp. 198 - 207.
- **BIODIVERSIDAD**  
[http://www.sagan-gea.org/hojared\\_biodiversidad/paginas/hoja24.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja24.html)  
[25-10- 2013]
- **COLOMBIA., MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO.,** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000., Tratamiento De Aguas Residuales., Bogotá - Colombia., 2000. Pp. 15 – 16 – 38 – 39 – 50 – 52 – 113.
- **CRITIES, R. & TCHOBANOGLUS, G.** Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Sonora – Mexico, Mc. Graw-Hill. 2000, pp 25 – 29.
- **CUBILLOS., A.,**Parámetros y Características de las Aguas Residuales., Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: Proyecto de Desarrollo Tecnológico de las Instituciones de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado., Lima – Perú.,pp. 2
- **ECUADOR, MINISTERIO DE AMBIENTE,** Texto Unificado de Legislación Ambiental, 2a ed., 1998 , pp. 29 – 30.
- **ECUADOR., SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL., ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS.,** Normas para Estudio y Diseño de sistemas de agua potable y Disposición de Aguas Residuales para

poblaciones mayores a 1000 habitantes Décima Parte (X), Quito –Ecuador., 1992, pp.344 - 345 – 346.

- **ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS**, Poncelet, <http://www.poncelet.es/enciclopedia-del-queso/elaboracion.html>. [15-01-2014].
- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL A EMPRESAS, Estudios de impacto ambiental a empresas. 2012** <http://www.ecuadorambiental.com>. [7-07- 2013]
- **FAO**, Capítulo 4 – Caudal <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.htm>. [07-05-2014].
- **LÁCTEOS, NUTRICIÓN Y SALUD**, Crohn Colitis, <http://www.ua-cc.org/lacteos.jsp>. 18-04-2014].
- **LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, 2010. Codificación 19, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004.** <http://www.ceda.org.ec>. [16 -03-2014]
- **METCALF., & EDDY.**, Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización., 3a.ed., Madrid – España., McGraw-Hill., 1995., pp. 95 – 102.
- **NACIONES UNIDAS**, Agua para todos, agua para la vida. Informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo. <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>. [12-09-2013].

- **REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**  
[www.cra.gov.co/portal/www/resources/titulo\\_e.pdf](http://www.cra.gov.co/portal/www/resources/titulo_e.pdf)  
[14-02- 2013]
- **ROMERO, J.** Calidad del Agua. Bogotá–Colombia. Alfaomega. 2002, pp 71–74 – 233 - 246 – 706 – 707.
- **ROMERO, ROJAS JAIRO ALBERTO.** “Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización”. 3ª. ed. Bogota, Alfaomega. 1999, pp. 71 – 74 -203
- **SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO UTILIZADOS EN EL ÁMBITO RURAL**  
[www.cepis.ops-oms.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/sanea/168esp-O.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/sanea/168esp-O.pdf) .  
[2012.](#)  
[22-09- 2013]
- **VARGAS, A.** Residuos industriales líquidos: Conceptos básicos y formas de tratamiento. (tesis).Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Chile. 2004. pp 3 -24.



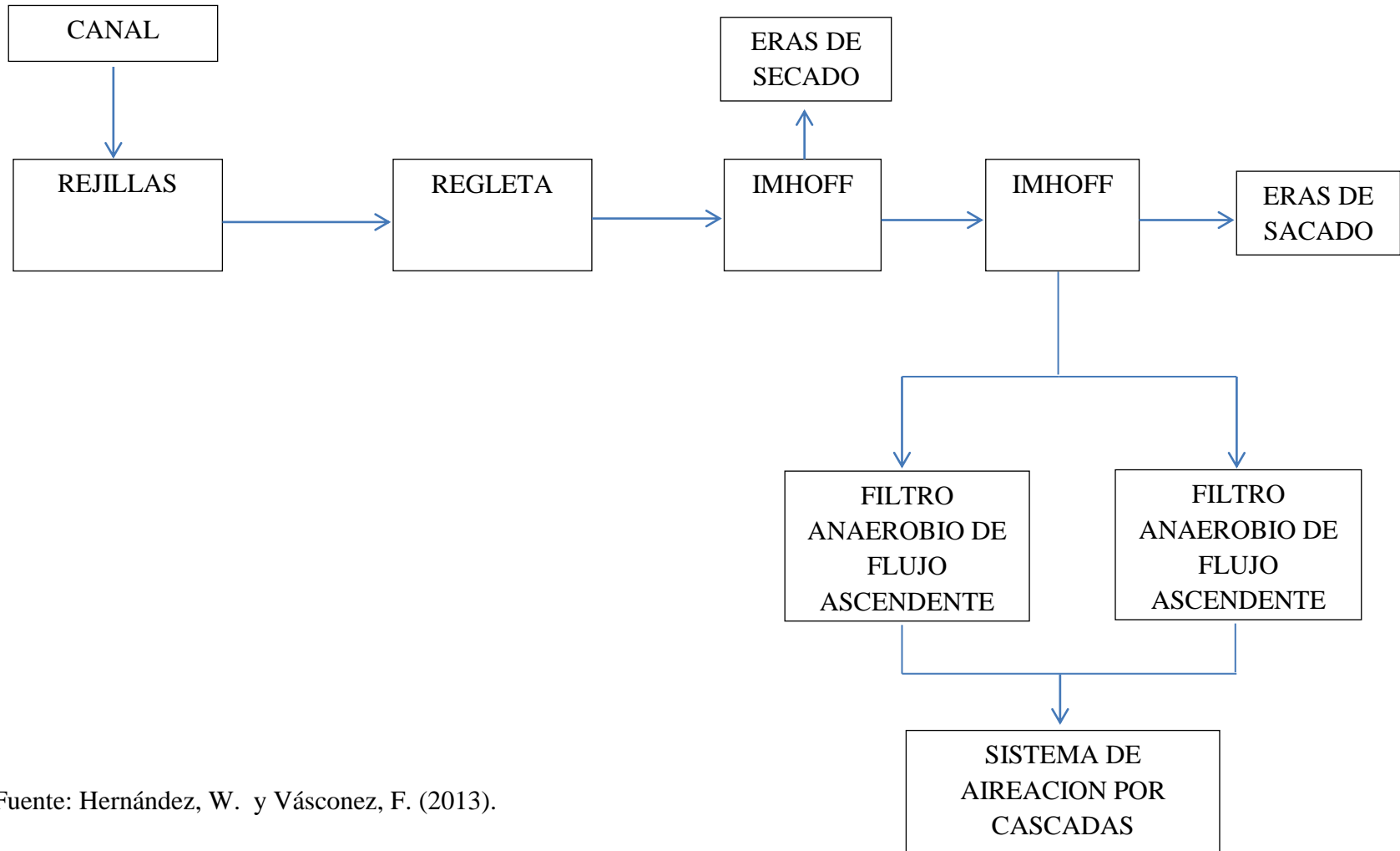
## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **MANUAL DE OPERACIONES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS**

El sistema de tratamiento de aguas residuales para la Quesera “El Salinerito” consta de un canal, rejillas, regleta, dos tanques imhoff, una era de secado para cada tanque, dos filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) y finalmente un sistema de aireación por cascadas, en el presente manual se especifica la operación y mantenimiento de cada uno de los tratamientos que se mencionan.

## PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS



Fuente: Hernández, W. y Vásconez, F. (2013).

## **REJILLAS**

### **a. Operación y mantenimiento**

Su principal función es la de retenerlos sólidos yaquellos objetos de mayor tamaño que se encuentran presentes en el flujo de las aguas residuales del área de producción de la empresa, generalmente son restos de grasa, suero, partículas plásticas, astillas entre otras.

### **b. Operación:**

- El sistema de cribado manual tiene que ser limpiadoal menos dos veces a la semana, de ser posible en dos turnos: uno en la mañana y otro en la tarde. Es indispensable entender que si a las rejillas no se las vigila de manera regular éstas pueden llegar a impedir el paso del agua residual y como consecuencia producir un reflujo o colapso del sistema. En época invernal la vigilancia y limpieza de una planta deberá de repetirse diariamente, ya que por los motivos expuestos anteriormente el sistema llegaría a obstruirsefácilmente.
- Por su naturaleza de funcionamiento la criba siempre tiende a frenar la velocidad del caudal, lo que con frecuencia provoca la formación de ciertos depósitos de arenas por arriba de las rejillas, para evitar esta acción se recomienda evacuar dichos depósitos efectuando una limpieza con la aplicación de un rastrillo, siempre y cuando sea metálico y elaborado solamente para este fin.
- Importantemencionar que la persona indicada para realizar la limpieza del sistema de cribado obligatoriamente debe de usar guantes de protección para evacuar los objetos que han sido retenidos en la rejilla, ya que con ello evitaremos el riesgo de cualquier tipo de infección a la salud del operario.
- Los sólidos, objetos y residuosaislados del sistema de cribado se colocarán en la caja perforadora con la finalidad de provocar su escurrimiento para posteriormente pasar a retirarlos, con la utilización de los respectivos recipientes.

### **c. Mantenimiento.**

- Semanalmente efectuar su limpieza por al menos dos veces con la aplicación de agua a presión.
- Mantenerla caja perforada libre de sólidos y limpia para asegurar que el escurrimiento sea el más óptimo.
- Adicionar cal para evitar al máximo los malos olores que se producen por el secado del material.
- Revisar minuciosamente el sistema de cribado al menos una mes con el fin de encontrar y/o prevenir la corrosión, si existe su presencia limpiar y pintar con material anticorrosivo.

### **REGLETA (PARA MEDIR CAUDAL)**

#### **a. Mantenimiento y operación**

##### **Función:**

- Monitorear el caudal que ingresa al Sistema de Tratamiento cada que sea necesario, logrando de esta manera obtener un registro a detalle de este parámetro.

##### **Operación:**

- Esta regleta está ubicada después de las rejillas lugar donde se tomará la lectura del flujo de agua residual que ingresa a la planta de tratamiento midiendo su tirante y obteniendo valores en tiempo real.

##### **Mantenimiento:**

- Limpiar constantemente el piso y las paredes del canal con la finalidad de retirar la materia orgánica y los residuos de grasa de la leche que se adhieren a las mismas y que son propias de la industria láctea, proceso que se lo debe realizar al menos una vez por semana.

- Evidenciar que las paredes del canal se encuentren en óptimas condiciones, en el caso de existir imperfecciones se efectuará su reparación con la debida precaución de no modificar sus dimensiones.

## **TANQUE IMHOFF**

La superficie de agua del área de sedimentación deberá permanecer ausente los sólidos flotantes y cualquier material que se asocie a las aguas residuales, así como de material adherido a las paredes de concreto y de sus superficies con el cual los sólidos están en contacto. El material tiende a acumularse rápidamente sobre la superficie del tanque y debe ser removido con el propósito de no afectar la calidad de los efluentes. La recolección del material flotante se efectúa con un desnatador. Las estructuras de entrada y salida deben limpiarse periódicamente, así mismo los canales de alimentación de agua residual deben limpiarse una vez concluida la maniobra de cambio de alimentación con el propósito de impedir la proliferación de insectos o la emanación de malos olores. Semanalmente o cuando las circunstancias lo requieran, los sólidos depositados en las paredes del sedimentador deben ser retirados inmediatamente. La grasa y los sólidos acumulados en las paredes a la altura de la línea de agua deben ser removidos.

### **a. Mantenimiento**

La operación para su mantenimiento consiste en:

- Remover diariamente la espuma evacuándola por el orificio más cercano al menos dos veces con el objetivo de lograr una distribución uniforme de los sólidos en el digestor y retirarlos de manera periódica trasladándolos a la era de secado.
- Extraer de forma periódica los lodos del digestor que se encuentran acumulados en el fondo del tanque y conducirlos por tubería hacia las eras de secado, lugar donde la humedad se reduce gracias al proceso de evaporación y por infiltración, al cabo de cierto tiempo se retiran los lodos y se disponen de ellos como abono orgánico o como parte constituyente del mismo.

## ZONA DE VENTILACIÓN

### a. Función

- Esta zona debe de encontrarse libre de sólidos flotantes y/o natas que hayan sido arrastradas por burbujas de gas, para ello es propicio regar agua a presión. Esta acción se la debe realizar al menos una vez al mes. Por lo general también se usa cal hidratada adicionando por las áreas de ventilación. La cantidad de cal se agrega aproximadamente 5kg. por cada 1000 habitantes.
- Con la finalidad de calibrar el sistema de tratamiento se determinará el nivel al que llegan los lodos en su comportamiento de forma constante para poder programar sus períodos de drenaje. Para conocer el nivel de lodos se usa una sonda, la misma que se hace descender cuidadosamente a través de la zona de ventilación de gases, hasta que se aprecie que la lamina de la sonda toca sobre la capa de los lodos.
- Los lodos que son digeridos son extraídos del área de digestión del tanque para lo cual se abre de manera lenta la válvula de la línea de lodos y dejándolos escurrir directamente hacia las eras de secado.
- Para procurar que se apilen en los lechos los lodos serán extraídos lentamente, logrando obtener además una distribución uniforme en la superficie de las eras de secado.

### b. Mantenimiento

El mantenimiento comprende:

- Eliminar diariamente las grasa, natas y solidos flotantes del compartimiento de sedimentación.
- Raspar las paredes del tanque con un cepillo de goma
- Limpiar semanalmente la ranura del compartimiento de sedimentación con una rastra de cadenas
- Cambiar el flujo por lo menos una vez al mes
- Controlar las natas rompiéndoles y manteniéndolas húmedas, se retiran del tanque cuando su espesor llega a los 60 – 90 cm.

- La descarga de lodos debe hacerse cuando esté a unos 45 cm de la ranura del compartimiento de sedimentación mediante una bomba y mangueras.
- Después de la descarga de los lodos , se llenan las tuberías con agua o aguas residuales para evitar la obstrucción de la tubería
- Se debe evitar la formación de espumas, ya que cuando existe esta formación quiere decir que las aguas negras tienen un pH muy ácido, el mismo que puede corregirse mediante tratamiento de agua con cal. La cal hidratada se agrega por los respiraderos del tanque, el valor del pH en la mezcla de lodos y cal no debe de pasar de 7,6
- Se dejará reposar el tanque durante algunos días, agitar por los respiraderos con chorros de agua o paletas.

## **ERAS DE SECADO**

### **a. Función**

- Es el medio adecuado para secar los lodos formados en el tanque Imhoff, ya que estos al salir del tanque aún no se encuentran bien digeridos como para ser arrojados al sistema suelo.

### **b. Mantenimiento**

- Para este sistema el dimensionamiento determina que llegarán los lodos provenientes de los Tanques Imhoff cada 3 meses, pero esto dependerá exclusivamente a como se calibre la PTAR ya que los factores ambientales del área de influencia serán un aspecto muy determinante para este efecto.
- La grava se la cambiará o lavará al menos una vez al año, pero esto de la misma forma que el ítem anterior dependerá del tiempo de calibración de la Planta de Tratamientos.
- Los lodos una vez que estén tratados en este sistema deben ser utilizados para la elaboración de abono orgánico, de esta manera cerramos el ciclo del tratamiento de las aguas residuales.



## **ZONA DEL SEDIMENTADOR.**

Debe estar ausente todo tipo de espumas, sólidos flotantes y cualquier tipo de material asociado a las aguas residuales, así como de material adherido a las paredes de concreto y superficies metálicas con el cual los sólidos están en contacto. El material tiende a acumularse rápidamente sobre la superficie del tanque y debe ser removido con el propósito de no afectar la calidad de los efluentes, motivo por el cual esta acción debe recibir una atención diaria procurando retirar todo el material que existe en la superficie del área de sedimentación. La recolección del material flotante se efectúa con un desnatador.

Las estructuras de entrada y salida deben limpiarse periódicamente, así mismo los canales de alimentación de agua residual deben limpiarse una vez concluida la maniobra de cambio de alimentación con el propósito de impedir la proliferación de insectos o la emanación de malos olores. Semanalmente o cuando las circunstancias lo requieran, los sólidos depositados en las paredes del sedimentador deben ser retirados inmediatamente. La grasa y los sólidos acumulados en las paredes a la altura de la línea de agua deben ser removidos.

## **FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE (FAFA)**

### **a. Función**

Entre las ventajas y desventajas se encuentra que es un sistema de fácil operación y mantenimiento, requiere menor área en comparación con sistemas aerobios, presenta bajos consumos de energía, baja producción de lodo, no requiere digestor de lodo (se logra la estabilización de la materia orgánica en el reactor).

### **b. Mantenimiento**

Se lavará la grava del sistema mínimo una vez al año con abundante agua con la finalidad de procurar que el sistema colapse con el paso del tiempo.

## SISTEMA DE AIREACIÓN POR CASCADAS

### a. Función

Oxigenar el agua residual gracias a su movimiento y golpeteo con la finalidad de aportarle la cantidad de oxígeno disuelto necesario previa a su descarga final.

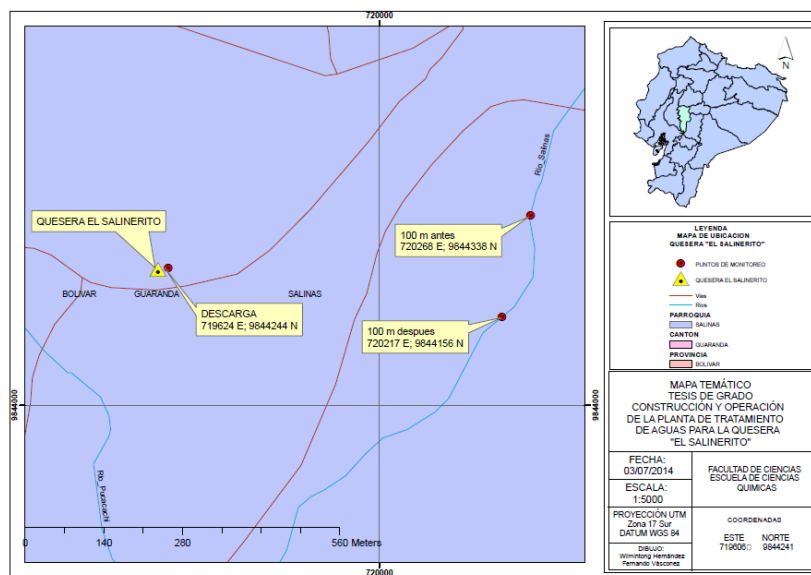
### b. Mantenimiento

Se lavará el sistema mínimo una vez al mes con la ayuda de abundante agua limpia y una escobilla, libre del uso de detergentes químicos, de preferencia se utilizará detergente biodegradable si el caso lo amerita, todo esto con el objetivo de evitar contaminación.

## MONITOREO DE LA DESCARGA FINAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos por el TULSMA, libro VI anexo 1 en su tabla 12, se deberá tomar tres muestras puntuales; una en la descarga final del sistema de tratamiento y dos muestras de inmisión en el río Salinas 100 metros antes de la descarga y 100 metros después de la descarga.

Mapa de Monitoreo



Fuente: Hernández, W. y Vásconez, F. (2014).

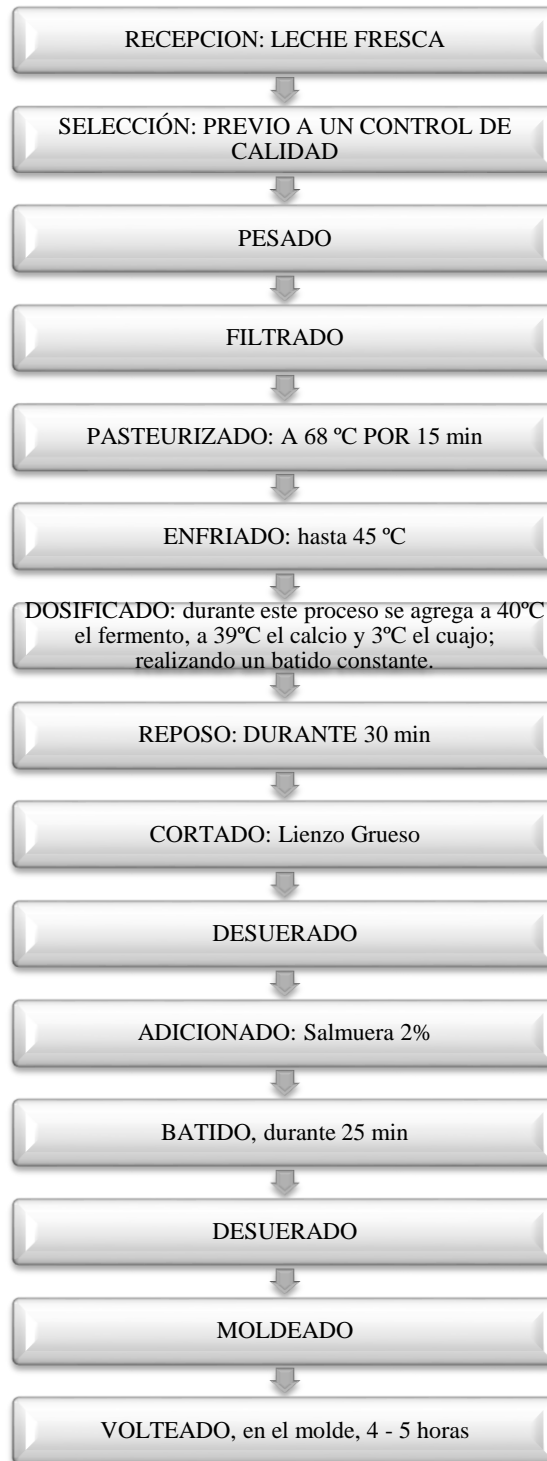
Cabe recalcar que el número de muestras finales que se tomaran serán ajustadas y determinadas por el Ministerio de Ambiente con su delegación en la Provincia de Bolívar, el muestro y los análisis debe ser realizados por un laboratorio acreditado por la OAE. Los parámetros a ser analizados se describen a continuación:

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES*</b>
Aceites y Grasas	mg/L	0,3
Color real	-	* Inapreciable en dilución: 1/20
Ph	-	5 a 9
DBO(5)	mg/L	100
DQO	mg/L	250
Sólidos Sedimentables	mg/L	1,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	100
Sólidos Totales	mg/L	1600
Fósforo	mg/L	10
Nitratos + Nitritos	mg/L	10

## ANEXO 2

### DIAGRAMAS DE PROCESO DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS DE LA QUESERA EL SALINERITO

#### Diagrama de Flujo para el Proceso de Elaboración del Queso Fresco





**Diagrama de Flujo para el Proceso de Elaboración del Queso Andino.**





## Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración del Queso Dambo







## Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Mantequilla



## Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Yogurt



**ANEXO 3**

**TABLA DE MONITOREO POR DÍA (Caracterización del Agua Residual de la Quesera EL SALINERITO)**

PARÁMETRO	UNIDADES	DÍAS DE MUESTREO					MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LÍMITES*
		01-jun-12	18-oct-12	19-oct-12	24-oct-12	25-oct-12					
Aceites y Grasas	mg/L	102,5	168,5	258,6	169,7	183,3	195,03	42,91	21,46	22	0,3
Color real	-	107	1350	1550	430	725	1013,75	524,33	262,17	51,72	* Inapreciable en dilución: 1/20
Coliformes Fecales	UFC/mL	> 1xE8	10000	23300	90000	65000	249575	434249,22	217124,61	174	-
pH	-	3,61	3,93	3,59	4,26	4,5	4,07	0,4	0,2	9,74	5 a 9
DBO(5)	mg/L	880	1890	2010	2016	2800	2179	418,05	209,02	19,19	100
DQO	mg/L	1700	3225	3500	3900	5225	3962,5	886,12	443,06	22,36	250
Sólidos Sedimentables	mg/L	0,1	6,5	10	1,5	1,6	4,9	4,12	2,06	84,16	1,0

Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	60	310	290	60	70	182,5	135,98	67,99	74,51	100
Sólidos Totales	mg/L	2804	1864	2460	7010	10100	5358,5	3908,2	1954,1	72,93	1600
Fósforo	mg/L	7,26	15,25	24,48	18,31	37,35	23,85	9,79	4,89	41,04	10
Nitritos	mg/L	0,279	0,3843	0,1189	0,059	0,115	0,17	0,15	0,07	86,19	10
Nitratos	mg/L	46,55	27,16	19,27	7,64	13,44	16,88	8,34	4,17	49,41	10

**Fuente:**LAB-CESTTA

\*Límites permisibles establecidos en el TULAS para las descargas en cuerpos de aguadulce en la tabla 12, libro VI, anexo 1.

## ANEXO 4

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 <b>oae</b> <small>Organismo de Acreditación Ecuatoriano</small> <b>ENSAYOS</b> No OAE LE 2C 06-008
---	--	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	0615
<b>ST:</b>	12 – 0307 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO
<b>Atn.</b>	N.A
<b>Dirección:</b>	Jose Dubach s/n
<b>FECHA:</b>	09 de Junio del 2012
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2012 / 06 / 01 – 14:45
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2012 / 06 / 01 – 12:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2012 / 06 / 01- 2012 / 06 / 09
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Residual Muestra Compuesta
<b>CÓDIGO LAB-CESTTA:</b>	LAB-A 0936-12
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	N.A
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Descarga COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico- Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Wilmington Hernandez / Fernando Vasconez
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

#### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H'	----	3,61	5-9	± 0,10
*Sólidos Sedimentables	PEE/LAB-CESTTA/56 APHA 2540 D	ml/L	0,1	1,0	-
*Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 APHA 4500- NO <sub>3</sub> - E	mg/L	46,55	10,0	-
Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 APHA 4500- NO <sub>2</sub> - B	mg/L	0,279	10,0	± 10%
*Color Real	PEE/LAB-CESTTA/61 APHA 2120 C	Unidades de Color	107	Inapreciable en dilución 1/20	-
Coliformes Fecales	PEE/LAB-CESTTA/48 APHA9222D,9221	UFC/100 mL	> 1 X 10 <sup>8</sup>	Remoción > al 99%	± 30%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	880	100	± 15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	1700	250	±3%
Sólidos Suspendidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	60	100	± 14%
Sólidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	2804	1600	± 6%
*Fósforo	PEE/LAB-CESTTA/81 No.4500-P	mg/L	7,26	10	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 APHA 5520 C	mg/L	102,5	0,3	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
**MC01-14**

Página 1 de 2  
Edición 1

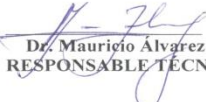
 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones SGC</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p align="center"><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
---	---	--

*Nitritos	PEE/LABCESTTA/17 APHA 4500-NO <sub>2</sub> -B	mg/L	0,115	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 APHA 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -A	mg/L	13,44	-	±12%

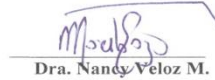
**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Resultados comparados con la TABLA 11 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (Tulas).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Álvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCIÓN  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
Dra. Nancy Veloz M.  
JEFE DE LABORATORIO

 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p align="center"><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO No:**  
**ST:**

1394  
12 – 0657 ANÁLISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:**  
**Atn.**  
**Dirección:**

COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO  
Wilmington Hernández  
Jose Dubach s/n.

**FECHA:**  
**NUMERO DE MUESTRAS:**  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:**  
**FECHA DE MUESTREO:**  
**FECHA DE ANÁLISIS:**  
**TIPO DE MUESTRA:**  
**CÓDIGO LABCESTTA:**  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:**  
**PUNTO DE MUESTREO:**  
**ANÁLISIS SOLICITADO:**  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:**  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:**

3 de Noviembre del 2012  
1  
2012/10/26 - 09:45  
2012/10/24 - 18:00  
2012/10/26 - 2012/11/03  
Procesos( muestra compuesta)  
LAB-A 1881-12  
A-4  
Descarga Cooperativa de producción el Salinerito  
Físico- Químico, Microbiológico  
Ing. Wilmington Hernandez, Fernando Vasconez.  
T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Aceites y Grasas	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	183,3	100	±1%
*Color Real	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	UTC	725	-	-
Coliformes fecales	PEE/LABCESTTA/48 APHA, 9222 D y 9221	UFC/100ml	65000	-	±20%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500 H <sup>+</sup>	Unidades de pH	4,50	5 - 9	±0,10
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	2800	250	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	5225	500	±3%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	1,6	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	70	220	±20%
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	10100	1 600	±3%
*Fosforo	PEE/LABCESTTA/21 APHA 4500-P B5/ APHA 4500-PC	mg/L	37,35	15	±16%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

Página 1 de 2  
Edición 1

MC01-14




 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p align="center"><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

*Nitritos	PEE/LABCESTTA/17 APHA 4500-NO <sub>2</sub> -B	mg/L	0,059	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 APHA 4500-NO <sub>3</sub> -A	mg/L	7,64	-	±12%


**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Resultados comparados con la TABLA 11 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (Tulas).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Alvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCIÓN  
LABORATORIO DE ENSAYO  
ESPOCH

  
Dra. Nancy Veloz M.  
JEFE DE LABORATORIO

 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p align="center"><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO No:**  
**ST:**

1394  
12 - 0657 ANÁLISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:**  
**Atn.**  
**Dirección:**

COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO  
Wilmington Hernández  
Jose Dubach s/n.

**FECHA:**  
**NUMERO DE MUESTRAS:**  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:**  
**FECHA DE MUESTREO:**  
**FECHA DE ANÁLISIS:**  
**TIPO DE MUESTRA:**  
**CÓDIGO LABCESTTA:**  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:**  
**PUNTO DE MUESTREO:**  
**ANÁLISIS SOLICITADO:**  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:**  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:**

3 de Noviembre del 2012  
1  
2012/10/26 - 09:45  
2012/10/24 - 19:00  
2012/10/26 - 2012/11/03  
Procesos( muestra compuesta)  
LAB-A 1880-12  
A-3  
Descarga Cooperativa de producción el Salinerito  
Físico- Químico, Microbiológico  
Ing. Wilmington Hernandez, Fernando Vasconez.  
T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Aceites y Grasas	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	169,7	100	±1%
*Color Real	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	UTC	430	-	-
Coliformes fecales	PEE/LABCESTTA/48 APHA, 9222 D y 9221	UFC/100ml	90000	-	±20%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500 H <sup>+</sup>	Unidades de pH	4,26	5 - 9	±0,10
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	2016	250	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	3900	500	±3%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	1,5	20	-
Sólidos Suspendedos Totales	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	60	220	±20%
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	7010	1 600	±3%
*Fosforo	PEE/LABCESTTA/21 APHA 4500-P B5/ APHA 4500-PC	mg/L	18,31	15	±12%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

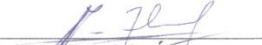
Página 1 de 2  
Edición 1

MC01-14

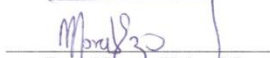
 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p><b>ACREDITACIÓN N° OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Resultados comparados con la TABLA 11 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (Tulas).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
**Dr. Mauricio Alvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
**Dra. Nancy Veloz M.**  
**JEFE DE LABORATORIO**



**LABORATORIO DE  
ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½  
Telefax: (03) 2998232  
ESPOCH  
FACULTAD DE CIENCIAS  
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE 2C 06-008**

**INFORME DE ENSAYO No:**  
**ST:**

1354  
12 - 0647 ANALISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:**  
**Atn.**  
**Dirección:**

COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO  
Wilmington Hernández  
Jose Dubach s/n / Guaranda

**FECHA:**  
**NUMERO DE MUESTRAS:**  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:**  
**FECHA DE MUESTREO:**  
**FECHA DE ANÁLISIS:**  
**TIPO DE MUESTRA:**  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:**  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:**  
**PUNTO DE MUESTREO:**  
**ANÁLISIS SOLICITADO:**  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:**  
**CONDICIONES AMBIENTALES:**

27 de Octubre del 2012  
1  
2012 / 10/ 20 - 09:50  
2012 / 10/ 19 18:00  
2012 / 10/ 20,- 2012 / 10/ 27  
Procesos (Muestra Compuesta)  
LAB-A 1857-12  
A-2  
Descarga Cooperativa de Produccion El Salinerito  
Físico-Químico y Microbiológico  
Wilmington Hernández  
T máx.:24.0 °C. T min.: 19.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 APHA 5520 C	mg/L	258,6	100	±1%
*Color real	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	UTC	1550	-	-
Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/48 APHA, 9222 D y 9221	UFC/100 ml	23300	-	±20%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup>	Unidades de pH	3,59	5 - 9	±0,10
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	2010	250	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	3500	500	±3%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	10	20	-
Sólidos suspendidos Totales	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	290	220	±10%
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	2460	1 600	±6%
*Fosforo	PEE/LABCESTTA/21 APHA 4500-P B5/ APHA 4500-PC	mg/L	24,48	15	±13%
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/17 APHA 4500-NO <sub>2</sub> -B	mg/L	0,1189	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 APHA 4500-NO <sub>3</sub> -A	mg/L	19,27	-	±10%

**OBSERVACIONES:**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados


MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 1


 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Resultados comparados con la TABLA 11 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (Tulas).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Álvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENT®  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
Dra. Nancy Vélez M.  
JEFE DE LABORATORIO



 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</b></p> <p align="center"><b>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</b></p>
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 1354  
**ST:** 12 – 0647 ANALISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:** COOPERATIVA DE PRODUCCION EL SALINERITO  
**Atn.** Wilmington Hernández  
**Dirección:** Jose Dubach s/n / Guaranda

**FECHA:** 27 de Octubre del 2012  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2012 / 10/ 20 – 09:50  
**FECHA DE MUESTREO:** 2012 / 10/ 18 19:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2012 / 10/ 20 - 2012 / 10/ 27  
**TIPO DE MUESTRA:** Procesos (Muestra Compuesta)  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-A 1856-12  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** A-1  
**PUNTO DE MUESTREO:** Descarga Cooperativa de Produccion El Salinerito  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico-Químico y Microbiológico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Wilmington Hernández  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 24.0 °C. T mín.: 19.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 APHA 5520 C	mg/L	168,5	100	±1%
*Color real	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	UTC	1350	-	-
Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/48 APHA, 9222 D y 9221	UFC/100 ml	10000	-	±20%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup>	Unidades de pH	3,93	5 - 9	±0,10
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	1890	250	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	3225	500	±3%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	6,5	20	-
Sólidos suspendidos Totales	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	310	220	±10%
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	1864	1 600	±6%
*Fosforo	PEE/LABCESTTA/21 APHA 4500-P B5/ APHA 4500-PC	mg/L	15,25	15	±12%
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/17 APHA 4500-NO <sub>2</sub> -B	mg/L	0,3843	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 APHA 4500-NO <sub>3</sub> -A	mg/L	27,16	-	±10%

**OBSERVACIONES:**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
**MC01-14**

Página 1 de 2  
Edición 1



## ANEXO 4

### TABLAS DE PARÁMETROS DE DISEÑOS

**Tabla 24.** Valores del coeficiente n de rugosidad de Manning

<b>a) Canales sin vegetación</b>	
Sección transversal uniforme, alineación regular sin guijarros ni vegetación, en suelos sedimentarios finos	0,016
Sección transversal uniforme, alineación regular, sin guijarros ni vegetación, con suelos de arcilla duros u horizontes endurecidos	0,018
Sección transversal uniforme, alineación regular, con pocos guijarros, escasa vegetación, en tierra franca arcillosa	0,020
Pequeñas variaciones en la sección transversal, alineación bastante regular, pocas piedras, hierba fina en las orillas, en suelos arenosos y arcillosos, y también en canales recién limpiados y rastrillados	0,0225
Alineación irregular, con ondulaciones en el fondo, en suelo de grava o esquistos arcillosos, con orillas irregulares o vegetación	0,025
Sección transversal y alineación irregulares, rocas dispersas y grava suelta en el fondo, o con considerable vegetación en los márgenes inclinados, o en un material de grava de hasta 150 mm de diámetro	0,030
Canales irregulares erosionados, o canales abiertos en la roca	0,030
<b>(b) Canales con vegetación</b>	
Gramíneas cortas (50-150 mm)	0,030- 0,060
Gramíneas medias (150-250 mm)	0,030- 0,085
Gramíneas largas (250-600 mm)	0,040- 0,150
<b>(c) Canales de corriente natural</b>	
Limpios y rectos	0,025- 0,030
Sinuosos, con embalses y bajos	0,033- 0,040
Con muchas hierbas altas, sinuosos	0,075- 0,150



**Fuente:** FAO, Capítulo 4 – Caudal.

**Tabla 25.**Parámetros de Diseño para Rejillas

<b>Parámetro</b>	<b>Recomendado</b>
Forma de Barra	Rectangular
Ancho de Barra	5 – 15
Espesor de barra	25 – 40
Espaciamiento (Abertura) entre barras	25 – 50
Inclinación con la vertical	45 – 600
Velocidad de Aproximación	0,45 m/s
Tiempo de Retención en el canal de aproximación	> 3s
Velocidad a través de las barras	< 0,6 m/s para caudal promedio y <0,9 m/s para caudal máximo
Pérdida de carga máxima	0,15

**Fuente:**CARGUA, Elena. “Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Residual para el Sector Santa Cruz Riobamba”. Tesis de Grado. Ing. Biotecnología Ambiental. Riobamba. Facultad de Ciencias. 2009. pp. 42

**Tabla 26.**Parámetros típicos para diseño de cascadas por oxigenación

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Carga Hidráulica para caudal promedio	1.200-6.200 m <sup>3</sup> /m.d
Carga hidráulica típica para caudal promedio	3.000m <sup>3</sup> /m.d
Altura del escalón	15-30 cm
Altura típica del escalón	20 cm
Longitud del escalón	30 – 60 cm
Longitud típica del escalón	45 cm
Altura de cascada	1.8 – 5 m

**Fuente:** Metcalf, E. (1996).

## ANEXO 5

### FOTOGRAFÍAS



Caja de Revisión



Medición de Volúmenes



Medición de Tiempo



Alícuotas para la Muestra



Descarga Final

**ANEXO 6**  
**PLANOS DE CONSTRUCCIÓN**











Doctora  
Nancy Veloz  
**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
Presente.-

**De mis consideraciones:**

Reciba un cordial saludo deseándole éxitos al frente de sus delicadas funciones, en lo que compete al tema de tesis titulada **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES: QUESERA “EL SALINERITO”, SALINAS, BOLÍVAR”** presentado por los señores Vásconez Vargas José Fernando y Hernández Amaguaya Wilmington José, egresados de la Escuela de Ciencias Químicas carrera en Ingeniería en Biotecnología Ambiental, informo a usted que el motivo por el cual no se ha realizado la construcción del sistema de tratamiento es debido a que el permiso que otorga el ministerio del ambiente en la provincia de Bolívar N°. MAE-UCAB-DPAB-2012-0418 DEL 26 DE JULIO DEL 2012 se encuentra en trámites para dar inicio a los trabajos de construcción en el área destinada para su implementación.

Particular que pongo a su consideración para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Fabián Vargas  
**GERENTE PRODUCCOP**



**GRUPPO SALINAS**

Bay Pass s/n, y Vía a Guaranda  
Telef: ++593 3 2210 029 2210 003  
[cooperativa@salinerito.com](mailto:cooperativa@salinerito.com)  
[www.salinerito.com](http://www.salinerito.com)  
Salinas de Guaranda - Ecuador