



CARRERA ESTUDIOS AMBIENTALES

TEMA:

**“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE
OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA
TURÍSTICA DE SANI LODGE”**

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título
de Tecnólogo en Estudios Ambientales

AUTOR: Dennis Alexander Lema Morales
TUTOR: Ing. Luis Muñoz

D.M. Quito, Febrero 2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios por la fortaleza que me da cada día para trabajar por mis metas y a mis padres ya que gracias a ellos puedo estar ahora aquí a un paso de completar un nuevo objetivo en mi vida porque supieron apoyarme moral y económicamente con el fin de verme convertido en un profesional. A mi hermano por apoyarme incondicionalmente en todo momento, También se la dedico a mis profesores ya que supieron compartir sus conocimientos conmigo y encarrilarme por el camino hacia el éxito profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

La empresa turística SANI LODGE, por el apoyo técnico y las facilidades brindadas para la elaboración de este proyecto.

Agradezco a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron el valor de los estudios y a superarme cada día, también agradezco a mi familia porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante. Y agradezco a Dios por darme salud, sabiduría y responsabilidad para completar cada pasó que he elegido dar en mi vida. Estoy seguro que mis metas planteadas serán cumplidas en un futuro con esfuerzo y dedicación sin olvidar el respeto que engrandece a la persona.

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, DENNIS ALEXANDER LEMA MORALES., autor del presente informe, me responsabilizo por los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo.

Atentamente

(DENNIS ALEXANDR LEMA MORALES)

Quito, Febrero 2019

Ing. Luis Muñoz
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Ing. Luis Muñoz

Quito, Febrero 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes clausulas:

PRIMERA: El Ing. LUIS MUÑOZ. Y por sus propios derechos en calidad de Director del trabajo fin de carrera; y el Sr. DENNIS ALEXANDER LEMA MORALES por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo fin de carrera.

SEGUNDA:

UNO.- El Sr. DENNIS ALEXANDER LEMA MORALES realizó el trabajo fin de carrera titulado: PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA TURÍSTICA DE SANI LODGE para optar por el título de, TECNÓLOGO EN ESTUDIOS AMBIENTALES en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de Ing. LUIS MUÑOZ

DOS.- Es política del Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, que los trabajos fin de carrera se aplique, se materialicen y difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. LUIS MUÑOZ , en calidad de director del trabajo fin de carrera y la Sr. DENNIS ALEXANDER LEMA MORALES como autora del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera titulado: PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA TURÍSTICA DE SANI LODGE y conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: aceptación: las partes declaradas que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derecho.

(Ing. LUIS MUÑOZ)

(DENNIS ALEXANDER LEMA MORALES)

Quito, Febrero 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO.....	1
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORIA	iv
CERTIFICA.....	v
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA..	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN.....	13
Nombre del proyecto	14
Marco contextual – Antecedentes.....	14
Involucrados	16
Problema De Investigación.....	17
Idea a defender.....	20
Objeto de estudio y campo de acción	20
Objeto de estudio	20
Campo de acción	20
Justificación.....	21
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos	22
Árbol de objetivos	23
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	24
Marco Teórico	24
1.1 El Agua.....	24
1.2 Aguas Residuales.....	24
1.2.1Características físico-químicas de las aguas residuales.....	26
1.2.1.1 Materia Orgánica	26
1.2.1.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	27
1.2.1.4. Demanda Química de Oxígeno.	27
1.2.1.5. Potencial Hidrógeno	28
1.2.1.6. Materia Sólida	28
1.2.1.7. Nitrógeno	29
1.2.1.8. Nitrógeno inorgánico	29
1.2.1.9. Nitrógeno orgánico	29
1.2.1.10. Nitrógeno de nitrito	30
1.2.1.11. Nitrógeno de nitrato.....	30
1.2.1.12. Fósforo.....	30
1.2.1.13. Cloruros	31
1.2.1.14. Alcalinidad	31

1.2.1.15. Grasas	31
1.2.1.16. Carbono Orgánico total	32
1.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
DOMÉSTICAS.....	32
1.3.1. Tratamiento preliminar	32
1.3.2. Tratamiento primario.....	33
1.3.2.1. Remoción de sólidos.....	33
1.3.2.2. Remoción de arena, escaneo o maceración	33
1.3.2.3. Sedimentación	33
1.3.2.4. Flotación	34
1.3.2.5. Digestión.....	34
1.3.2.6. Desecación.....	35
1.3.3. Tratamiento secundario	35
1.3.3.1 Filtro de goteo.....	35
1.3.3.2. Fango activado.....	36
1.3.3.3. Estanque de estabilización o piscina	36
1.3.3.4. Camas filtrantes (camas de oxidación).....	36
1.3.3.5. Placas rotativas y espirales	37
1.3.3.6. Filtros aireados biológicos.....	37
1.3.3.7. Reactores biológicos de membrana	37
1.3.4. Tratamiento terciario	37
1.3.4.1. Remoción de nutrientes	38
1.3.4.2. Desinfección	39
1.4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON	
PISCINAS OXIDACIÓN.....	40
1.4.1. Clases de piscinas	41
1.4.1.1 Piscinas Aerobias.....	41
1.4.1.2 Piscinas Facultativas.....	41
1.4.1.3 Piscinas aireadas con mezcla parcial	42
1.4.1.4 Piscinas Anaerobias.....	42
1.4.2. Transformación de los constituyentes de las aguas residuales	42
1.4.2.1. Remoción de la DBO.....	42
1.4.2.2. Remoción de sólidos suspendidos totales.....	43
1.4.2.3. Remoción de Nitrógeno.....	43
1.4.2.4. Remoción de Fósforo	43
1.4.2.5. Remoción de organismos patógenos	44
1.4.3. Diseño de Piscinas	45
1.4.3.1. Diseño de Piscinas facultativas.....	45
1.4.3.3. Diseño de Piscinas Aerobias.....	45
1.4.3.4. Diseño de Piscinas aireadas	45
1.4.4. Aspectos constructivos para las Piscinas de tratamiento.....	48
1.4.4.1. Tratamiento Preliminar.....	48

1.4.4.2. Factores Constructivos de las Piscinas	50
1.4.4.3. Forma y número de Piscinas.....	56
1.5 SISTEMA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	62
1.5.1 Diseño de la planta de tratamiento	62
1.5.2 Las principales consideraciones en el PTAR	63
1.5.3 Remoción de DQO y producción de lodos.....	64
Metodología.....	67
Resultados obtenidos	67
1.6 Análisis desde las variables de investigación	68
1.7 Bases teórico científicas	71
1.8 Marco conceptual – definición de términos básicos.....	84
1.9 Marco legal	88
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO	93
2.1. Antecedentes diagnósticos.....	93
2.1.1 Universo y muestra	93
2.1.2 Muestra	94
2.2. Variables diagnósticas	96
2.3. Indicadores	96
2.4 Presentación gráfica de resultados.....	97
2.5 Análisis e interpretación de resultados	103
2.5.1 La encuesta	103
2.5.2 Entrevista.....	103
Resultados de la muestra	104
CAPÍTULO III: PROPUESTA	105
3.1. Título de la propuesta– Descripción.....	105
3.2 Macro y micro localización	107
3.3. Esquema de la propuesta (viabilidad, impacto, recursos)	108
3.3.1 Viabilidad	108
3.3.2 Impacto Social	110
3.3.3 Económico	110
3.3.4 Ambiental	111
3.4 Presupuesto.....	112
3.4.1 Presupuesto de las piscinas de oxidación	112
3.4.2 Presupuesto de planta de tratado aguas domésticas	113
3.5 Desarrollo de la propuesta	114
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	121
A).....	121
B)	122
REFERENCIAS	123
APÉNDICES	125

ANEXOS	128
ANEXO 1	129
ANEXO 2	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de Involucrados	14
Tabla 2 Árbol de problemas.....	19
Tabla 3 Principales contaminantes de las aguas Residuales.....	25
Tabla 4: Características de diseño y desempeño de los sistemas con piscinas.	44
Tabla 5: Características generales de las rejillas	49
Tabla 6 Fauna	73
Tabla 7 Flora	75
Tabla 8	97
Tabla 9	98
Tabla 10	99
Tabla 11	100
Tabla 12	101
Tabla 13	102
Tabla 14 Análisis de resultados de laboratorio	104
Tabla 15 Presupuesto Del Costo de las piscinas de oxidación	112
Tabla 16 Presupuesto Del Costo de las piscinas de oxidación	112
Tabla 16 Presupuesto económico de planta de tratamiento	113
Tabla 17 Diseño de la piscinas facultativa	115
Tabla 18 Diseño de la piscinas aerobia	116
Tabla 19 Diseño de piscina Anaerobia	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Grafico 1 Sistema de rejillas para piscinas de oxidación.	49
Grafico 2 Mapa localización de Sani Lodge	71
Grafico 3 Mapa localización de Sani Lodge	72
Foto 4 Fauna de la empresa turística Sani Lodge	74
Foto 5 Flora la empresa turística Sani Lodge	74
Grafico 6 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	92
Grafico 7	97
Grafico 8	98
Grafico 9	100
Grafico 10	101
Grafico 11	102
Foto 12 Piscinas de oxidación	105
Foto 13 Piscina de oxidación	105
Grafico 14 Planta de tratamiento	106
Grafico 15 Planta de tratamiento	106
Grafico 16 Mapa localización de Sani Lodge	107
Grafico 17 mapa localización de Sani Lodge	107
Foto 18 Sani Lodge	108
Grafico 19 piscina facultativa	115
Grafico 20 Piscina Aerobia	116
Grafico 21 piscina anaerobia	117
Grafico 22 planta de tratado	118
Grafico 23 planta de tratado	118

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA TURISTICA SANI LODGE

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo primordial una propuesta para el diseño de piscinas de oxidación de tratamiento de aguas residuales para la empresa turística Sani Lodge, con énfasis en tratamientos naturales de infiltración directa en el terreno o métodos acuáticos, como una alternativa sostenible y de bajo coste para reducir la contaminación ambiental y garantizar la salud de los habitantes y de los turistas y potenciar el rehusó del agua residual.

El contenido de la presente tesis consta de: generalidades, caracterización de aguas residuales, caracterización físico-química del agua y el diseño de piscinas de oxidación de tratamiento de aguas residuales.

Se realizó un análisis de la situación actual y área disponible a partir información levantada en visitas de campo. Caracterización del efluente generado mediante muestreo y posterior análisis en el laboratorio.

INTRODUCCIÓN

El recurso agua es indispensable en las actividades del ser humano por tal motivo las labores realizadas deben ser responsables en el manejo de este importante recurso. Actualmente se plantean tecnologías para el manejo y cuidado por lo que se han venido implementando normativas que permitan cumplir con este propósito.

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales, es por esto que los tratamientos de las aguas de desecho son procesos en los cuales los microorganismos juegan un papel crucial.

Por lo general las empresas generan efluentes con altas cargas de contaminantes y por tal motivo tienen el desafío de establecer tecnologías que permitan devolver el agua en las condiciones especificadas dentro límites permisibles establecidos por la normativa ambiental (TULSMA)

Las piscinas de oxidación son alternativas que han venido aplicándose en los últimos años por permitir un tratamiento a las aguas residuales ya que implican bajos costos de implementación y los resultados son los deseados según experiencias realizadas en municipios, actualmente la empresa busca tener mayor prestigio y cumplir con su responsabilidad ambiental por lo que han optado por estrategias limpias y eficientes para sus efluentes

Para este proyecto se realizó la investigación en la empresa Sani Lodge la cual está ubicada la provincia de Sucumbíos en el corredor intermedio del Parque Nacional Yasuní, y la identificación de las actividades que generen

contaminación, el diseño de tres sistemas de piscinas de oxidación y el análisis de la mejor alternativa para implementar en el caso considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Nombre del proyecto

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA TURISTICA SANI LODGE

Marco contextual – Antecedentes

Tabla 1 Análisis de Involucrados

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS	MANDATO	CONFLICTOS POTENCIALES
Ministerio del Ambiente.	Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.	Actividades de explotación de recursos ilegales.	Económico y técnicos.	Constitución del Ecuador. Ley de Gestión Ambiental.	Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Energía y Minas.
Ministerio del Turismo.	Potenciar atractivos turísticos.	Poca publicidad del área protegida. Poco interés.	Económico y técnicos.	Constitución del Ecuador. Ley de Comunicación.	Ministerio del Ambiente.
Empresas turísticas.	Ganar dinero mediante el turismo.	Poca apertura al turismo en el área protegida.	Económico y técnicos.	Constitución del Ecuador. Ley de Comunicación.	Ministerio del Ambiente.
EMPRESA DE TURISMO SANI LODGE	Proteger el área protegida.	Falta de conocimiento de la normas ambientales por parte de la	Técnicos.	Constitución del Ecuador. Ley de Gestión Ambiental.	Ministerio del Ambiente y de Turismo

		administración de SANI LODGE			
Guías de turismo.	Dar a conocer los atractivos del área protegida al visitante.	Poca libertad para acceder a cualquier zona del área protegida.	Técnicos	Ninguno	Permisos para operar
Gobierno de Sucumbíos	Manejar las zonas y recursos que se encuentra en su jurisdicción.	Falta de interés, ayuda por parte del gobierno hacia la empresa turística Sani Lodge.	Económico y técnicos.	Constitución del Ecuador. Planes de Ordenamiento Territorial. Normativa ambiental de los GAD's	Ministerio del Ambiente.
Empleados de la empresa turística Sani Lodge	Ganar dinero mediante la guianza y el ecoturismo	No cuentan con un título certificado de guías.	Económico y técnicos.	Ninguno	Ministerio del Ambiente y de Turismo
Operadores de las lanchas	-Económico -Potenciar atractivos turísticos en Sani Lodge	No existe apoyo de ninguna institución pública o privada para formar una asociación de lanchas y así trabajar para Sani Lodge.	Recursos propios	Se rigen a las leyes que impone la empresa Sani Lodge	Ministerio del Ambiente.
MINISTERIO DE SALUD	Proporcionar medicina a las	Poco interés hacia la comunidad de	Ayudan con medicina y charlas de	falta de interés por parte de ministerio de	Ministerio del Ambiente

	comunidades	Sani Lodge	primeros auxilios a la comunidad Sani isla	salud y el MAE	
--	-------------	------------	---	-------------------	--

NOTA: Principales involucrados en la empresa turística Sani Lodge

Elaborado por: Autor del proyecto

Involucrados

El presente proyecto se desarrolla en la empresa turística Sani Lodge y tiene como principales involucrados, la empresa turística Sani Lodge, Guías Nativos de Sani Lodge, Operadores de lanchas, los cuales están interesados en el ecoturismo, potenciar los atractivos turísticos y el cuidado del medio ambiente.

Además de todos estos involucrados se identificó al Ministerio del Ambiente, Ministerio de Turismo, que tienen como objetivo la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y potenciar los atractivos turísticos.

Además está involucrado el Ministerio de Salud que proporciona medicina y tratamiento a las comunidades de Sani isla y a los trabajadores de Sani Lodge.

Problema De Investigación

En la provincia de Sucumbíos se encuentra la empresa turística Sani Lodge el cual está ubicada en el corredor intermedio del Parque Nacional Yasuní, es propiedad de Comuna Kichwa Sani Isla con 42.000 hectáreas de selva no intervenida en el cual se realizan actividades administrativas, de mantenimiento y diferentes servicios turísticos. La empresa tiene la capacidad de alojamiento para 40 personas. Para lo cual las habitaciones están dotadas de baño, ducha y lavamanos, se realiza lavado de ropa del personal para lo cual el campamento cuenta con lavanderías, la misma que está dotada de baños y lavamanos tanto para el personal masculino y femenino encargado de la realización de esta actividad. El departamento administrativo cuenta con oficinas, salas de reuniones, recepción, dotados con baños y lavamanos tanto para el personal como para visitas.

De acuerdo a lo verificado en el sitio la empresa turística Sani Lodge dispone de pozos sépticos los cuales con el pasar el tiempo y el uso diario se están llenando y no cuentan con un sistema de tratamiento depuración de aguas.

El problema ambiental principal es la generación de aguas residuales, grises, negras y de mantenimiento. Las aguas residuales contienen sólidos en suspensión y solución, los cuales están conformados generalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, ureas, aminos, aminoácidos, celulosa, grasas y jabones. Además estas aguas presentan organismos patógenos de origen humano como coliformes totales, coliformes fecales y salmonellas. (tratamiento del agua, (s/f))

El vertido de sustancias orgánicas produce disminución del oxígeno disuelto, ya que los microorganismos que degradan la materia orgánica consumen oxígeno

para su oxidación. Si la demanda de oxígeno es superior a la aireación por disolución de oxígeno atmosférico, se puede llegar a un ciclo anaerobio en el que se consume oxígeno.

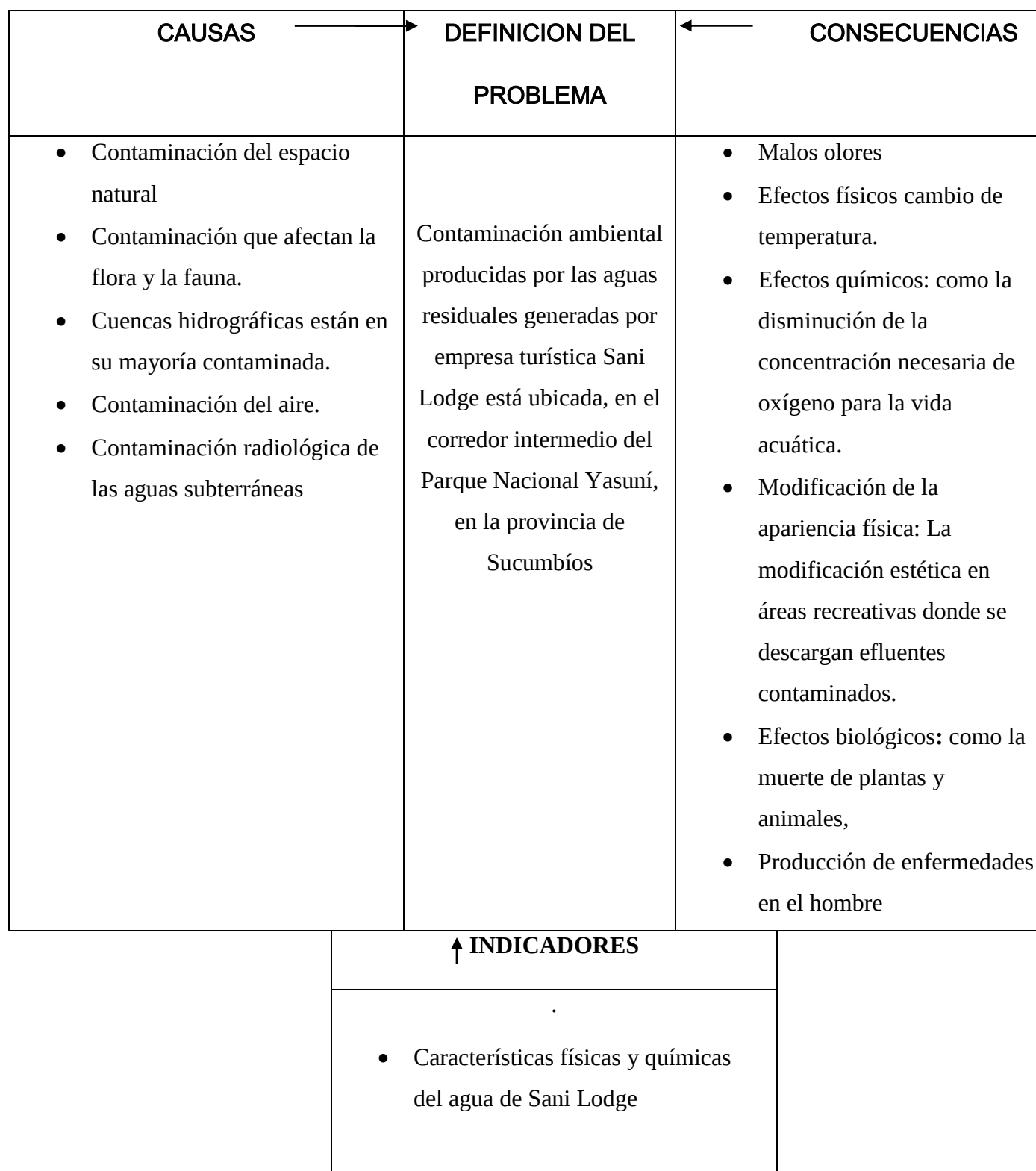
Combinado en lugar de molecular, creándose un ambiente reductor, con la aparición de amoníaco, nitrógeno y ácido sulfhídrico, y la reducción de sulfatos a sulfuros; el agua se torna oscura, de olor desagradable y con gérmenes patógenos.

(Dinamica ambiente, (s.f.))

Otra causa es de este gran problema es que debido al aumento de turistas en Sani Lodge aumenta el consumo de agua potable, y eso ha ocasionado una mayor producción de aguas residuales de tipo doméstico, la cual es portadora de agentes patógenos y sustancias químicas de difícil degradación. De esta manera, los flujos de aguas residuales domesticas tienen destino a las quebradas, ríos, cuerpos lacustres y riveras del mar, contaminando los cuerpos de aguas de muchas poblaciones que no cuentan con servicios de abastecimiento de agua potable, así como contaminando las fuentes de agua de los sistemas de captación de agua superficial. (Dinamica ambiente, (s.f.))

Otro de los factores de las aguas residuales en la empresa Sani Lodge, es que no cuenta con un sistema de depuración de aguas residuales ya que el desinterés de las personas es muy notable y no se dan cuenta que las aguas residuales albergan Microorganismos que causan enfermedades (patógenos), Incluyendo virus, protozoos y bacterias.

Tabla 2 Árbol de problemas



NOTA: Árbol de problemas de la empresa turística Sani Lodge

Elaborado por: Autor del proyecto

Idea a defender

“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PISCINAS DE OXIDACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA TURISTICA SANI LODGE”

Objeto de estudio y campo de acción

Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación se centra en el análisis de una alternativa que solucione las falencias que presenta el actual sistema de tratamiento para aguas residuales en la empresa turística Sani Lodge.

Campo de acción

El presente trabajo tiene como campo de acción realizar una propuesta para el diseño de Piscinas de oxidación y planta de tratamiento domesticas de aguas residuales generadas en la empresa turística SANI LODGE, el que involucra la caracterización del agua residual doméstica, la aplicación teórica de fundamentos sobre las piscinas de estabilización y, proponer un replanteo que favorezca a la empresa Sani Lodge, que además, cumpla con el régimen ambiental.

Justificación

Las actividades del ser humano en su gran mayoría requieren la utilización del recurso agua, el mismo que es importante preservar debido a esto la utilización debe ser realizada de manera concientizada y racional. En las actividades realizadas por el ser humano se utilizan químicos, y estos productos generan ciertos compuestos que pueden alterar las condiciones adecuadas de los recursos hídricos donde se los descarga, contaminándolos si no se realiza una gestión adecuada de los mismos.

El presente trabajo se realiza con el fin de generar un documento que sirva de base para el adecuado manejo técnico y ambiental del recurso agua proveniente de la empresa, así como para brindar alternativas para el diseño de un sistema de tratamiento con piscinas de oxidación y plantas de tratamiento domestico de las Aguas Residuales generadas por la empresa Sani Lodge y mejorar el tratamiento de los mismos, tanto las piscinas de oxidación como la planta de tratamiento domestica son excavaciones de poca profundidad en la cual nos permitirá evitar la contaminación ,y en la cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica.

En el caso de que existan diferentes sitios de desembocaduras de aguas residuales en el área se realizaran canales cerrados que serán dirigidos hacia las piscinas de oxidación o a la planta de tratamiento doméstica, con el fin de prevenir la contaminación a los afluentes de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos que se encuentran en la zona de influencia, preservar la flora y fauna de la zona, garantizar el aprovechamiento responsable del recurso agua. Se tiene como meta desarrollar las operaciones necesarias para que el efluente cumpla con todos los límites permisibles dentro de la normativa ambiental que para que exige el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) de esta manera preservar el medio ambiente dentro del cual se realizan las actividades de la empresa o y lograr un proyecto socio-económico y ambientalmente equilibrado.

Tanto los turistas, el propietario, sus trabajadores son los principales beneficiados de la investigación realizada, teniendo en cuenta que este proyecto va a mitigar los daños ambientales que sean producido en el sector aledaño

Objetivos

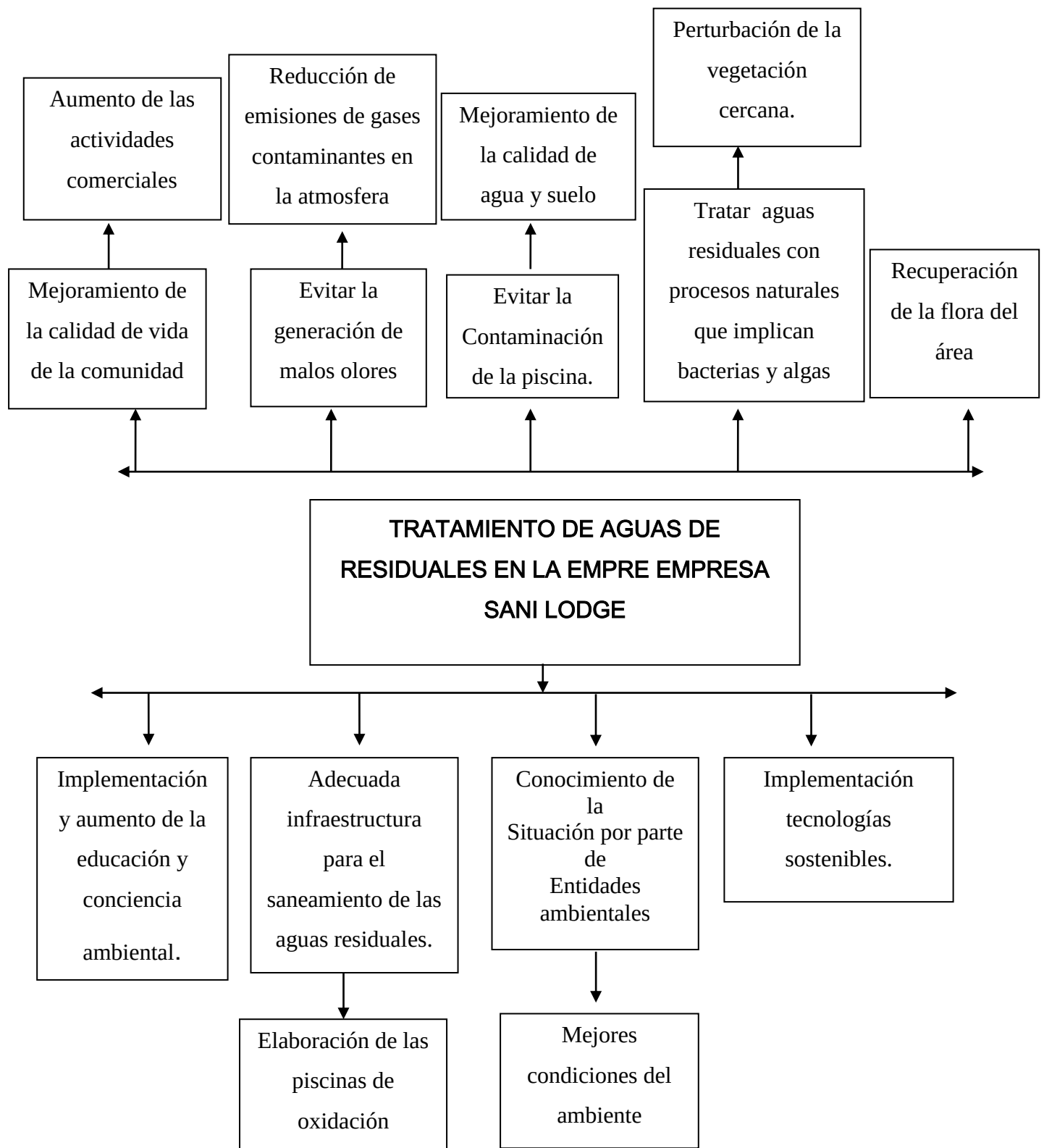
Objetivo General

EVALUAR, SELECCIONAR Y PROPONER UN DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN LA PISCINA DE OXIDACION Y PLANTA DE TRATAMIENTO DOMESTICO EN LA EMPRESA TURISTICA SANI LODGE

Objetivos Específicos

- Formular la propuesta sobre el diseño de piscinas de oxidación y la planta de tratamiento domestico para el tratamiento de aguas residuales de la empresa turística Sani Lodge
- Establecer la opción más viable entre el diseño de piscinas de oxidación y la planta de tratamiento domestico
- Exponer los resultados a la gerencia de la empresa turística Sani Lodge
- Determinar la factibilidad económica, técnica y ambiental en el tratamiento de aguas residuales generadas en la empresa turística Sani Lodge mediante piscinas de oxidación y la planta de tratamiento doméstico.

Árbol de objetivos



NOTA: Árbol de objetivos de la empresa turística Sani Lodge
Elaborado por: Autor del proyecto

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Marco Teórico

1.1 El Agua

El agua ocupa las tres cuartas partes de la superficie del planeta. Se compone de tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrogeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H₂O.

La Viscosidad es relativamente baja, fluye con facilidad, es incompresible, relaciones presión -densidad no son importantes, disuelve muchas y variadas sustancias.

El comportamiento térmico del agua es único en varios aspectos, debido a que sus asociaciones intermoleculares son inusualmente fuertes. (Toscano Pozo, 2014, p. 29)

1.2 Aguas Residuales

Se denominan aguas residuales a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial, se les llama también aguas servidas, aguas negras o aguas cloacales.

El término residual se emplea ya que el agua luego de ser usada constituye un residuo que no se puede usar directamente, son negras por el color que habitualmente tienen. Algunas veces se hace una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales considerando la procedencia de las primeras sólo de uso doméstico mientras a las segundas correspondientes a la mezcla de aguas domésticas e industriales. (Toscano Pozo, 2014, p. 29)

Las aguas residuales generalmente están compuestas por los siguientes contaminantes:

Tabla 3 Principales contaminantes de las aguas Residuales

Contaminantes De Las Aguas Residuales		
Sólidos suspendidos.	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red	Causa depósitos de lodo y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos
Compuestos orgánicos biodegradables	Desechos domésticos e industriales	Causa degradación biológica, que incrementa la demanda de 15 oxígeno en los cuerpos receptores y ocasiona condiciones indeseables
Microorganismos patógenos	Desechos domésticos	Causan enfermedades transmisibles
Nutrientes	Desechos domésticos e industriales	Pueden causar la contaminación del agua, suelo y aire
Compuestos orgánicos refractarios	Desechos industriales	Pueden causar problemas de sabor y olor, pueden ser tóxicos o carcinogénicos
Metales pesados	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, pueden interferir con el tratamiento y reuso del efluente
Sólidos inorgánicos disueltos	Debido al uso doméstico o industrial se incrementan con respecto a su nivel en el suministro de agua	Pueden interferir con el reuso del efluente

NOTA: Principales contaminantes de las aguas residuales
(Toscano Pozo, 2014, p. 14) Tesis Cap. III
Elaborado por: Autor del proyecto

1.2.1 Características físico-químicas de las aguas residuales

Las principales características físico-químicas de las aguas residuales son : materia orgánica, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos en suspensión, Nitrógeno (Orgánico, Amoniacal, nitrato, nitrito), fósforo (orgánico, inorgánico), cloruros, alcalinidad, grasas, carbono orgánico total, boro, metales pesados (cadmio, níquel, cromo, cobre, hierro, plomo, mercurio, manganeso, zinc), pesticidas (organoclorados y organofosforados). (Toscano Pozo, 2014, p. 30)

1.2.1.1 Materia Orgánica

La materia orgánica representa uno de los parámetros más importantes de la contaminación, es aquella que agota el oxígeno disuelto en las masas de agua. En el agua residual de descomposición típica cerca del 70% de los sólidos suspendidos y el 45-50% de los sólidos fijos. La materia orgánica está compuesta de carbono, hidrógeno, oxígeno y de nitrógeno en algunos casos. La materia orgánica se divide en diferentes grupos.

Proteínas: constituyen del 40 al 60% de las aguas residuales, la úrea y las proteínas son la principal fuente de nitrógeno en las aguas residuales y si se encuentran en grandes cantidades pueden producir malos olores.

Carbohidratos: constituyen del 25 al 50% de las aguas residuales, provienen de la materia vegetal, este grupo incluye a los azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera.

Aceites y grasas: se generan en la comida, son compuestos muy estables y difíciles de descomponer por las bacterias.

Surfactantes: Son moléculas grandes ligeramente solubles en agua y causan espuma, conocidos como detergentes se usan generalmente en la limpieza y pueden ocasionar problemas en la aireación. (Toscano Pozo, 2014, p. 31)

1.2.1.2 Oxígeno disuelto

El Oxígeno disuelto es uno de los principales parámetros de las aguas residuales, muchos organismos dependen del para mantener los procesos metabólicos, para obtener energía y efectuar su reproducción. Además se constituye el principal

indicador del estado contaminación de una masa de agua, ya que la materia orgánica contenida en esta tiene como efecto directo el consumo del oxígeno disuelto. Como indicador de calidad de agua residual debe tener un máximo de 110% de la concentración de saturación.

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y otros gases que puede estar presente en la solución, viene condicionada por los siguientes aspectos: (1) solubilidad del gas; (2) presión parcial del gas en la atmósfera; (3) temperatura, y (4) pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.). Debido a que la velocidad de las reacciones bioquímicas que consumen oxígeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales. El problema se agrava en los meses de verano, debido a que el caudal de los cursos de agua es generalmente menor, razón por la cual la cantidad total de oxígeno disponible es también menor. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno. (Aguamarket, (s.f.))

1.2.1.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La demanda Bioquímica de Oxígeno DBO es causada por la materia orgánica arrojada a las masas y corrientes de agua, la cual se constituye en el alimento para las bacterias que se reproducirán rápidamente.

1.2.1.4. Demanda Química de Oxígeno.

La DQO o Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido. Existen distintas formas de disminuir la DQO como los tratamientos físico-químicos, la electrocoagulación y el ozono.

La DBO o Demanda Biológica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable existente en un agua residual. Es por tanto una medida del componente orgánico que puede ser degradado mediante procesos biológicos. Se puede decir por tanto que la DBO representa la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO representa tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable. (hidritec, 2011)

1.2.1.5. Potencial Hidrógeno

La concentración del ión Hidrógeno es un importante parámetro de calidad tanto de las aguas naturales, como de las residuales, Mide la magnitud de acidez o alcalinidad del agua residual. Es importante mencionar que el intervalo de pH adecuado para la existencia de la mayor parte de la vida biológica es relativamente estrecho, normalmente entre pH 5 y 9.

Si el pH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido, el pH de la fuente receptora puede ser alterado, por esta causa la mayoría de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser descargados dentro de los límites específicos de pH. (Toscano Pozo, 2014, p. 32)

1.2.1.6. Materia Sólida

La materia sólida del agua residual está presente en forma disuelta y suspensión, la determinación de ésta es importante para establecer el mayor o menor grado de depuración que se obtendrá de acuerdo con la eficiencia del tratamiento.

La concentración de sólidos totales indica la cantidad de lodos que se producirán diariamente en condiciones normales. Además indican la turbiedad debido a los sólidos no filtrables.

Las sustancias obtenidas por filtración o centrifugación y por decantación de una muestra de agua corresponden a la materia en suspensión, mientras que la que no puede separarse por estos métodos y pasa a través del papel filtro se denomina materia disuelta. La materia en suspensión constituye la contaminación más fácil de eliminar del agua, siendo la sedimentación el principal mecanismo de eliminación.

La concentración de sólidos suspendidos se debe a material causado por partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basura y aquellas otras que pueden ser perceptibles a simple vista. Esta concentración afecta la DBO y DQO debido a que los sólidos consumen el oxígeno existente. (Toscano Pozo, 2014, p. 32)

1.2.1.7. Nitrógeno

Los elementos nitrógeno son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bio estimulantes. Debido a que el nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas, se necesita conocer datos sobre la presencia de este nutriente a la hora de evaluar el tratamiento del agua residual mediante procesos biológicos; y en casos de que la concentración de nitrógeno sea insuficiente será necesario adicionarlo para lograr que el agua residual sea tratable. El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato. (Toscano Pozo, 2014, p. 33)

1.2.1.8. Nitrógeno inorgánico

También llamado nitrógeno amoniacal, este influye en el pH de las aguas. Gran parte del nitrógeno presente en el agua residual se debe a los compuestos nitrogenados utilizados en la agricultura y en la industria química como por ejemplo el uso de fertilizantes y detergentes.

El amoníaco se encuentra en el agua residual debido a una degradación incompleta de la materia orgánica. La presencia de este nutriente significa una posible contaminación debido a bacterias, desechos de origen animal, y por tanto puede considerarse como “insegura”. (Toscano Pozo, 2014, p. 33)

1.2.1.9. Nitrógeno orgánico

El Nitrógeno orgánico contribuye al desarrollo de las bacterias y demás seres acuáticos no deseables. Su presencia en las aguas residuales es aportada a través de las excretas humanas, además se los encuentra en la forma de proteínas, aminoácidos y urea. La presencia de nitrógeno orgánico en las aguas residuales urbanas se debe también a los residuos domésticos formados por proteínas o productos de su degradación: poli péptidos. (Toscano Pozo, 2014, p. 33)

1.2.1.10. Nitrógeno de nitrito

Es un indicador de contaminantes previo al proceso de estabilización, y rara vez su concentración excede de 1 mg/L en aguas residuales. Los nitritos son de gran importancia porque son altamente tóxicos para peces y demás seres acuáticos.

Los nitritos pueden estar presentes en las aguas, bien por la oxidación del amoníaco o por la reducción de los nitratos. En el primer caso, es casi segura que su presencia se deba a una contaminación reciente, aunque haya desaparecido el amoníaco.

Los nitritos presentes en aguas residuales tratadas son oxidados por adición de cloro, lo cual ocasiona un aumento en la demanda de cloro y en los costos de desinfección. (Toscano Pozo, 2014, p. 33)

1.2.1.11. Nitrógeno de nitrato

En un agua típicamente urbana no deben existir nitratos y su presencia se debe a la oxidación del nitrógeno amoniacal en presencia de oxígeno, ya que la preponderancia del 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. (Toscano Pozo, 2014, p. 34)

1.2.1.12. Fósforo

El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas de algas, es de mucho interés limitar la cantidad de compuestos de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, y a través de las escorrentías naturales. Como ejemplo se puede citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo como P puede variar entre 4 y 15 mg/l. (Aguamarket, (s.f.))

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y microorganismos protistas, por tal razón, al nitrógeno y al fósforo se los llama bio estimuladores.

Este parámetro físico se encuentra en el agua residual urbana principalmente por la materia fecal humana (50-65%), de los vertidos de residuos alimenticios y de los compuestos de fosfato inorgánico contenidos en los detergentes y de los productos de limpieza. El uso de los detergentes como sustituto del jabón ha aumentado en gran medida el contenido de fósforo de las aguas residuales domésticas. (Toscano Pozo, 2014, p. 34)

1.2.1.13. Cloruros

La presencia de cloruros en las aguas residuales urbanas es un parámetro importante. Las heces humanas por ejemplo, suponen unos 6g de cloruros por persona y día. En lugares donde la dureza del agua es alta, los compuestos usados para reducir la dureza son fuentes de origen de cloruros. (Toscano Pozo, 2014, p. 34)

1.2.1.14. Alcalinidad

La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos. Normalmente, el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos. La alcalinidad se determina por titulación con un ácido normalizado, expresándose los resultados en carbonato de calcio, CaCO_3 . La concentración de alcalinidad en un agua residual es importante en aquellos casos en los que empleen tratamientos químicos, en la eliminación biológica de nutrientes, y cuando haya que eliminar el amoníaco mediante arrastre por aire. (Aguamarket, (s.f.))

1.2.1.15. Grasas

Las grasas son los compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal. Es importante analizar específicamente la presencia de grasas en el agua residual, ya que pueden provocar problemas en determinadas partes del tratamiento provocando: mal olor, formaciones de espuma

e inhiben la vida de los microorganismos, además provocan problemas de mantenimiento y pueden obstruir conductos.

Las grasas están siempre presentes en las aguas residuales domésticas debido al uso de manteca, grasas y aceites vegetales en cocinas. Pueden estar presentes como aceites minerales derivados del petróleo, debido a contribuciones no permitidas, como por ejemplo: estaciones de servicio, y son altamente indeseables porque se adhieren a las tuberías provocando su obstrucción.

(Toscano Pozo, 2014, p. 35)

1.2.1.16. Carbono Orgánico total

El carbono orgánico total es un nutriente necesario para el desarrollo de la flora acuática y por tanto la convivencia o no de su presencia en el vertido va a depender de cuales sean las aplicaciones o los tratamientos que se vayan a hacer. Si su concentración es elevada provocará el crecimiento de algas indeseables. El carbono orgánico está presente especialmente debido al uso de fertilizantes y a residuos de alimentos. (Toscano Pozo, 2014, p. 35)

1.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

El tratamiento de aguas residuales domésticas se puede realizar en cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

1.3.1. Tratamiento preliminar

Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pre tratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento eficiente de las maquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

En el pre tratamiento se efectúa un desbaste para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar las arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y un desengrasado para eliminar los aceites presentes en el agua residual así como elementos flotantes. (Toscano Pozo, 2014, p. 37)

1.3.2. Tratamiento primario

Comprende procesos de sedimentación y tamizado se usa para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos, a este proceso se lo conoce también como tratamiento mecánico se da mediante los siguientes procesos:

1.3.2.1. Remoción de sólidos

En este proceso el afluente es filtrado en cámaras de rejas con el propósito de eliminar los objetos grandes, tales como trapos, latas, frutas, papel higiénico, etc. Éste es el usado más comúnmente mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente.

1.3.2.2. Remoción de arena, escaneo o maceración

En este proceso existe un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, éste equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena (clasificador de la arena) seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena podría ser alimentado en el incinerador en un procesamiento de planta de fangos, pero en muchos casos la arena es enviada a un terraplén.

(Toscano Pozo, 2014, p. 37)

1.3.2.3. Sedimentación

Una vez eliminada la fracción mineral sólida, el agua pasa a un depósito de sedimentación donde se depositan los materiales orgánicos, que son retirados para su eliminación. El proceso de sedimentación puede reducir de un 20 a un 40% la DBO5 y de un 40 a un 60% los sólidos en suspensión.

En esta etapa el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques, llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. El propósito principal de la

etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que puede ser tratado separadamente. Los tanques primarios de establecimiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogidos hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba puede llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento. (Toscano Pozo, 2014, p. 38)

1.3.2.4. Flotación

Una alternativa a la sedimentación, utilizada en el tratamiento de algunas aguas residuales, es la flotación, en la que se fuerza la entrada de aire en las mismas, a presiones de entre 1,75 y 3,5 kg por cm². El agua residual, súper saturada de aire, se descarga a continuación en un depósito abierto. En él, la ascensión de las burbujas de aire hace que los sólidos en suspensión suban a la superficie, de donde son retirados. La flotación puede eliminar más de un 75% de los sólidos en suspensión. (Toscano Pozo, 2014, p. 38)

1.3.2.5. Digestión

La digestión es un proceso microbiológico que convierte el cieno, orgánicamente complejo, en metano, dióxido de carbono y un material inofensivo similar al humus. Las reacciones se producen en un tanque cerrado o digestor, y son anaerobias, esto es, se producen en ausencia de oxígeno. La conversión se produce mediante una serie de reacciones. En primer lugar, la materia sólida se hace soluble por la acción de enzimas. La sustancia resultante fermenta por la acción de un grupo de bacterias productoras de ácidos, que la reducen a ácidos orgánicos sencillos, como el ácido acético.

Entonces los ácidos orgánicos son convertidos en metano y dióxido de carbono por bacterias. Se añade cieno espesado y calentado al digestor tan frecuentemente como sea posible, donde permanece entre 10 y 30 días hasta que se descompone. La digestión reduce el contenido en materia orgánica entre un 45 y un 60 por ciento. (Toscano Pozo, 2014, p. 38)

1.3.2.6. Dsecación

El cieno digerido se extiende sobre lechos de arena para que se seque al aire. La absorción por la arena y la evaporación son los principales procesos responsables de la desecación. El secado al aire requiere un clima seco y relativamente cálido para que su eficacia sea óptima, y algunas depuradoras tienen una estructura tipo invernadero para proteger los lechos de arena. El cieno desecado se usa sobre todo como acondicionador del suelo; en ocasiones se usa como fertilizante, debido a que contiene un 2% de nitrógeno y un 1% de fósforo. (Toscano Pozo, 2014, p. 38)

1.3.3. Tratamiento secundario

Una vez eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% laDBO5 por medios físicos en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. Por lo general, los procesos microbianos empleados son aeróbicos, es decir, los microorganismos actúan en presencia de oxígeno disuelto. El tratamiento secundario supone, de hecho, emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos. La producción de materia orgánica nueva es un resultado indirecto de los procesos de tratamiento biológico, y debe eliminarse antes de descargar el agua en el cauce receptor. Comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO. (Toscano Pozo, 2014, p. 39)

1.3.3.1 Filtro de goteo

En este proceso, una corriente de aguas residuales se distribuye intermitentemente sobre un lecho o columna de algún medio poroso revestido con una película gelatinosa de microorganismos que actúan como agentes destructores. La materia orgánica de la corriente de agua residual es absorbida por la película microbiana y transformada en dióxido de carbono y agua. El proceso de goteo, cuando va precedido de sedimentación, puede reducir alrededor de un 85% la DBO5.

1.3.3.2. Fango activado

Se trata de un proceso aeróbico en el que partículas gelatinosas de cieno quedan suspendidas en un tanque de aireación y reciben oxígeno. Las partículas de cieno activado, llamadas floc, están compuestas por millones de bacterias en crecimiento activo aglutinadas por una sustancia gelatinosa.

El floc absorbe la materia orgánica y la convierte en productos aeróbicos. La reducción de la DBO₅ fluctúa entre el 60 y el 85 por ciento. Un importante acompañante en toda planta que use cieno activado o un filtro de goteo es el clarificador secundario, que elimina las bacterias del agua antes de su descarga.

1.3.3.3. Estanque de estabilización o piscina

Otra forma de tratamiento biológico es el estanque de estabilización o piscina, que requiere una extensión de terreno considerable y, por tanto, suelen construirse en zonas rurales. Las piscinas opcionales, que funcionan en condiciones mixtas, son las más comunes, con una profundidad de 0,6 a 1,5 m y una extensión superior a una hectárea. En la zona del fondo, donde se descomponen los sólidos, las condiciones son anaerobias; la zona próxima a la superficie es aeróbica, permitiendo la oxidación de la materia orgánica disuelta y coloidal. Puede lograrse una reducción de la DBO₅ de un 75 a un 85 por ciento. (Toscano Pozo, 2014, p. 39)

1.3.3.4. Camas filtrantes (camas de oxidación)

Se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de cargas más variables, las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coke (carbón, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos). Tales medios deben tener altas superficies para soportar los biofilms que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológicas de bacteria, protozoarios y hongos se forman en la superficie

media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Este biofilm es alimentado a menudo por insectos y gusanos. (Toscano Pozo, 2014, p. 40)

1.3.3.5. Placas rotativas y espirales

En algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un flóculo biótico que proporciona el sustrato requerido.

1.3.3.6. Filtros aireados biológicos

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o des nitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoníaco ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un sólo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante.

1.3.3.7. Reactores biológicos de membrana

MBR es un sistema con una barrera de membrana semipermeable o en conjunto con un proceso de fangos. Esta tecnología garantiza la remoción de todos los contaminantes suspendidos y algunos disueltos. La limitación de los sistemas MBR es directamente proporcional a la eficaz reducción de nutrientes del proceso de fangos activos. (Toscano Pozo, 2014, p. 41)

1.3.4. Tratamiento terciario

Tratamiento terciario o avanzado que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

1.3.4.1. Remoción de nutrientes

Las aguas residuales poseen nutrientes pueden también contener altos niveles de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que eso en ciertas formas puede ser tóxico para peces e invertebrados en concentración es muy bajas (por ejemplo amoníaco) o eso puede crear condiciones insanas en el ambiente de recepción (por ejemplo: mala hierba o crecimiento de algas). Las malas hierbas y las algas pueden parecer ser una edición estética, pero las algas pueden producir las toxinas, y su muerte y consumo por las bacterias (decaimiento) pueden agotar el oxígeno en el agua y asfixiar los peces y a otra vida acuática. Cuando se recibe una descarga de los ríos a los lagos o a los mares bajos, los nutrientes agregados pueden causar pérdidas en trópicos severas perdiendo muchos peces sensibles a la contaminación en el agua. La retirada del nitrógeno o del fósforo de las aguas residuales se puede alcanzar mediante la precipitación química o biológica. (Toscano Pozo, 2014, p. 42)

La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato (nitrificación que implica nitrificar bacterias tales como *Nitrobacter* y *Nitrosomonus*), y entonces mediante la reducción, el nitrato es convertido al gas nitrógeno (des nitrificación), que se lanza a la atmósfera. Estas conversiones requieren condiciones cuidadosamente controladas para permitir la formación adecuada de comunidades biológicas. Los filtros de arena, la piscina y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno. Algunas veces, la conversión del amoníaco tóxico al nitrato solamente se refiere a veces como tratamiento terciario.

La retirada del fósforo se puede efectuar biológicamente en un proceso llamado retiro biológico realzado del fósforo. En este proceso específicamente bacteriano, llamadas *Polyphosphate* que acumula organismos, se enriquecen y acumulan selectivamente grandes cantidades de fósforo dentro de sus células. Cuando la biomasa enriquecida en estas bacterias se separa del agua tratada, los biosólidos bacterianos tienen un alto valor del fertilizante. La retirada del fósforo se puede alcanzar también, generalmente por la precipitación química con las sales del hierro (por ejemplo: cloruro férrico) o del aluminio (por ejemplo: alumbre). El fango químico que resulta, sin embargo, es difícil de operar, y el uso de productos químicos en el proceso del tratamiento es costoso. Aunque esto hace la operación difícil y a menudo sucia, la eliminación química del fósforo requiere una huella

significativamente más pequeña del equipo que la de retiro biológico y es más fácil de operar.

1.3.4.2. Desinfección

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada (por ejemplo: turbiedad, pH, etc.), del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz. Los métodos comunes de desinfección incluyen el ozono, la clorina, o la luz UV. La Cloramina, que se utiliza para el agua potable, no se utiliza en el tratamiento de aguas residuales debido a su persistencia.

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales en Norteamérica debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente. La clorina o las "cloraminas" residuales puede también ser capaces de tratar el material con cloro orgánico en el ambiente acuático natural. Además, porque la clorina residual es tóxica para especies acuáticas, el efluente tratado debe ser químicamente desclorinado, agregándose complejidad y costo del tratamiento.

La luz ultravioleta (UV) se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección en el Reino Unido debido a las preocupaciones por los impactos de la clorina en el tratamiento de aguas residuales y en la clorinación orgánica en aguas receptoras. La radiación UV se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción. Las desventajas dominantes de la desinfección UV son la necesidad del mantenimiento y del reemplazo frecuentes de la lámpara y la necesidad de un efluente altamente tratado para asegurarse de que los microorganismos objetivo

no están blindados de la radiación UV (es decir, cualquier sólido presente en el efluente tratado puede proteger microorganismos contra la luz UV).

El ozono O₃ es generado pasando el oxígeno con un potencial de alto voltaje resultando un tercer átomo de oxígeno y que forma O₃. El ozono es muy inestable y reactivo y oxida la mayoría del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos causantes de enfermedades. El ozono se considera ser más seguro que la clorina porque, mientras que la clorina que tiene que ser almacenada en el sitio (altamente venenoso en caso de un lanzamiento accidental), el ozono es colocado según lo necesitado. La ozonización también produce pocos subproductos de la desinfección que la desinfección con cloro. (Toscano Pozo, 2014, p. 43)

1.4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON PISCINAS OXIDACIÓN

Las piscinas son excavaciones realizadas en un terreno para el tratamiento de aguas residuales. La profundidad de estas es variable, pueden ser poco profundas o bastante hondas.

La tecnología de tratamiento con piscinas se utiliza principalmente en comunidades pequeñas; sin embargo, las piscinas aireadas y facultativas se usan frecuentemente en comunidades medianas. Estos sistemas pueden funcionar en forma independiente o en combinación con otros sistemas de tratamientos de aguas residuales.

Las ventajas de un sistema con piscinas son:

- Los costos de capital resultan bajos
- Requiere mínima capacitación del personal encargado de su operación
- La evacuación y disposición de lodos se realiza en intervalos de 10 a 20 años
- Es compatible con sistemas de tratamiento acuáticos o sobre el suelo

Las desventajas de un sistema con piscinas son:

- Requiere grandes extensiones de terreno
- En el efluente se da una concentración elevada de algas que puede ocasionar problemas en fuentes receptoras superficiales.
- Las piscinas sin aireación a menudo no cumplen las normas de descarga
- Las piscinas pueden causar impactos negativos sobre las aguas subterráneas si no se impermeabilizan o si el recubrimiento se daña

- Un diseño inapropiado o una incorrecta operación puede generar malos olores.

1.4.1. Clases de piscinas

Las piscinas se pueden clasificar teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto (nivel de aerobividad), y la fuente que suministra el oxígeno necesario para la asimilación bacteriana de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales en los siguientes tipos:

1.4.1.1 Piscinas Aerobias

Este tipo de piscinas son poco profundas ya que deben permitir la penetración de la luz del sol en toda la columna de agua; por tal motivo se tiene gran actividad fotosintética durante las horas de luz solar, en toda columna de agua su profundidad varía entre 1 y 1,5 m.; Las piscinas diseñadas para aumentarla actividad fotosintética de las algas se denomina de alta tasa, el cual se refiere a la velocidad de producción fotosintética de oxígeno por parte de las algas presentes y no a la velocidad de asimilación metabólica de compuestos orgánicos, la cual permanece invariable. El oxígeno producido por las algas permite a las bacterias degradar en forma aerobia los compuestos orgánicos presentes en el agua residual. Durante las horas de luz solar, el oxígeno y el pH aumentan alcanzando valores máximos, mientras que en las horas de oscuridad éstos parámetros disminuyen en forma considerable, respecto al valor máximo. Los tiempos de retención de estos sistemas son relativamente cortos (generalmente 5 a 10 días). Las piscinas aerobias se utilizan en combinación con otras piscinas y su aplicación se limita a climas cálidos y soleados. (Toscano Pozo, 2014, p. 44)

1.4.1.2 Piscinas Facultativas

Este tipo de piscinas son las más usadas, la profundidad oscila entre 1.5 a 2.5 m., y se las conoce también como piscina de estabilización. El tratamiento se desarrolla por acción de las bacterias aerobias en la capa superior y de bacterias anaerobias o anóxicas en la capa inferior, dependiendo de la mezcla que se induce por acción del viento. Los sólidos Sedimentables se depositan en el fondo de la piscina. El aporte de oxígeno se logra por fotosíntesis y por aireación natural superficial. Las piscinas facultativas pueden funcionar como piscinas con

descarga controlada, piscinas de retención total o como unidades de almacenamiento para un tratamiento posterior sobre el suelo.

1.4.1.3 Piscinas aireadas con mezcla parcial

Las piscinas aireadas con mezcla parcial son más profundas y pueden recibir mayor carga orgánica que una piscina facultativa. El suministro de oxígeno se realiza por medio de aireadores mecánicos flotantes o difusores de aire sumergidos. Las piscinas aireadas tienen una profundidad que varía entre 2 y 6 m y se diseñan con un bajo tiempo de retención (3 a 20 días). La principal ventaja radica en que necesita menor área que otros sistemas de piscinas.

1.4.1.4 Piscinas Anaerobias

Este tipo de piscinas se diseñan para el tratamiento de residuos líquidos con alto contenido de materia orgánica, generalmente aguas residuales de industrias ubicadas en zonas rurales apartadas. Estas piscinas no cuentan con zonas aerobias, la profundidad oscila entre 5 y 10 m.: y su tiempo de retención va de 20 a 50 días, debido a esto generan malos olores y requieren ser cubiertas o aisladas en zonas pobladas. (Toscano Pozo, 2014, p. 45)

1.4.2. Transformación de los constituyentes de las aguas residuales

Las aguas residuales deben someterse a mecanismos de remoción de los principales constituyentes tales como DBO, SST, nitrógeno, fósforo y organismos patógenos.

1.4.2.1. Remoción de la DBO

Las piscinas son reactores que funcionan con una baja concentración de microorganismos. En todas las piscinas excepto en las anaerobias la DBO soluble se reduce mediante oxidación bacterial, mientras que la DBO particuladas se remueve por sedimentación. La transformación biológica que ocurre en las piscinas facultativas y anaerobias se produce en forma anaerobia. La remoción de DBO en una piscina depende del tiempo de retención y de la temperatura del agua.

1.4.2.2. Remoción de sólidos suspendidos totales

Los sólidos suspendidos en el afluente se remueven en las piscinas por sedimentación. La mayoría de sólidos suspendidos encontrados en el efluente de estos sistemas están conformados por las propias algas que se desarrollan en la piscina. La concentración de sólidos suspendidos en el efluente puede alcanzar valores de 140mg/L en piscinas aerobias, y de 60 mg/L en piscinas con aireación. Si el efluente de un sistema con piscinas se somete a un tratamiento adicional sobre el suelo, o si se reutiliza en labores de riego, la concentración de algas carece de importancia; sin embargo puede que no se alcance cumplimiento de una norma de vertimiento, ya que la remoción de algas es bastante difícil. Por tanto en muchos casos se requiere la implementación de procesos adicionales para conseguir la remoción de éstos sólidos en suspensión. (Toscano Pozo, 2014, p. 46)

Algunos procesos que se pueden emplear para mejorar la calidad del efluente de una piscina, respecto a la concentración elevada de SST son:

- Filtros de arena intermitentes
- Microtamices
- Filtros de grava
- Flotación con aire disuelto (FAD)
- Plantas acuáticas flotantes
- Humedales artificiales

1.4.2.3. Remoción de Nitrógeno

La remoción de nitrógeno en los sistemas de piscinas se obtiene como resultado de la combinación de mecanismos que incluyen volatilización de amoníaco (la cual depende del pH), captura de algas, nitrificación/ desnitrificación, acumulación de lodos, y adsorción sobre los sólidos del fondo.

1.4.2.4. Remoción de Fósforo

La remoción de fósforo en los sistemas con piscinas es mínima, a menos que se adicionen reactivos químicos para promover su precipitación. La adición de reactivos químicos como alumbre o cloruro férrico se ha empleado con gran éxito para remover el fósforo hasta por valores debajo de 1mg/L

La aplicación de este tipo de sustancias químicas se puede realizar en forma continua o intermitente.

En las piscinas con descarga controlada es recomendable la aplicación de reactivos químicos en forma intermitente.

La aplicación continua requiere de una cámara de mezcla que se ubica con frecuencia entre las dos últimas piscinas o entre la última piscina y el clarificador final. (Toscano Pozo, 2014, p. 46)

1.4.2.5. Remoción de organismos patógenos

Los sistemas con varias piscinas y tiempos de retención altos presentan buenas remociones de bacterias, parásitos y virus. La remoción de organismos patógenos en sistemas con piscinas presenta como consecuencia de la muerte natural de estos organismos, por sedimentación y por adsorción, los helmintos, los quistes y huevos de parásitos se sedimentan en el fondo de la piscina. Los sistemas con tres piscinas facultativas y un tiempo de retención cercanos a los 20 días, al igual que los sistemas con piscinas aireadas que cuentan con una piscina de sedimentación antes de la descarga, proveen remociones más adecuada con respecto a los helmintos y protozoos. (Toscano Pozo, 2014, p. 46)

Tabla 4: Características de diseño y desempeño de los sistemas con piscinas

Característica	Clase de piscinas		
	Aerobia	Facultativa	Aireada con mezcla parcial
Objetivo del tratamiento	Secundario	Secundario, preliminar a un sistema de disposición sobre el suelo	Secundario, pulimiento preliminar a un sistema de disposición sobre el suelo o tratamiento
Clima necesario	Cálido	No requiere	No requiere
Tiempo de retención (días)	5-10	25-180	3-20
Profundidad (metros)	1-1,5	1,5-2,5	2-6
Características del afluente (mg/L) DBO DQO	20-40 80-140	30-40 40-100	20-40 30-60

NOTA: Características de las piscinas de oxidación
(Toscano Pozo, 2014, p. 32) Tesis, Cap. III
Elaborado por: Autor del proyecto

1.4.3. Diseño de Piscinas

1.4.3.1. Diseño de Piscinas facultativas

El diseño de una piscinas facultativa depende de la carga superficial de DBO aplicada a la piscina, es decir la cantidad de DBO aplicada por unidad de área de superficie de la piscina por día. Las piscinas facultativas son las más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

También se les denomina piscinas de oxidación de agua. Se recomienda mantener un bordo libre de 0.5 a 0.8 m para minimizar los efectos del viento y el oleaje así como absorber temporalmente sobre cargas hidráulicas.

Datos de estudios llevados a cabo en piscinas piloto localizadas en Extrables, Universidad de Paraiba, Brasil, sugieren que a temperaturas del agua de 25 °C en adelante, las cargas orgánicas reducen significativamente la población de algas y por consiguiente la producción de oxígeno, vital para el proceso de tratamiento. Por lo que se propuso la siguiente ecuación, para el diseño de piscinas facultativas en Sudamérica.

1.4.3.3. Diseño de Piscinas Aerobias

El proceso para diseñar Piscinas aerobias es similar a los empleados para piscinas facultativas, con base en la carga orgánica superficial y el tiempo de retención hidráulico, se debe considerar la altura para mantener la condición aerobia de la piscina. Se recomienda que los valores de la carga de diseño se encuentren en el intervalo de 67 a 135 Kg/ha día.

1.4.3.4. Diseño de Piscinas aireadas

Piscina aireada es un estanque de 2 a 6 m de profundidad en el cual se utiliza un equipo de aeración mecánica con el objeto de suministrar O₂ y mezcla.

Una Piscinas aireada se diseña como piscina aerobia con suficiente introducción de potencia a fin de mantener todos los sólidos en suspensión o como facultativa o de mezcla incompleta con un nivel de potencia a penas suficiente para crear la turbulencia requerida para la dispersión de O₂ y permitir la sedimentación de los sólidos.

Las Piscinas aireadas facultativas son las más utilizadas ya que producen un buen efluente, los niveles de potencia son menores o inferiores, requieren control mínimo y la remoción de lodos es poco frecuente (entre 10 años o más).

Las Piscinas aireadas aerobias se utilizan bastante para aguas residuales industriales de alta concentración. El equipo de aeración puede producir mezcla turbulenta como en el caso de los aireadores superficiales o puede producir condiciones de flujo laminar en el caso de los sistemas de aire difuso.

Las Piscinas aireadas aerobias son semejantes a sistemas muy diluidos de lodos activados de aeración colocada, sin recirculación de lodos, con concentración de sólidos suspendidos de 100 a 400 mg/L; requieren menos potencia que un sistema de lodos activados pero son más sensibles a la temperatura por la magnitud del área y la ausencia de recirculación de los lodos.

Un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante piscinas aireadas permite obtener remociones de DBO mayores que el 90%, coliformes fecales del 90 al 95% con períodos de aeración de 2 a 6 días.

a) Requisitos de diseño

La ecuación más usada para el diseño de Piscinas aireadas es la basada en un modelo de mezcla completa y tasa de reacción de primer orden.

El diseño de una Piscinas aireada requiere la evaluación cuidadosa de los siguientes factores:

- a. Características de remoción de la DBO.
- b. Requerimiento de O₂ para oxidación biológica.
- c. Efecto de la temperatura.
- d. Relaciones de transferencia de O₂.
- e. Requisitos de mezcla.
- f. Configuración geométrica de la piscina.
- g. Disposición de los aireadores
- h. Concentración de biomasa en la piscina.
- i. Producción de lodos
- j. Clarificación y depuración del efluente.

a) Características de remoción de la DBO

Por seguridad de diseño se supone que toda la DBO del afluente es DBO soluble biodegradable y para el efluente se utiliza la DBO soluble. (Toscano Pozo, 2014, p. 47)

f) Configuración y disposición de los aireadores

Como las Piscinas aireadas tienen tiempos de retención prolongados no es necesario colocar la tubería de entrada cerca o debajo de un aireador; sin embargo para evitar acumulación de lodos a la entrada se recomienda utilizar una rejilla como pre tratamiento y prolongar la tubería del afluente más allá del talud de la Piscina: Los aireadores deben distribuirse uniformemente en toda el área de la piscinas.

En Piscina de forma irregular se deben distribuir a cada aireador un área similar o equivalente. En piscinas de forma regular, el área se distribuye en un número de cuadrados iguales al número de aireadores y se coloca el aireador en el centro de cada cuadrado.

La zona de influencia de los aireadores dentro de la cual todos los sólidos se encuentran en suspensión es más pequeña que la zona en la cual se distribuye el oxígeno.

Los aireadores generalmente van montados sobre superficies o plataformas cuadradas o rectangulares soportadas sobre columnas. Sin embargo el nivel del agua es variable se prefiere montar esos equipos sobre flotadores

De preferencia la unidad de salida debe diseñarse por debajo del nivel del agua en la Piscina en un valor que no varíe más de 2,5 cm entre las condiciones de operación de caudal máximo y caudal mínimo.

Para potencias entre 7,5 y 75 Kw se prefiere el uso de dos aireadores en un estanque rectangular. Para potencias mayores es preferible utilizar piscinas en paralelo en especial cuando el número de aireadores es mayor que cuatro. Generalmente una piscina aireada tiene profundidad nominal de operación de 1,5 a 5m, siendo el valor más común 3m.

Se usan taludes de vertical a horizontal y se provee de recubrimiento de hormigón, polietileno o geo membrana debajo de cada aireador, a fin de prevenir la erosión inducida por la turbulencia generada por estos equipos. (Toscano Pozo, 2014, p. 51)

1.4.4. Aspectos constructivos para las Piscinas de tratamiento

1.4.4.1. Tratamiento Preliminar

a) Rejillas

Las rejillas son dispositivos formados por barras metálicas paralelas del mismo espesor e igual espaciamento. De acuerdo con el método de limpieza pueden ser manuales o mecánicas y según el tamaño de las aberturas pueden ser gruesas o finas. Las gruesas son aquellas con aberturas mayores a 0,64 cm y las finas tienen aberturas menores. Para el tratamiento de aguas residuales domésticas se emplean barras o varillas de acero con el fin de proteger bombas, tuberías y equipos. También se colocan para evitar la acumulación de basura en las piscinas.

En la parte superior de la rejilla debe instalarse una placa de drenaje perforada con el fin de facilitar el escurrimiento del material retirado.

El canal de acceso a la rejilla debe diseñarse para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado antes y después de la rejilla. Debe ser preferentemente horizontal, recto y perpendicular a la rejilla, con el fin de promover una distribución uniforme de los sólidos retenidos.

b) Tipos de Sistemas de Rejas

Las rejas se pueden clasificar en:

- ☐ Verticales
- ☐ Inclínadas
- ☐ Circulares

En función de su sistema de limpieza las rejas pueden ser de limpieza manual o automática. La limpieza manual se realiza con un rastrillo y la rejilla más adecuada es la inclinada (60 - 80 respecto a la horizontal), y son muy aplicadas en pequeñas instalaciones para proteger bombas, válvulas, tuberías, entre otras.

Las rejas de limpieza mecánica eliminan los posibles problemas de atascos y reducen el tiempo para su mantenimiento, el mecanismo de limpieza suele ser un peine móvil que periódicamente barre la reja. (Toscano Pozo, 2014, p. 52)

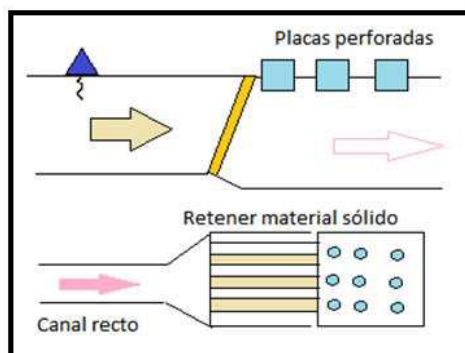


*Grafico 1 Sistema de rejillas para piscinas de oxidación.
(Toscano Pozo, 2014, p. 49) Tesis
Fuente: Tratamiento de piscinas de oxidación*

Se puede considerar las siguientes características generales de las rejillas:

Tabla 5: Características generales de las rejillas

Características	Rejillas mediciones
Ancho de las barras	0,5 – 1,5 cm
Profundidad de las barras	2,5 – 7,5 cm
Abertura o espaciamiento	2,5 – 5 cm
Pendiente o inclinación con la Vertical	30 – 45°

NOTA: Mediciones de las rejillas para las piscinas de oxidación
(Toscano Pozo, 2014, p. 49) Tesis, Cap. III
Elaborado por: Autor del proyecto

Para el dimensionamiento de las rejillas se debe considerar la sección de aproximación para obtener velocidades de agua que no permitan el paso del material retenido, o que no formen depósitos de arena en el fondo del canal.

d) Desarenadores

Se utilizan para remover arena, graba, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos de las aguas residuales.

Estas unidades protegen los equipos mecánicos del desgaste anormal y reducen la formación de depósitos pesados en tuberías, canales y conductos.

Además minimizan la frecuencia de los digestores evitando acumulaciones excesivas en los mismos.

Pueden ubicarse antes de todas las unidades de pre – tratamiento (antes de la rejilla), si es que con ello se facilita la operación del resto del sistema.

Pueden ser de limpieza mecánica o manual.

El diseño depende del tipo de flujo y del equipo de limpieza seleccionado siendo el más utilizado el de flujo horizontal, en el cuál el agua pasa a lo largo del tanque en dirección longitudinal donde la velocidad horizontal del agua se controla mediante las dimensiones de esta unidad o mediante un vertedero de sección especial a la salida.

El desarenador de tipo aireado consiste en un tanque, de flujo en espiral, en el cuál la velocidad de flujo se controla mediante las dimensiones de la unidad y por la cantidad de aire suministrado. (Toscano Pozo, 2014, p. 52)

1.4.4.2. Factores Constructivos de las Piscinas

Las Piscinas se construyen generalmente por excavación del terreno natural, formando un bordo perimetral con el fin de encerrar el área de tratamiento, evitar la aportación de escurrimientos superficiales y en ocasiones, aumentar la capacidad de almacenamiento.

a) Identificación del sitio

La selección del sitio para la construcción de una Piscinas debe tomar en cuenta:

- La capacidad de tratamiento y almacenamiento requerida
- La necesidad de elevación (presión)
- La disponibilidad y costo del terreno

Los sistemas de piscinas se instalan lejos de las poblaciones, se recomienda que se localice a 500m de las áreas residenciales y si se trata de piscinas anaerobias la distancia debería incrementarse 1Km. Sin embargo existen casos donde la gente vive a 100 metros de las piscinas sin sufrir ningún tipo de molestia. Una precaución para minimizar las molestias causadas por la generación de malos olores se coloca una mampara de desvío opuesta a la dirección del viento.

b) Impermeabilización

Para evitar la contaminación de acuíferos lo principal para una piscina es que el agua no se infiltre al subsuelo. Para ello es necesario seleccionar un sitio con suelo impermeable, de preferencia arcilloso, evitar áreas con fallas geológicas, y lechos de río debido a los riesgos de infiltración. En caso de no ser así se debe impermeabilizar el piso lo que puede representar el incremento en el costo de la construcción.

Las técnicas aplicadas para impermeabilizar son:

- Suelos naturales y compactados
- Suelos locales mejorados con estabilizantes químicos o con adición de suelos importados
- Revestimientos sintéticos (geo membranas o liners)

Revestimiento con suelos compactados

Mediante el análisis geotécnico se conoce el tipo de suelo, el grado y método de compactación que se utiliza. Los mejores suelos son los de arcillas naturales o bentónico (artificiales), debido a su composición química. El coeficiente de permeabilidad para arcillas no alteradas (impermeabilizadas) varía de 10^{-9} a 10^{-7} cm/s.

Esto hace que se "hinchén" de agua y sellen las fugas que pudieran existir, o bien, que reduzcan en gran medida la permeabilidad del suelo local. Su problema radica en que son, difíciles de manejar en estado puro así como de acomodar y de compactar, requiriendo siempre espesores importantes de aproximadamente 50 cm por capa. Algunos limos plásticos también son usados con el fin de lograr impermeabilizaciones aunque su permeabilidad es mayor que la de las arcillas (del orden de 10^{-8} cm/s).

Los limos tienen la ventaja de ser fácilmente compactables y no se agrietan con la facilidad que lo hacen las arcillas, sobre todo al ser sometidas a cambios en su contenido de humedad

La impermeabilización de una piscina con suelo compactado y fino es una técnica delicada que requiere un buen conocimiento de las propiedades de los suelos y un riguroso control de calidad. El revestimiento debe combinar varias propiedades: baja permeabilidad, estabilidad a los gradientes fuertes a los que se encuentra sometido y resistencia a la erosión. Si la piscina debe vaciarse periódicamente, el

material deberá presentar una gran estabilidad volumétrica para evitar el agrietamiento por secado o, en su defecto, deberá protegerse adecuadamente.

La permeabilidad de los suelos finos no es una característica inherente sino que depende físicamente de su estructura. Para suelos compactados, la permeabilidad varía considerablemente con el contenido de agua y el método de compactación, el coeficiente de permeabilidad disminuye hasta en varios órdenes de magnitud si la compactación se realiza con un contenido de agua superior al óptimo esto se debe a que, cuando el material se compacta en el lado seco respecto al óptimo las partículas de arcilla forman floculos o grumos que oponen una alta resistencia al arreglo durante la compactación y dan lugar a una estructura con una alta proporción de poros grandes. Para contenidos de agua altos los grumos se debilitan y los poros grandes tienden a desaparecer. Por tanto, para reducir eficientemente la permeabilidad, es más importante dar al suelo una estructura adecuada que tratar de disminuir su porosidad. Sin embargo, la tasa de percolación puede ser reducida a través de la sustitución del material poroso por una cama de arcilla homogénea bien compactada. El método de compactación también interviene siendo mejor el amasado que el estático. (Toscano Pozo, 2014, pp. 53,54)

Selección del material

Para la impermeabilización natural se puede afirmar que existen dos opciones: emplear un material fino plástico poco permeable y protegerlo con otro contra la erosión y el secado o elegir un material natural (o una mezcla) que combine, en la medida de lo posible, todas las propiedades deseables. Para la primera opción, debe verificarse que se cuenta con un banco de préstamo de material arcilloso adecuado. Las arcillas de baja compresibilidad presentan la ventaja de ser más estables volumétricamente y más manejables que las de alta compresibilidad. Además, si se les da una estructura adecuada se puede considerar que ambos materiales tienen permeabilidades semejantes, para fines prácticos.

Si se opta por la segunda opción, los materiales más adecuados son las gravas con matriz areno arcillosa o en su defecto, las gravas arcillosas. El contenido de arcilla

debe ser suficientemente alto y uniforme para que si se presenta segregación local el porcentaje de arcilla no llegue a ser en ningún punto inferior a 15 %.

El espesor del revestimiento debe ser suficiente para garantizar la continuidad del mismo y evitar que se encuentre sometido a un gradiente hidráulico excesivo. No es recomendable un espesor inferior a 30cm ni un gradiente superior a 10 especialmente en materiales mal graduados. (Toscano Pozo, 2014, p. 54)

Preparación del material

Es conveniente compactar el material sí seleccionado con un alto contenido de agua para reducir la permeabilidad. Si se quiere bajar la permeabilidad al mínimo, el contenido de a agua requerido puede ser hasta de 5 o 6 % superior al óptimo. Para evitar que existan zonas locales más permeables en el revestimiento es necesario que los materiales de los bancos de préstamo sean preparados previamente a su colocación. La preparación consiste en darles el contenido de agua adecuado, homogeneizarlos por mezclado y dejarlos curar para que el contenido de agua se uniformice por difusión. El tiempo de curado debe fijarse para cada material mediante muestreos de control. Un tiempo del orden de tres a seis días resulta generalmente suficiente.

Colocación

Si se pretende lograr la mínima permeabilidad, los equipos tradicionales de compactación como rodillos "pata de cabra" o neumáticos pueden resultar inadecuados al atascarse debido al alto contenido de agua del material. Teniendo en cuenta que no se busca un alto grado de compactación sino dar al suelo una estructura adecuada, puede ser preferible recurrir a un equipo ligero (por ejemplo tractor agrícola) para formar una capa de suelo remoldeado, de espesor uniforme.

Es convenientemente, que el revestimiento se construya, por capas de no más de 20 cm de espesor cada una.

Antes de iniciar la colocación, es necesario regar abundantemente el terreno natural para evitar que absorba el agua del suelo compactado. En el control de calidad de la colocación debe ponerse énfasis en la verificación del porcentaje de

finos, contenido de agua y plasticidad de los mismos así como del espesor de la capa. (Toscano Pozo, 2014, p. 55)

Protección

La protección de los revestimientos de suelos finos a base de material granular, suelo-cemento o concreto asfáltico debe instalarse lo más rápido posible. Durante el lapso que separa la colocación del revestimiento de la instalación de la protección, el contenido de agua del suelo debe mantenerse constante por riego.

En especial para arcillas el material de protección puede ser una grava-arena, de preferencia bien graduada, con tamaños suficientes para resistir en su caso el arrastre de las corrientes que pueden existir dentro de las piscinas, en particular cerca de la descarga y de la zona de bombeo. El suelo compactado puede también protegerse con una capa de suelo-cemento o de concreto asfáltico.

Suelos locales mejorados con estabilizantes químicos o con la adición de suelos importados

Se ha observado, que el sellado natural de una piscina puede ocurrir por alguno de los siguientes mecanismos:

- Taponamiento físico de los vacíos del suelo por sólidos sedimentados
- Taponamiento químico de los vacíos del suelo por intercambio iónico y
- Taponamiento biológico y orgánico por crecimiento microbiano en el fondo del estanque.

Varios productos químicos que se mezclan con el suelo han sido usados con grados de éxito muy variables para sellar piscinas. Los cationes monovalentes (iones de sodio, potasio y amonio) disminuyen químicamente la porosidad del suelo al reemplazar los cationes polivalentes cálcicos. Se ha encontrado que la impermeabilización química puede ser efectiva en suelos con un mínimo de 8% de arcilla y de 10% de limo. Las sales que se usan con más frecuencia para el sellado químico son los polifosfatos de sodio (pirofosfato tetrasódico o tripolifosfato sódico), el carbonato de sodio y el cloruro de sodio. Debido a la compleja y variable composición química de los suelos, los tratamientos de esta naturaleza solamente deben aplicarse después de un estudio de laboratorio que demuestre su efectividad. Se trata en realidad de una técnica incipiente.

Una segunda categoría de productos químicos está constituida por los aditivos que se agregan al agua para reducir las filtraciones. Algunos de estos productos, a base de polímeros, aumentan la atracción iónica de las del suelo hacia el agua, con lo que se incrementa el diámetro efectivo de las mismas y se reducen las dimensiones de los poros. Otros son emulsiones de cera que; forman una membrana delgada en el fondo. Estos productos permiten reducir pero no eliminar las filtraciones. Sus principales atractivos son su bajo costo y la posibilidad que ofrecen de corregir en cierta medida los problemas de filtración sin tener que vaciar la piscina.

Las arcillas altamente expansivas, tales como la bentonita, pueden reducir efectivamente la permeabilidad del suelo natural al humedece. La bentonita es una arcilla montmorillonita sódica que exhibe un alto grado de expansividad, permeabilidad y baja estabilidad en presencia de agua. Para revestir piscinas artificiales es posible dejar decantar una suspensión de bentonita en agua o llenado.

También puede aplicarse sobre una cama de grava para sellar los huecos entre partículas o enterrarse bajo una capa protectora de suelo. El de los revestimientos de bentonita depende en gran parte de la calidad de las mismas. Algunos depósitos de bentonita pueden contener algo de arena, limo y arcilla como impurezas. La bentonita finamente molida es generalmente más adecuada para el revestimiento que la bentonita en greila. Por lo general, la bentonita debe tener un contenido de agua inferior a 20 %.

Esto resulta especialmente importante para membranas delgadas. La bentonita de mala calidad se deteriora rápidamente en presencia de aguas duras y tiende a erosionarse por efecto de corrientes y oleaje. Durante el primer año puede presentarse agrietamiento de la membrana por asentamiento la saturarse la subrasante. Los revestimientos de bentonita deben generalmente colocarse a mano, lo que implica un alto costo.

No debe esperarse que la bentonita colocada simplemente sobre la superficie del terreno dure más de 2 o 4 años. Las capas de bentonita enterradas pueden tener una durabilidad mayor. Actualmente, existen en el mercado paneles prefabricados de bentonita que, diseñados originalmente para impermeabilizar cimentaciones, se han usado también para piscinas. (Toscano Pozo, 2014, pp. 55,56)

Revestimientos sintéticos

Las membranas sintéticas, también conocidas como geomembranas o liners, llegan a proporcionar permeabilidades hasta del orden de 10-13cm/s.

Al usar membranas sintéticas se busca generalmente eliminar totalmente las filtraciones. Así, quizá más que las propiedades en si del material sintético, la instalación de la membrana es primordial. En efecto, un desgarre o defecto local puede conducir a filtraciones importantes, aun si el terreno subyacente es poco permeable.

Selección del tipo de membrana

Existen, una gran variedad de membranas, sintéticas, las que se pueden dividir en los siguientes grandes grupos por su fabricación:

- De plásticos (PVC, PAD y poliamida).
- De elastómeros (butilo, neopreno, etileno propileno dieno monómero y etileno vinil acetato).
- De bentonita y geo textiles.

El primer requisito para la selección de una geomembrana es su resistencia química. Se debe considerar para agua municipal una vida útil de 20 años.

Así, por su resistencia las membranas de PAD (polietileno de alta densidad) son las preferidas. (Toscano Pozo, 2014, p. 57)

1.4.4.3. Forma y número de Piscinas

Aun cuando la forma superficial de la piscina puede ser cualquiera, lo común es que sea de una geometría simple (rectangular o cuadrada), con las esquinas redondeadas para permitir el uso de maquinaria pesada y facilitar la construcción.

Lo ideal es que la relación ancho/largo de la piscina sea lo mayor posible para asegurar que el funcionamiento hidráulico corresponda a un régimen de flujo tipo pistón o "j" reactores en serie, además de evitar los cortos circuitos o las zonas muertas. La forma rectangular con una relación de 2:3es la más común, debido a la dificultad que existe para construir una piscina muy larga, sin embargo se han establecido valores de diseño para cada tipo de piscina.

Para imitar el flujo pistón, se usa dividir el área en varias secciones por medio, de mamparas. Las piscinas se deben construir con su mayor dimensión paralela a la dirección del viento predominante, de tal forma que se aproveche el mezclado.

Con respecto al número de piscinas, éste se puede aumentar de manera que sea más efectiva la depuración y se tenga una aproximación del flujo pistón.

(Toscano Pozo, 2014, p. 58)

Diseño de bordos

El aspecto más relevante para la construcción de las piscinas de estabilización es formación de bordos que suelen diseñarse con éstas técnicas para presas pequeñas.

Los principales aspectos del diseño son:

- Selección del material
- Estabilización de taludes
- Bordo libre
- Ancho de la corona
- Cimentación
- Filtros y drenes
- Geometría de los bordos
- Protección contra oleaje y, erosión

a) Selección del material

El bordo puede construirse, con muy diversos materiales. Si el suelo excavado es de calidad adecuada, el material extraído puede emplearse. Cuando no, es el caso, se debe usar material de bancos de préstamo lo que incrementa el costo de la obra. Si la piscina va a ser impermeabilizada con un revestimiento continuo el material puede ser incluso permeable. Para bordos sin revestimiento impermeable, los materiales deben seleccionarse tomando en cuenta su clasificación dentro del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y su correspondiente susceptibilidad a diferentes procesos que pueden afectar el comportamiento del bordo en particular la erosión y el agrietamiento. Es conveniente evitar el uso de materiales orgánicos, erosionables o demasiado plásticos.

b) Ancho de la corona

La corona de los bordos no debe tener un ancho menor que el requerido para que el equipo de compactación pueda trabajar en buenas condiciones (generalmente más de 3 m). Además, debe ajustarse a las necesidades de tránsito para la operación de las piscinas. El ancho útil no incluye sobre los espesores de material sin compactar que suelen agregarse a la sección de proyecto, ni la protección contra oleaje. Conviene ser generoso en la selección del ancho para evitar accidentes, durante y después de la construcción.

En cuanto al asentamiento de la corona, éste depende del tipo de material empleado para la cimentación y para la construcción del bordo y es función de la posibilidad de llegar a la saturación de los mismos. El asentamiento se estima con las técnicas usuales de mecánicas de suelos o mediante relaciones empíricas. (Toscano Pozo, 2014, p. 59)

c) Bordo libre

El bordo libre es la distancia vertical entre el nivel de la corona y el nivel máximo normal del líquido.

Con excepción del caso de los vasos reguladores, la definición del bordo libre no depende de eventuales avenidas máximas puesto que la alimentación de la piscina es función de la capacidad hidráulica del sistema de drenaje que sirve, y que se alimentan, en gran número de casos, por bombeo.

Por otra parte, las lluvias, por abundantes y prolongadas que sean, solamente pueden provocar una elevación de nivel del orden de algunos centímetros. Generalmente, es suficiente tomar en cuenta los conceptos siguientes:

Sobre elevación del agua causada por el viento al actuar sobre el área de almacenamiento. Depende de la dimensión del área expuesta en dirección del viento hacia el bordo y de la profundidad media de la piscina. En las piscinas artificiales,

Margen de seguridad En el caso de piscinas, artificiales el margen de seguridad puede ser menor que para bordos tradicionales sometidos a avenidas de difícil predicción; sin embargo, debe tomarse en cuenta la profundidad de agrietamiento

por secado. Generalmente, un valor del orden de 50 cm es el mínimo margen de seguridad aceptable.

El bordo libre respecto a la altura máxima de operación de la Piscina debe ser igual a la suma de las cuatro magnitudes, anteriores. Si, el valor obtenido, conduce a grandes volúmenes, es conveniente evaluar las ventajas económicas que puede presentar emplear un deflector de olas, por lo menos en las zonas más expuestas.

(Toscano Pozo, 2014, p. 59)

d) Estabilidad de taludes

La estabilidad de los taludes de los bordos perimetrales no plantea generalmente problemas serios puesto que los terraplenes son de poca altura. Además, la pendiente de los taludes queda frecuentemente definida por el tipo de cimentación o de revestimiento con el que se recubren más que por consideraciones de estabilidad del bordo. Es conveniente que, en todos los casos, se revise el factor de seguridad de los taludes para las condiciones más críticas previsibles y en particular para la condición de vaciado rápido que podría presentarse en caso de emergencia. Lo anterior es particularmente cierto si se usan materiales blandos con alto grado de saturación para la construcción, lo que no es recomendable por la posibilidad de agrietamiento y asentamientos excesivos.

(Toscano Pozo, 2014, p. 60)

e) Cimentación

Es importante verificar la posibilidad de falla por deslizamiento a lo largo de una superficie que pase, por un estrato de material de baja resistencia de la cimentación. Conviene tomar en cuenta que la presencia de un almacenamiento, del agua puede reblandecer (por saturación) materiales que, en estado seco, presentan una alta resistencia. Es necesario revisar la posibilidad de falla por tubificación del suelo de cimentación.

f) Filtros y drenes

La incorporación de un filtro dentro del cuerpo del terraplén es una precaución costosa, pero justificada en los siguientes casos:

- Si existe peligro de agrietamiento vertical por asentamientos diferenciales debidos a la compresibilidad y heterogeneidad de la cimentación.

- Si los materiales constitutivos del bordo son erosionables o dispersivos.

En ambos casos, la función del filtro es evitar que el agua infiltrada alcance a salir por el talud seco del bordo y se inicie un proceso de erosión directa o regresiva (tubificación). El material empleado para el filtro puede ser una arena para concreto (ASTM C 33) si el cuerpo del bordo es de arcilla; o una arena para asfalto si el material es limoso. Los tipos de filtros más comunes son los más económicos y fácil de construir; pero su eficiencia para abatir la línea superior de flujo depende de la relación entre permeabilidad horizontal y vertical obtenida en el cuerpo del bordo, la que puede ser muy sensible a defectos en el procedimiento constructivo y en particular, a una deficiente liga entre capas compactadas.

La chimenea vertical presenta mayor probabilidad de un buen comportamiento puesto que interrumpe, necesariamente, el flujo del agua. Para que pueda ser construida en buenas condiciones, su ancho debe ser mayor a 60 cm. Es necesario evitar la contaminación de la arena con el material más fino del terraplén. Generalmente, la arena se compacta por vibración en seco o en estado totalmente saturado.

La chimenea de arena debe combinarse con un sistema de drenaje que conduzca el agua infiltrada hacia el exterior. Este sistema puede consistir en tramos de filtros horizontales ligados a la chimenea o en tubos de concreto perforados. Esta última solución debe evitarse si se cuenta con suficiente material granular, debido al peligro de ruptura de los tubos enterrados. (Toscano Pozo, 2014, p. 61)

g) Protección contra oleaje y erosión

La protección contra la erosión debe ser considerada en todas las pendientes y dar un mayor énfasis a las áreas donde se tiene los vientos dominantes y que por tanto, reciben además la fuerza del oleaje. La protección debe abarcar por lo menos 0: 3 m por debajo del nivel mínimo del agua y 0.3 m: por arriba del nivel máximo del agua. Para el control de la erosión es necesario:

- Minimizar la energía de las ondas
- Reducir el impacto de las gotas de lluvia en el suelo compactado
- Incrementar la resistencia a la erosión del suelo compactado.

Las técnicas comunes para controlar la erosión incluyen:

- Cubrir con vegetación, se debe considerar el tipo de plantas, la pendiente del suelo y el espesor de suelo superficial
- Emplear revestimientos, pueden ser de asfalto, concreto o membranas sintéticas
- Usar rompeolas,

La protección con enrocamiento es la más común en el caso de bordos no revestidos, aunque generan roedores y crecimiento excesivo de vegetación. La dimensión de las rocas y el espesor de la protección dependen de la pendiente del talud y de la altura de la ola máxima, esperada. Generalmente, la protección pétreo se coloca sobre un filtro de material granular más fino que retiene el suelo compactado del bordo y queda a su vez retenido por el enrocamiento. Los bordos pueden también protegerse contra la erosión con suelo-cemento. Se usan generalmente suelos arenosos con 10 a 25 % de finos en espesores no menores de 60 cm perpendicularmente al talud. Se han construido inclusive bordos completos con suelo-cemento. También es posible emplear protecciones a base de concreto hidráulico o asfáltico semejantes a las usadas para revestimiento de canales.

Algunos bordos, recubiertos con una membrana sintética impermeable, se encuentran parcialmente protegidos contra erosión y oleaje. Este último puede llegar a maltratar mecánicamente, las membranas delgadas, y contribuir a romperlas junto con los agentes ambientales (radiación solar, viento, etc.) y los residuos sólidos flotantes. En general, es conveniente prever en el diseño una protección complementaria a base de material granular (grava o enrocamiento), concreto hidráulico o asfáltico. (Toscano Pozo, 2014, p. 62)

h) Geometría de los bordos

Por lo general, las pendientes de los taludes de los bordos se definen en función de la naturaleza del suelo y del tamaño de la instalación. La selección de la pendiente depende del material del bordo y la protección contra la erosión del agua. Los bordos deben tener una pendiente no mayor de 1 sobre la horizontal y 3 sobre la vertical cuando el suelo es estable y pueden ser altamente compactados para evitar fallas. En ocasiones, se especifican pendientes de 1:5 para instalaciones de gran tamaño. (Toscano Pozo, 2014, p. 62)

1.5 SISTEMA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Mediante las plantas de tratamiento de aguas residuales se realiza el proceso de descontaminación del agua por medio de una serie de pasos específicos que permiten depurar el líquido con un alto grado de efectividad. El objetivo principal que busca una planta de tratamiento, es eliminar los residuos sólidos del agua y aplicar un proceso bioquímico para eliminar otro tipo de contaminantes. (Tratamiento de aguas residuales, 2014)

Las aguas negras y residuales pueden ser tratadas con un sin fin de procesos fisicoquímicos, que permitan que su disposición al ambiente cumpla con los parámetros establecidos en las normas sanitarias vigentes.

Nuestra empresa calcula, construye y suministra los equipos necesarios para el tratamiento del agua en procesos de aireación extendida, en el cual la masa con una carga biológica elevada es aireada, para activar su digestión permitiendo así reducir su demanda de oxígeno (principal fuente de malos olores).

1. Además de esto se prevé la automatización del proceso en el cual los líquidos son decantados (clarificados) en un sedimentador para luego pasar por una etapa de desinfección (cloración) que elimine las bacterias remanentes en el efluente a descargar. (Ingeniería de agua y energía, (s.f.))

Por lo general las plantas de tratamiento realizan procesos básicos para limpiar el agua residual. El agua recolectada es almacenada en grandes tanques donde los residuos sólidos se asientan para facilitar posteriormente el filtrado que termina de eliminar cualquier tipo de material sólido contenido en el agua. (Tratamiento de aguas residuales, 2014)

1.5.1 Diseño de la planta de tratamiento

Generalmente una planta de tratamiento se diseña junto con el sistema de drenajes que conducirá las aguas negras hasta su adecuado tratamiento, pero en este caso se diseñó después que el sistema de drenajes por no contar con una planificación adecuada. Hay que conocer el periodo de diseño de la planta de tratamiento, el cual es el tiempo en que la planta servirá a la comunidad, antes de que deba

ampliarse por resultar ya inadecuada. La planta de tratamiento debe de tener el mismo periodo de diseño que el sistema de drenajes, que para este caso es de 20 años.

Planta de tratado de aguas residuales es la combinación de un proceso de membrana como la micro filtración o ultrafiltración con un crecimiento suspendido biorreactor, y ahora es ampliamente utilizado para municipales e industriales de aguas residuales con tratamiento de tamaños de plantas hasta el equivalente de población de 80.000 habitantes.

Las tecnologías basadas en la utilización de membranas son tecnologías no destructivas que basan el tratamiento en la separación de los micros contaminantes del agua mediante su paso selectivo a través de membranas semipermeables. Comprenden micro filtración, ultrafiltración, nano filtración y ósmosis inversa.

La nueva tecnología de Biorreactor de Membrana (MBR) o planta de tratado combina el tratamiento de aguas residuales por el sistema de fangos activados con la filtración por membrana de dos fases sólido-líquido. El principio del biorreactor de membrana es la sustitución del decantador secundario por un equipo de filtración, ya sea micro o ultrafiltración.

La tecnología de los MBR o PTAR se puede considerar como plenamente implantada tanto para el tratamiento de efluentes municipales como industriales. Su grado de fiabilidad es superior a cualquier otro proceso de depuración biológica, lo que lo hace especialmente adecuado cuando se quiere reutilizar el efluente depurado. Probablemente es uno de los procesos más adecuados y fiables para obtener un efluente de calidad suficiente para su reciclado.

(Gutiérrez, (s.f), p. 13)

1.5.2 Las principales consideraciones en el PTAR

Las incrustaciones y taponamiento

El rendimiento de filtración MBR inevitablemente disminuye con el tiempo de filtración. Esto se debe a la deposición de materiales solubles y partículas en y en la membrana, que se atribuye a las interacciones entre lodos activados de los componentes y la membrana. Este inconveniente y limitación proceso ha estado bajo investigación y sigue siendo uno de los temas más difíciles que enfrenta el desarrollo de la MBR. Ilustración de taponamiento de la membrana En estudios

recientes sobre las aplicaciones de los biorreactores de membrana, se ha demostrado que, al igual que con otros procesos de separación por membranas, el taponamiento de la membrana es el problema más grave que afecta el rendimiento del sistema. El Taponamiento conduce a un aumento significativo de la resistencia hidráulica, que se manifiesta como disminución del flujo permeado o la presión transmembrana (PTM) se incrementan cuando el proceso es operado bajo condiciones constantes-TMP o constante de flujo, respectivamente. Por otra parte limpieza de las membranas frecuente es necesaria, y esto eleva significativamente los costos de operación como resultado de la limpieza y el tiempo improductivo. La sustitución de la membrana se debe realizar con mayor frecuencia.

1.5.3 Remoción de DQO y producción de lodos

Simplemente debido a la gran cantidad de microorganismos en el MBR, la tasa de absorción de contaminantes puede ser mayor. Esto conduce a una mejor degradación en un período determinado de tiempo o de pequeños volúmenes de reactor requerido.

En comparación con el proceso convencional de lodos activados (ASP), que normalmente alcanza 95%, la remoción de DQO se puede aumentar a 96-99% en el MBR. COD y la remoción de DBO5 se encuentran a aumentar con la concentración de LMSS. Por encima de 15 g / l DQO se vuelve casi independiente de la concentración de biomasa en > 96%. Arbitrarias concentraciones de LMSS no se emplean, sin embargo, como la transferencia de oxígeno se ve impedida. La cinética también puede variar debido a un acceso más fácil al sustrato.

En el ASP, los flóculos pueden llegar a unas 100 micras de tamaño. Esto significa que el sustrato puede llegar a los sitios activos sólo por la difusión que causa una resistencia adicional y los límites de la velocidad de reacción total (controlada por la difusión). Estrés hidrodinámico en MBR reduce el tamaño de floc (a 3,5 micras en MBR lateral) y por lo tanto aumenta la velocidad de reacción aparente. Al igual que en el convencional, ASP, la producción de lodos es menor a mayor concentración de biomasa o SRT. Los lodos se producen en las tasas de lodos de carga de 0,01 kg COD / (kg LMSS día).

Debido al límite de concentración de biomasa impuesto, como las tasas de carga baja se traduciría en un tamaño enorme del tanque o HRT a largo en comparación con las convencionales ASP.

La eliminación de nutrientes Eliminación de nutrientes es una de las principales preocupaciones en el actual tratamiento de aguas residuales, especialmente en áreas que son sensibles a la eutrofización. Al igual que en el convencional, ASP, en la actualidad, la tecnología que más se aplica para la eliminación de las aguas residuales municipales es la nitrificación en combinación con la desnitrificación. Además de la precipitación de fósforo, mejorar la remoción biológica de fósforo (EBPR) se puede implementar lo que requiere un paso adicional proceso anaeróbico. Algunas de las características de la tecnología MBR EBPR hacen una combinación con la post-desnitrificación en una alternativa atractiva que logra concentraciones muy bajas de nutrientes del efluente.

Eliminación de nutrientes en el MBR para tratamiento de aguas residuales

La elevada concentración de biomasa en el proceso MBR permite la extracción muy eficaz de materiales biodegradables, tanto soluble y partículas en las tasas de carga superior. Por lo tanto un mayor tiempo de retención de lodos, por lo general superior a 15 días, asegúrese de nitrificación completa, incluso en climas extremadamente fríos. El costo de la construcción y operación de un MBR es usualmente mayor que el tratamiento convencional de aguas residuales. Los filtros de membrana pueden ser cegados con grasa o erosionada por arena en suspensión y la falta de flexibilidad de un clarificador para pasar los flujos máximos. La tecnología se ha convertido cada vez más popular para los flujos de residuos pre tratados de forma fiable y se ha ganado una aceptación más amplia, donde se han infiltración y flujo controlado, sin embargo, y los costos del ciclo de vida han venido disminuyendo constantemente. El pequeño tamaño de los sistemas de MBR, y la alta calidad del efluente producido, los hacen especialmente útil para aplicaciones de reutilización del agua. (Gutiérrez, (s.f), p. 18)

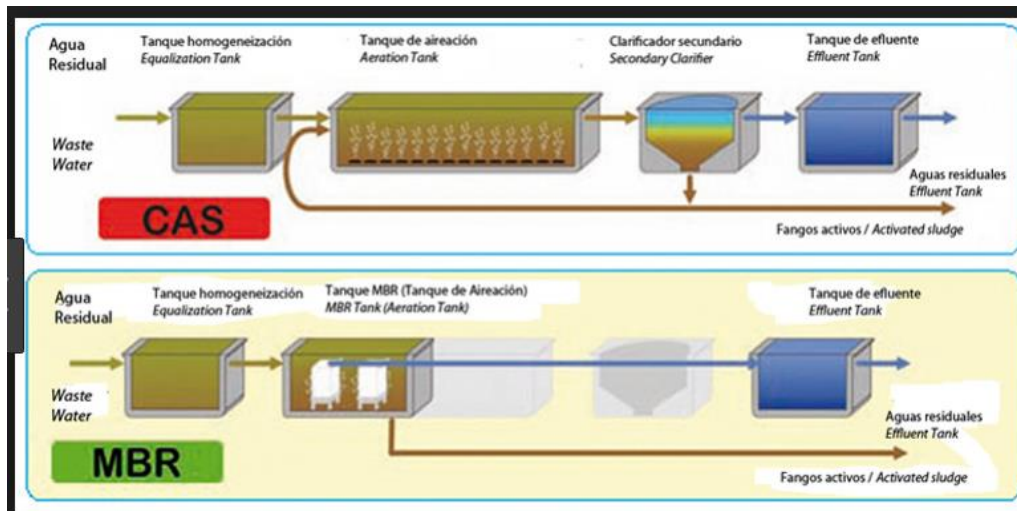


Gráfico 3 Proceso biológico de la planta de tratamiento
Fuente: Planta de tratado de agua
Elaborado por: Autor del Proyecto

Metodología

Para el presente proyecto se utilizó algunos tipos de investigación, a continuación se procederá a detallar los motivos por los cuales se ha utilizado cada uno de los mismos.

Investigación Descriptiva: Se empleó esta investigación por que se utilizó estadígrafos descriptivos los cuales constan desde el desarrollo de una encuesta, así como la recolección de datos que posteriormente fueron representados en gráficos estadísticos.

Investigación Documental: Este tipo de investigación parte de la recopilación adecuada de información que permite redescubrir hechos y sugerir problemas. Es importante también porque orienta hacia otras fuentes de investigación. Para esto tomo como base lo que otros autores pueden mencionar acerca de dicho tema, tanto en libros, sitios web, archivos pdf, periódico, etc.

Exploratoria: Sirven para comenzar investigando información que no se conocen previamente, además permite establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones. Esta clase de estudios son comunes en la investigación del comportamiento, sobre todo en situaciones donde hay poca información.

Cuantitativa: Se enfoca en la medición de los resultados cuantificables

Resultados obtenidos

Con la investigación realizada se pretende reducir la contaminación del ambiente que existe en la empresa turística Sani Lodge con ayuda de una propuesta del diseño de piscinas de oxidación las cuales nos ayudaran para el tratamiento de aguas residuales producidas, con elaboración de las piscinas de oxidación dejar atrás los pozo séptico que están situado en Sani Lodge por la razón que existe filtración de los pozos.

1.6 Análisis desde las variables de investigación

Aguas Residuales

Llamamos aguas residuales a las aguas que resultan después de haber sido utilizadas en nuestros domicilios, en las fábricas, en actividades ganaderas, etc.

Las aguas residuales aparecen sucias y contaminadas: llevan grasas, detergentes, materia orgánica, residuos de la industria y de los ganados, herbicidas y plaguicidas... y en ocasiones algunas sustancias muy tóxicas.

Estas aguas residuales, antes de volver a la naturaleza, deben ser depuradas. Para ello se conducen a las plantas o estaciones depuradoras, donde se realiza el tratamiento más adecuado para devolver el agua a la naturaleza en las mejores condiciones posibles. (Aguas residuales, s/f)

Aguas residuales urbanas

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas de limpieza de calles

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

(Aguas residuales, s/f)

Cantidad de Agua

La cantidad de aguas residuales que produce una comunidad va en proporción al consumo de agua potable y al grado de desarrollo económico y social, puesto que un mayor desarrollo trae consigo un mayor y más diverso uso del agua en las actividades humanas.

Los factores que van a influir en la cantidad son:

- Pluviometría: cuando se utiliza el sistema unitario.
- Consumo de agua potable.
- Ingestión de agua.
- Heces y orina.
- Pérdidas: pueden producirse por fuga en las conducciones, o porque parte del agua potable consumida no llega a las alcantarillas (reciclaje en la industria, riego de jardines, etc.).

El volumen de aguas residuales va a sufrir una serie de variaciones respecto al tiempo. Está claro que en el sistema unitario, la pluviometría va a jugar un papel importante en estas variaciones. Pero, también el flujo de aguas domésticas e industriales sufre oscilaciones de diversos tipos:

Anuales y mensuales: en los meses de verano, es mayor el consumo de agua por ingestión, aseo, usos recreativos y municipales, etc. Así mismo, las afluencias turísticas originan grandes variaciones en la producción de agua potable. También, hay industrias estacionales que sólo consumen agua durante una parte del año.

-Semanales: hay algunos días en la semana en los que se consume mayor cantidad de agua (aseo, coladas, etc.). En los tipos de industrias que no funcionan durante el fin de semana, los cambios en la cantidad de aguas residuales son apreciables.

- - Diarias: es mayor el vertido de agua residual, tanto doméstica como industrial, durante el día que durante la noche, produciéndose durante ésta los caudales mínimos.

Calidad del agua a tratar

Falta de autorización para el vertimiento o reúso, falta de lugares autorizados para la disposición final de lodos y residuos sólidos de las PTAR y falta de regulación en el manejo de lodos.

Características Físicas

Algunas de las características físicas de las aguas residuales urbanas son las siguientes:

Temperatura

Suele ser superior a la del agua de consumo, por el aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas valor medio de 15 °C, aproximadamente. Esta

mayor temperatura ejerce una acción perjudicial sobre las aguas receptoras, pudiendo modificar la flora y fauna de éstas, y dando lugar al crecimiento indeseable de algas, hongos, etc.

También, el aumento de temperatura puede contribuir al agotamiento del oxígeno disuelto, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura.

Características generales de composición de las aguas residuales urbanas

Más que el conocimiento químico exacto de la composición de las aguas residuales urbanas, tres son las características más importantes que debemos destacar, desde un punto de vista sanitario y en relación con el tratamiento:

- La gran cantidad de sólidos presentes.
- La abundancia de sustancias biodegradables.
- La presencia de un gran número de microorganismos.

Características Químicas

Existen una serie de parámetros que tienen una especial importancia para describir composición de las aguas residuales.

Materia orgánica

Constituye la tercera parte de los elementos de las aguas residuales, siendo los principales compuestos que se pueden hallar:

- Proteínas (40-60 %)
- Carbohidratos (25-50 %)
- Grasas y aceites (10 %)

Turbidez

Se debe a la cantidad de materias en suspensión que hay en las aguas residuales (limo, materia orgánica y microorganismos. Esta turbidez, en las masas de aguas receptoras, afecta a la penetración de la luz, lo que redundaría en una menor productividad primaria.

Color

Suele ser gris o pardo, pero debido a los procesos biológicos anóxicos el color puede pasar a ser negro.

1.7 Bases teórico científicas

SANI LODGE

En la provincia de Sucumbíos se encuentra Sani Lodge la cual está ubicada en el corredor intermedio del Parque Nacional Yasuní, es propiedad de Comuna Kichwa Sani Isla con 42.000 hectáreas de selva virgen.

Sani Lodge es realmente un especial ecolodge en el Ecuador dedicado al ecoturismo, la conservación del medio ambiente, y proyectos comunitarios en la selva amazónica del Ecuador. Sani Lodge es propiedad y es operado por miembros de la comunidad de Sani Isla, lo que significa que con sus amplios conocimientos de vida silvestre y la biodiversidad del Amazonas pueden dar a los huéspedes de Sani una verdadera experiencia de la selva amazónica. Sani Lodge acomoda a sólo 40 personas, entre cabañas y camping, haciendo hincapié en la calidad y mas no en la cantidad, y por tanto, ofrece una experiencia más íntima con la selva tropical. (Sani Lodge, (s.f.))



*Grafico 2 Mapa localización de Sani Lodge
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Autor del Proyecto*



Grafico 3 Mapa localización de Sani Lodge
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Autor del Proyecto

Lodge

Se denomina así a establecimientos de alojamiento especialmente habilitados para la caza y pesca. Generalmente se trata de cabañas emplazadas en lugares de gran atractivo turístico. (Sani Lodge, (s.f.))

Fauna

Los bosques de los alrededores de Sani proporcionan un hábitat para una gran variedad de organismos, pero es también el hogar de muchas especies amenazadas o raras como el jaguar, 13 especies de primates, el perro de orejas cortas, el tapir brasileño, dos especies de pecaríes, águila arpía, el caimán negro, manatí amazónico, entre otros.

Gran parte del territorio de Sani está comprendido por el río Napo, sus afluentes y la piscina antesala al complejo turístico que son el hábitat de una variedad de especies, como:

Tabla 6 Fauna

<u>Nº común</u>	<u>Nombre científico</u>
Sajino	<i>Pecari tajacu</i>
Mico nocturno	<i>Aotus vociferans</i>
Guatusa	<i>Dasyprocta punctata</i>
Guatusa negra	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>
Capibara	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>
Cuchucho	<i>Nasua nasua</i>
Mono Chorongo	<i>Lagothrix lagotricha</i>
Garrapatero	<i>Crotophaga ani</i>
Mono de bolsillo	<i>Cebuella pygmaea</i>
Murciélago orejudo	<i>Micronycteris daviesi</i>
Mono Machin	<i>Cebus albifrons</i>
Barizo	<i>Saimirí sciureus</i>
Mono Chichico	<i>Saginus nigricollis</i>
Perico cachetirojo	<i>Aratinga erythrogenys</i>
Perico cabeciobscuro	<i>Aratinga weddellii</i>
Pava de monte	<i>Penelope sp.</i>
Perdiz	<i>Crypturellus sp.</i>
Guacamayo	<i>Ara macao</i>
Guacamayo azul	<i>Ara arauna</i>
Lagarto negro	<i>Crocodylus acustus</i>
Lagarto blanco	<i>Tupinambis merianae</i>
Camaleón	<i>Chamaeleo chamaeleon</i>
Boas	<i>Boa constrictor</i>
Delfines rosados	<i>Inia geoffrensis</i>
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>
Vaca Marina	<i>Trichechus manatus</i>
Charapas	<i>Podocnemis expansa</i>
Pirañas	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Bocachicos	<i>Prochilodus nigricans</i>
Sábalos	<i>Prochilodus lineatus</i>
Cachamas	<i>Colossoma macropomum</i>

NOTA: Fauna de Sani Lodge
Elaborado por: Autor del proyecto



Foto 4 Fauna de la empresa turística Sani Lodge
Fuente: parque-nacional-Yasuní
Elaborado por autor del proyecto

Flora

La flora es más exuberante y mayor que la fauna. De acuerdo a un estudio realizado por biólogos de la Selva Lodge determino que Sani Lodge en el noreste de Ecuador se localiza la zona con mayor diversidad biológica del mundo. (Día de Yasuní, 2008). Por ejemplo 2.274 especies de árboles y arbustos han sido identificadas, 644 especies de árboles en una sola hectárea (2,47 acres) han sido documentadas, que es casi tantas especies de árboles, como todos los de los Estados Unidos y Canadá juntos. Esto también es un récord mundial.

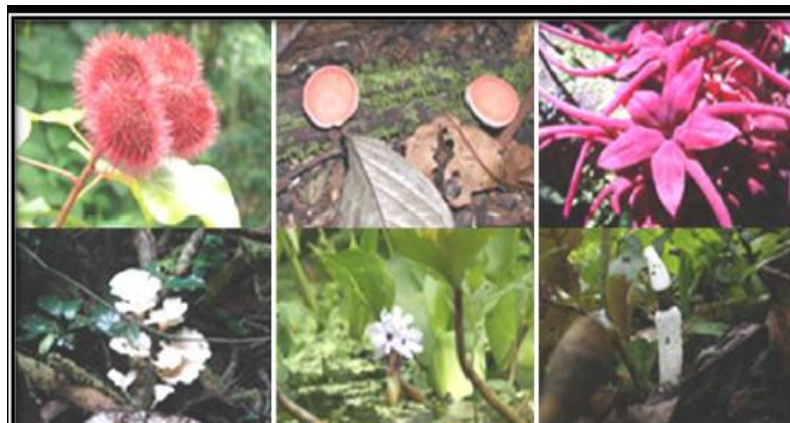


Foto 5 Flora la empresa turística Sani Lodge
Fuente: flora de Sani Lodge.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

Tabla 7 Flora

<u>N° común</u>	<u>Nombre científico</u>
Cedro blanco	<i>Cedrela montana</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Manzano rojo	<i>Malus x purpurea</i>
Guayacán	<i>Tabebuia sp.</i>
Guanbula	<i>Minuartia guianensis</i>
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>
Coco	<i>Cocos nucifera</i>
Capiróna	<i>Calycophyllum obovatum</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Pechiche	<i>Vitex Gigantea</i>
Manzano blanco	<i>Pyrus malus</i>
Corcho	<i>Melaleuca quinquenervia</i>
Moral	<i>Clarisia racemosa</i>
Arenillo	<i>Erisma uncinatum</i>
Cedrillo	<i>Simarouba amara</i>
Sangre de gallina	<i>Otoba parvifolia</i>
Higuerón	<i>Ficus citrifolia</i>
N° común	Nombre científico
Matapalo	<i>Ficus sp.</i>
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Palo de tortuga	<i>Abuta grandifolia</i>
Zaragoza	<i>aristolochia odoratissima</i>
Yage	<i>Banisteriopsis caapi</i>
Albaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>
Palo del diablo	<i>Capparis spinosa</i>
Palo de rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>
Cacao pequeño	<i>Theobroma cacao</i>
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>

NOTA: Flora de Sani Lodge
Elaborado por: Autor del proyecto

Biodiversidad

Tenemos 37 000 hectáreas de bosque incluyendo ambos lados del Napo río, con una lista compuesto de más de 10 clases de aves que pueden ser visto durante nuestros viajes. 80 especies de ranas, 1,000 especies de mariposas, más de 10 especies de primates y millones de insectos.

Son 963,000 las clases de insectos y miriápodos calculados en el mundo entero. En la estación de investigación de Tiputini al otro lado del Napo en el Parque Nacional de Yasuní, fue calculado que 60,000 especies de insectos viven en una hectárea de bosque.

Sani Lodge tiene 550 clases de las 10,000 especies de aves.

De las 4,500 especies de mamíferos presente en el mundo, Sani Lodge tiene más de 150 especies y muchos de éstos son murciélagos.

La reserva del Yasuní tiene 173 especies de mamíferos, 218 especies de reptiles y anfibios y 653 especies de aves.

1576 clases de plantas también han sido identificadas en el parque Nacional del Yasuní. Muchos árboles mesuran más de 25 metros de altura y algunos árboles pueden alcanzar hasta 50 metros.

En 1989 este parque fue declarado reserva Biosfera del mundo por la UNESCO.

Aguas Residuales

Se denominan aguas residuales a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial, se les llama también aguas servidas, aguas negras o aguas cloacales.

El término residual se emplea ya que el agua luego de ser usada constituye un residuo que no se puede usar directamente, son negras por el color que habitualmente tienen. Algunas veces se hace una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales considerando la procedencia de las primeras sólo de uso doméstico mientras a las segundas correspondientes a la mezcla de aguas domésticas e industriales. (Toscano Pozo, 2014, p. 14)

Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas

El tratamiento de aguas residuales domésticas se puede realizar en cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

Tratamiento preliminar

Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pre tratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento eficiente de las maquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

En el pre tratamiento se efectúa un desbaste para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar las arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y un desengrasado para eliminar los aceites presentes en el agua residual así como elementos flotantes.

Tratamiento primario

Comprende procesos de sedimentación y tamizado se usa para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos, a este proceso se lo conoce también como tratamiento mecánico se da mediante los siguientes procesos:

Remoción de sólidos

En este proceso el afluente es filtrado en cámaras de rejillas con el propósito de eliminar los objetos grandes, tales como trapos, latas, frutas, papel higiénico, etc. Éste es el usado más comúnmente mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente.

Remoción de arena, escaneo o maceración

En este proceso existe un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, éste equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena (clasificador de la arena) seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena podría ser alimentado en el incinerador en un procesamiento de planta de fangos, pero en muchos casos la arena es enviada a un terraplén.

Clases de piscinas

Las piscinas se pueden clasificar teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto (nivel de aerobividad), y la fuente que suministra el oxígeno necesario para la asimilación bacteriana de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales en los siguientes tipos:

Piscina Aerobia

Este tipo de piscina son poco profundas ya que deben permitir la penetración de la luz del sol en toda la columna de agua; por tal motivo se tiene gran actividad fotosintética durante las horas de luz solar, en toda columna de agua su profundidad varía entre 1 y 1,5 m.; Las piscinas diseñadas para aumentarla actividad fotosintética de las algas se denomina de alta tasa, el cual se refiere a la velocidad de producción fotosintética de oxígeno por parte de las algas presentes y no a la velocidad de asimilación metabólica de compuestos orgánicos, la cual permanece invariable. El oxígeno producido por las algas permite a las bacterias degradar en forma aerobia los compuestos orgánicos presentes en el agua residual. Durante las horas de luz solar, el oxígeno y el pH aumentan alcanzando valores máximos, mientras que en las horas de oscuridad éstos parámetros disminuyen en forma considerable, respecto al valor máximo. Los tiempos de retención de estos sistemas son relativamente cortos (generalmente 5 a 10 días). Las piscinas aerobias se utilizan en combinación con otras piscinas y su aplicación se limita a climas cálidos y soleados.

Piscina Facultativa

Este tipo de piscina son las más usadas, la profundidad oscila entre 1.5 a 2.5 m., y se las conoce también como piscinas de estabilización. El tratamiento se desarrolla por acción de las bacterias aerobias en la capa superior y de bacterias anaerobias o anóxicas en la capa inferior, dependiendo de la mezcla que se induce por acción del viento. Los sólidos Sedimentables se depositan en el fondo de la piscina. El aporte de oxígeno se logra por fotosíntesis y por reaeración natural superficial. Las piscinas facultativas pueden funcionar como piscinas con descarga controlada, piscinas de retención total o como unidades de almacenamiento para un tratamiento posterior sobre el suelo.

Piscina aireada con mezcla parcial

Las piscinas aireadas con mezcla parcial son más profundas y pueden recibir mayor carga orgánica que una piscina facultativa. El suministro de oxígeno se realiza por medio de aireadores mecánicos flotantes o difusores de aire sumergidos. Las piscinas aireadas tienen una profundidad que varía entre 2 y 6 m y se diseñan con un bajo tiempo de retención (3 a 20 días). La principal ventaja radica en que necesita menor área que otros sistemas de piscinas.

Piscina Anaerobia

Este tipo de piscina se diseña para el tratamiento de residuos líquidos con alto contenido de materia orgánica, generalmente aguas residuales de industrias ubicadas en zonas rurales apartadas. Estas piscinas no cuentan con zonas aerobias, la profundidad oscila entre 5 y 10 m.: y su tiempo de retención va de 20 a 50 días, debido a esto generan malos olores y requieren ser cubiertas o aisladas en zonas pobladas. (Toscano Pozo, 2014, p. 22)

Ventajas:

- Bajo consumo de energía y costo de operación.
- Bajo costo de construcción. (siempre que el terreno sea barato)
- Esquemas sencillos de flujo.
- Operación y mantenimiento, simple.
- Remoción eficiente de bacterias patógenas.
- Amortiguamiento de picos hidráulicos, de cargas orgánicas y de compuestos tóxicos.
- Disposición del efluente por evaporación, infiltración en suelo o riego.

Desventajas:

- Altos requerimientos de Área. (Solo son viables con un costo de terreno bajo)
- Efluente con elevado contenido de algas, puede ser rechazado para descargarlo en cuerpos de agua.
- Su funcionamiento depende de las condiciones ambientales tales como la temperatura, la irradiación solar, la velocidad del viento, etc., que son propiedades aleatorias.

- Generación de, olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas
- Contaminación de acuíferos por infiltración, particularmente en lagunas construidas sobre suelos arenosos. (Gonzalez Valenzuela, 2014)

Sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentran ubicadas generalmente a cierta distancia de los poblados, ya que la acumulación de aguas negras y grises produce emanaciones de fuerte olor. Debido a esto es necesario que el agua sea trasladada mediante tuberías a las plantas de procesamiento; según la distancia a la que se encuentre la planta, se construyen estaciones de bombeo que facilitan el transporte del agua a su destino final.

La limpieza que se realiza al agua elimina el riesgo que la contaminación puede presentar para el entorno natural, por lo que el agua procesada será liberada en alguna fuente natural como ríos o lagos sin que conlleve peligros para la flora y fauna que habitan en ese medio ambiente. (Tratamiento de aguas residuales, 2014)

Usar las plantas de tratamientos de aguas residuales puede ayudar a hacerse cargo del saneamiento de la manera más eficiente y oportuna. Existen un sinnúmero de beneficios si decides usar este tipo de plantas.

(Tratamiento de aguas residuales, 2014)

Agua limpia

El agua es una fuente renovable porque se purifica a través de la evaporación y las lluvias; sin embargo, solo cerca del 3% del agua de la tierra es potable. Si bien la naturaleza limpia las aguas residuales con el tiempo, el mayor beneficio de este tratamiento es mantener agua lista para volver a ser usada.

Control de enfermedades

El proceso de tratamiento de aguas residuales puede contener y remover potenciales contaminantes causantes de enfermedades, a través de un sistema de filtrado que bloquea el camino y realiza un tratamiento adicional que acaba con los organismos dañinos. Este mantiene a las enfermedades y bacterias potenciales lejos de otras fuentes de agua o del suelo, y que pueden causar daño a las personas, animales y plantas. Una buena noticia es que los sistemas de tratamiento continúan desarrollando mejores métodos para purificar el agua.

Eliminación de olores

Si es que eres extremadamente sensible a ciertos olores, este método de purificación funcionará mejor. Cada persona en el planeta sabe que los olores del alcantarillado son terriblemente malos. Una planta de tratamiento de aguas residuales es capaz de eliminar cierto tipo de olores del lugar.

Planta de tratamiento de aguas residuales industriales

Las plantas de tratamientos de aguas residuales son perfectas para áreas con una menor densidad poblacional, implementar millas y millas de tuberías de drenaje no es conveniente y mata la esencia de este método de purificación de agua. Un sistema centralizado puede ser una opción preferible en caso de áreas con gran densidad poblacional, pero no hay competencia para las plantas de tratamiento de aguas residuales cuando se trata de un lugar menos poblado.

Aparte de ser costosos, los sistemas centralizados pueden también ser dañinos y perjudiciales con la vida acuática ya que contaminan el agua. En cambio, las plantas de tratamientos de aguas residuales son seguras y una excelente alternativa a los sistemas de depuración de aguas. Esta es una manera perfecta de salvar dinero así como el medio ambiente. (Quimtia industrias, 2017)

Generalmente una planta de tratamiento se diseña junto con el sistema de drenajes que conducirá las aguas negras hasta su adecuado tratamiento, pero en este caso se

diseño después que el sistema de drenajes por no contar con una planificación adecuada. Hay que conocer el periodo de diseño de la planta de tratamiento, el cual es el tiempo en que la planta servirá a la comunidad, antes de que deba ampliarse por resultar ya inadecuada. La planta de tratamiento debe de tener el mismo periodo de diseño que el sistema de drenajes, que para este caso es de 20 años. (Penso Riera, 2012, p. 4)

- Remueve más del 90% de los agentes contaminantes del agua residual. El agua tratada cuenta con una calidad 30/30 (DBO5/SST)
- Remueve nutrientes (Nitrógeno y Fosforo)
- El agua tratada cumple con los requerimientos de las normas.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se puede aplicar en:

- Residencias
- Fraccionamientos
- Escuelas
- Comunidades rurales
- Parques Eco Turísticos
- Zonas arqueológicas
- Paraderos turísticos
- Gasolineras
- Campamento

Beneficios de las plantas de tratamiento de aguas residuales

-Para dependencias reguladoras del agua, medio ambiente y salud:

- Detiene y evita la contaminación de cuerpos receptores (ríos, lagos, mantos freáticos)
- Contribuye a mejorar la salud pública: el uso evita el desarrollo de Infecciones gastrointestinales
- Contribuye a la conservación del medio ambiente
- Al reusar el agua en riego de jardines, se reduce la explotación de fuentes de agua

- Permite tratar eficientemente el agua en zonas que no cuenten con acceso a redes de drenaje
- Contribuye a la conservación de zonas protegidas.

Beneficios para el usuario:

- No despide olores
- Permite reutilizar el agua tratada en riego de jardines, minimizando los gastos y contri-buyendo a la economía del hogar
- Larga vida útil: Fabricado con materiales de alta resistencia y durabilidad
- De fácil mantenimiento (1 vez al año)

1.8 Marco conceptual – definición de términos básicos

Anóxico Un ambiente anóxico es aquel que carece de oxígeno. En el medio acuático, la contaminación por sustancias orgánicas favorece un intenso crecimiento bacteriano que consume el oxígeno disuelto en el agua.

Aguas Residuales: Aguas resultantes de actividades industriales que se vierten como efluentes.

Aerobio: Relativo a la vida o a procesos que pueden ocurrir únicamente en presencia de oxígeno.

Aireación: Proceso de transferencia de masa, generalmente referido a la transferencia de oxígeno al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

Autodepuración: Proceso de recuperación de un curso de agua después de un episodio descontaminación orgánica.

Bio estimulante: sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo.

Biomasa: Suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen.

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Carga superficial: Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ($m^3/(m^2 \text{ día})$, kg DBO/(ha día).

Coliformes: Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

Contaminación: Degradación que sufre el medio ambiente por las sustancias perjudiciales que se vierten en el

Cuerpo de agua: Cuerpo de agua: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrosfera; son los charcos temporales, esteros,

manantiales, marismas, piscinas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda de oxígeno: Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonacea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados. Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

Depuración: Limpieza, purificación

DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días. Medida de la cantidad de oxígeno consumida en la oxidación del material carbonoso de una muestra de agua, por la población microbiana, a lo largo de cinco días de incubación. Se trata de una reacción fuertemente dependiente de la temperatura por lo que siempre que el ensayo no se haya hecho a 20° que es la estándar habrá que indicarlo. Se trata del parámetro indicador de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aunque tiene serias limitaciones que hay que tener en cuenta a la hora de su interpretación, entre estas pueden destacarse: en los cinco días que dura el ensayo normalmente no se oxida más del 60 o 70% de la materia orgánica realmente presente en la muestra, los resultados obtenidos dependen del inóculo bacteriano y la presencia de sustancias tóxicas para los microorganismos puede falsear los resultados.

Desecho semi-sólido: Es aquel desecho que en su composición contiene un 30% de sólidos y un 70% de líquidos.

Desecho sólido Domiciliario: El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.

Desechos sólidos de demolición: Son desechos sólidos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc., que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería.

Desecación: Proceso de formación de grietas poligonales en el suelo compacto al perder el agua y la humedad

Descarga: Vertido de agua residual o de líquidos contaminantes al ambiente durante un periodo determinado o permanente.

Descomposición anaerobia: Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano

Disectar: Dividir una cosa o separar sus partes con algún instrumento. Separar algo en dos partes.

Ecosistema: Comunidad integrada por un conjunto de seres vivos interrelacionados y por el medio que habitan.

Efluente: Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

Eutrófico: Se aplica al órgano u organismo que presenta un buen estado de nutrición, y al medio nutritivo que permite alcanzar este estado

Gestión ambiental: Conjunto de políticas, estrategias, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas y orientadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de conservación y protección del medio ambiente para garantizar el desarrollo sustentable, ejecutadas por el Estado y la sociedad.

Heliofanía: Representa la duración del brillo solar u horas de sol.

Lecho: Capa o porción de algunas cosas que están o se ponen extendidas horizontalmente sobre otras

Lixiviar: Separar una sustancia soluble de la matriz que la contiene por efecto del agua.

Lixiviación: Efecto de lixiviar.

Lixiviado: Solución resultante del lavado de una matriz sólida por el agua que la atraviesa.

Lodo: Sólidos separados de un agua residual mediante procesos físico-químicos generalmente con un elevado contenido en materia orgánica.

Maduración: Proceso de fermentación de la materia orgánica que descompone todas las sustancias fácilmente digeribles, dejando como residuo únicamente las porciones más resistentes a la acción bacteriana.

Medida del pH: El método normalmente utilizado en la determinación del pH de aguas naturales es el electrométrico con electrodo de vidrio. Este método se basa en la medida de la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia (calomelanos KCl saturado).

Medio abiótico: Sin vida.

Oligotrófico: Calificativo que se da a una masa de agua pobre en nutrientes y que contiene numerosas especies de organismos acuáticos, cada una de las cuales está presente en número relativamente pequeño. Esta masa de agua se caracteriza por una gran transparencia, alta concentración de oxígeno en la capa superior y por sedimentos que están generalmente coloreados en tonos marrones y contienen pequeñas cantidades de materia orgánica

Oxígeno disuelto: Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

pH: Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro

Pre tratamiento: Procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario.

Proceso biológico: Proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

Protista: Reino de seres vivos de pequeño tamaño que incluye los protozoos y las algas, constituidos por células eucariotas y que no presentan tejidos u órganos diferenciados.

Remanente: es algo que sobra, o un excedente.

Sedimentación: Proceso físico de clarificación de las aguas residuales por efecto de la gravedad. Junto con los sólidos sedimentables precipita materia orgánica del tipo putrecible.

Tiempo de retención: Tiempo medio teórico que permanecen las partículas de líquido en un proceso de tratamiento.

Trampa de grasa: Tanque pequeño de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas

Tratamiento biológico: Procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

Turbiedad: Falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión.

1.9 Marco legal

Constitución Política De La República Del Ecuador

Título II Derechos Capítulo Segundo; Derechos del Buen Vivir

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua corresponde patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir,

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Capítulo Séptimo; Derechos de la Naturaleza

En los artículos 71 y 72 se establece a la naturaleza como sujeto de derecho la misma que debe ser respetada, mantenida y regenerada por sujetos naturales, jurídicos y colectivos. Además se establece la obligación del Estado a la restauración de la misma.

Título VII Régimen Del Buen Vivir. Capítulo Segundo; Biodiversidad y Recursos Naturales. Sección primera. Naturaleza y ambiente

En los artículos 395, 396 y 397 se reconoce principios ambientales en los que establece el modelo de desarrollo sustentable, el Estado debe adoptar políticas y medidas para evitar impactos ambientales negativos y en caso de generarse daño al ambiente además de aplicarse sanciones se tendrá la obligación de restauración integra e indemnización de la parte afectada.

Los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios tienen la responsabilidad de prevenir impactos ambientales, de mitigar y reparar los daños que han causado, y mantener un sistema de control ambiental permanente.

3.5.2 Ley De Prevención Y Control De La Contaminación Ambiental

Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004. Capítulo II, de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en

terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 7.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

3.5.3 Ley De Gestión Ambiental

Ley No. 37. RO/ 245 de 30 de Julio de 1999. Título I, Ámbito Y Principios De La Ley.

Art. 9.- Le corresponde al Ministerio del ramo:

Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes;

3.5.4. Ley Forestal Y De Conservación De Áreas Naturales Y Vida Silvestre

Codificación 17, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004.

104. CAPITULO III, de la Conservación de la Flora y Fauna Silvestres

Art. 73.- La flora y fauna silvestres son de dominio del Estado y corresponde al Ministerio del Ambiente su conservación, protección y administración, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

c) Prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas, así como la degradación del medio ambiente;

3.5. 5 Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria

Decreto Ejecutivo NO. 3399, publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002

CAPITULO 4. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso

Agua 4.2 Criterios generales para la descarga de efluentes 4.2.1 Normas generales

para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua

4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor.

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

4.2.1.5 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas.

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado.

4.2.1.9 Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

4.2.1.10 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

4.2.1.12 Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

4.2.1.16 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado.

Normas de Descarga de Efluentes a un Cuerpo de Agua o Receptor: Agua Dulce y Agua Marina.

4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación. (Toscano Pozo, 2014, p. 63)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes	Nmp/100 ml		^u Remoción > al 99,9 %
Fecales			* Inapreciable en dilución: 1/20
Color real	Color real	unidades de color	0,2
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos	TPH	mg/l	20,0
Totales de Petróleo			
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos		ml/l	1,0
Sedimentables			
Sólidos		mg/l	100
Suspendidos			
Totales			
Sólidos totales		mg/l	1 600

Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Grafico 6 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Fuente: (Toscano Pozo, 2014, p. 66) Tesis Cap. III

Elaborado por autor del proyecto

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO

2.1. Antecedentes diagnósticos

Dentro del capítulo de diagnóstico se procedió al levantamiento de información gracias a las herramientas de recolección de datos, las que fueron aplicadas dentro de la investigación como encuestas, las que fueron realizadas a 2 trabajadores de la empresa turística Sani Lodge el día 11 de febrero del 2018 a las 09:00 de la mañana y se realizó una entrevistas al administrador de Sani Lodge a las 9:30 de la mañana.

2.1.1 Universo y muestra

Ficha De Observación		
Tema: Ficha para evaluar la contaminación del aire en la empresa turística Sani Lodge	Lugar:	Sani Lodge
	provincia:	Sucumbíos
	Fecha:	2018-02-11

	Si	No
Malos olores alrededor de Sani Lodge	X	
Molestias de los turistas dentro de Sani Lodge por malos olores		X
Presencia de animales en el sector por malos olores		X
Conocimiento del debido mantenimiento de malos olores por el propietario		X
El propietario conoce todos los problemas que puede acatar la presencia de malos olores	X	

Hay el debido mantenimiento al terreno de Sani Lodge	X	
--	---	--

Análisis: si existe malos olores por causa de la infiltración del pozo séptico

Para la obtención de información se realizó 2 encuesta de 2 ítems desglosados en 6 preguntas cerradas con opción múltiple, estas preguntas nos entregaron datos cuantitativos los cuales beneficiaron a la investigación ya que se determinó varios aspectos esenciales.

Anexo 1

Anexo 2

2.1.2 Muestra

Toma de muestra de aguas de piscina de Sani Lodge
En ríos o cursos de agua será preciso considerar diversos factores, tales como: profundidad, caudal, distancia a la orilla, etc. La muestra se tomará lo más lejos posible de la orilla, procurando no remover el fondo y evitando los remansos o zonas de estancamiento.

Para tomar una muestra del agua de un lago o de un río se sujetará el frasco por el fondo en posición invertida, sumergiéndolo completamente y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente (río) o desplazándolo horizontalmente en la dirección de la boca del frasco (lago).

La muestras de aguas recogida fue en un envase de plástico de poli tetrafluoretileno de 500 ml, el punto de descarga fue en Laguna Challuacocha de la empresa turística Sani Lodge localizada en las siguientes las coordenadas Latitud: 0° 26' 6,4" Sur Longitud: 76° 16' 37,7, Oeste y fueron rotuladas y enviadas a LABFIGEMPA laboratorios de la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR que cuenta con instalaciones apropiadas para realizar análisis de agua. Para realizar los análisis físicos, químicos y biológicos se cogieron muestras

de agua en la laguna, proceso de digestión y descarga, alrededor de la 09:20 de la mañana. El muestreo en la descarga se realizó 2 veces.

2.1.2.1 Protocolo de toma de muestras de agua.

Para tomar muestras de agua potable se debe seguir el siguiente protocolo.

Dependiendo del lugar donde se vaya a tomarlas muestras se selecciona el recipiente de utilizarán envases de plástico de polietileno o polietileno.

Solo para el caso del análisis de compuestos orgánico volátiles se utilizarán envases de vidrio, previamente enjuagado con agua destilada, se debe enjuagar 3 veces con el agua a muestrear. (A este procedimiento se le denomina purga).

-Una vez tomada la muestra, identificarla con claridad y enviarla lo antes posible al laboratorio.

El plazo máximo entre la toma de la muestra y el análisis debe ser de 20 h. En casos calificados por la Autoridad Competente, se puede aceptar hasta un máximo de 30 h, indicando las condiciones de transporte.

2.1.2.2 Conservación de las muestras

Durante el traslado

- Las muestras se deben trasladar durante las primeras 6 h evitando que su temperatura se incremente después de su recolección.

Para tal propósito y si no lo permitieran las condiciones ambientales, se debe considerar un sistema de refrigeración. En el caso que el tiempo de transporte exceda las 6 h, las muestras se deben mantener a una temperatura menor o igual a 10°C, evitando el congelamiento.

2.2. Variables diagnósticas

Investigación Descriptiva: Se empleó esta investigación por que se utilizó estadígrafos descriptivos los cuales constan desde el desarrollo de una encuesta, así como la recolección de datos que posteriormente fueron representados en gráficos estadísticos.

Investigación Documental: Se partió con la recopilación de información de varios soportes de información los cuales son: libros, sitios web y archivos pdf. Fueron indispensables para conocer sobre cada aspecto que constituye el proyecto.

Investigación Exploratoria: Se comenzó a indagar dentro de la empresa turística Sani Lodge en donde se pudo constatar datos importantes como a donde van las aguas residuales etc.

Cuantitativa: El estudio parte del análisis de una muestra de población quienes son personas que se encuentran económicamente activas, por tanto se procederá a cuantificar al objeto de estudio.

2.3. Indicadores

Encuesta.- Se realizó 2 encuesta de 2 ítems desglosados en 6 preguntas cerradas con opción múltiple, estas preguntas nos entregaron datos cuantitativos los cuales beneficiaron a la investigación ya que se determinó varios aspectos esenciales.

Entrevista Estructurada.- Se realizó una entrevista al administrador estructuradas con 4 preguntas abiertas a expertos en el ámbito ambientales, dicha entrevista apporto con puntos de vista técnicos.

2.4 Presentación gráfica de resultados

1-¿Tiene conocimiento de lo que es una piscina de oxidación?

Tabla 8

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	50	50 %
No	50	50%
Total	2 personas	100%

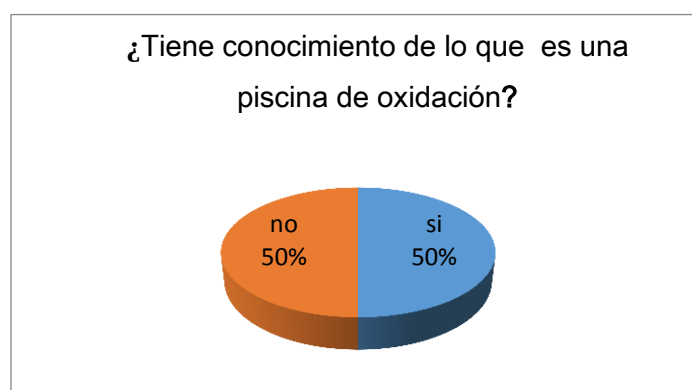


Gráfico 7
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas; la primera persona encuestada con el 50% sabe que es una piscina de oxidación y la 2 persona con 50% no conoce sobre las piscinas de oxidación.

2-Sabía usted que las piscinas de oxidación ayudan al tratamiento de aguas residuales

Tabla 9

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	50	50 %
No	50	50%
Total	2 personas	100%



Grafico 8
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas; la primera persona encuestada con el 50% sabe que una piscina de oxidación ayuda al tratamiento de aguas y la 2 persona con 50% no conoce que las piscinas de oxidación ayudan al tratamiento de aguas residuales.

3-Tiene conocimiento de lo que son las aguas residuales

Tabla 10

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	2	100 %
No	0	0%
Total	2 personas	100%



Grafico 5
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas con el 100% tienen el conocimiento de que son las aguas residuales.

4-¿Tiene conocimiento de lo que es un pozo séptico.

Tabla 11

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	2	100 %
No	0	0%
Total	2 personas	100%

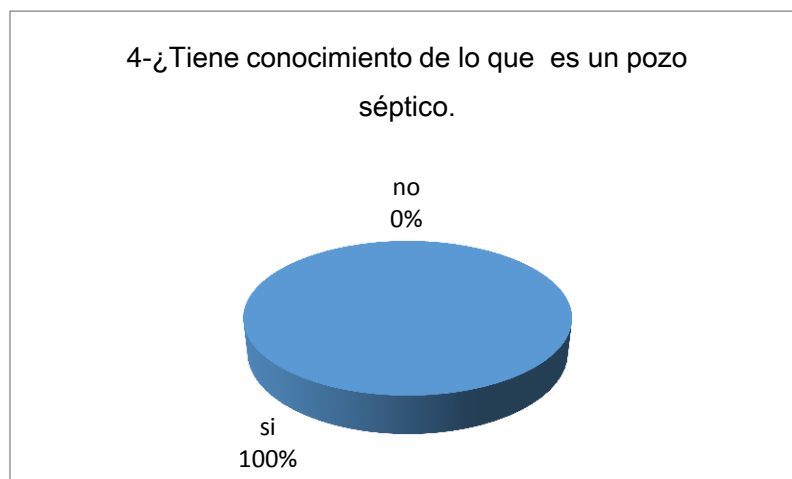


Grafico 9
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas con el 100% tienen el conocimiento de que es un pozo séptico.

5-Sabía usted que si se llegara llenarse el pozo séptico causaría infiltración y saldría las aguas negras al exterior.

Tabla 12

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	0	0 %
No	2	100%
Total	2 personas	100%

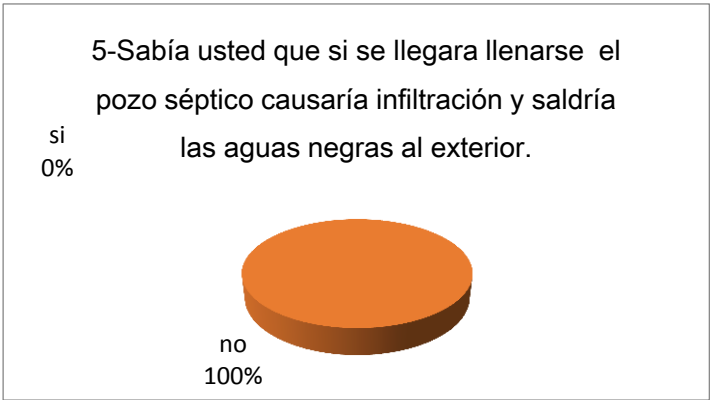


Grafico 10
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas con el 100% no tienen el conocimiento que si llegara llenarse el pozo séptico causaría infiltración y saldría las aguas negras al exterior.

6-Sabía usted que si llegara a existir una infiltración del pozo contaminaría el suelo.

Tabla 13

ESCALA	PERSONAS	PORCENTAJE
Si	2	100 %
No	0	0%
Total	2 personas	100%

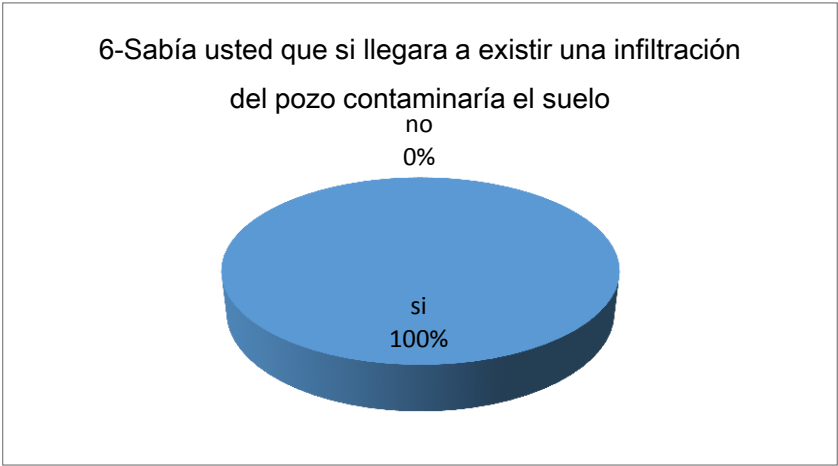


Grafico 11
Fuente: Encuestados
Elaborado por: Autor del Proyecto

INTERPRETACIÓN: En el presente cuadro estadístico nos muestra a las 2 personas encuestadas con el 100% tienen el conocimiento que si llegara a existir una infiltración del pozo contaminaría el suelo.

2.5 Análisis e interpretación de resultados

2.5.1 La encuesta Durante la ejecución de las encuestas se pudo evidenciar un amplio interés por parte del administrador y guías los cuales permitieron constar que tienen conocimiento de las aguas residuales y piscinas de oxidación y la posible contaminación que puede producirse si existe una filtración de los pozos sépticos

Análisis.- Gracias a la encuesta realizada se obtuvo información muy importante que ha sido fundamental para la ejecución de la propuesta.

2.5.2 Entrevista.

Se procedió a entrevistar al administrador de la empresa Sani Lodge quien ayudo obtener información ver sus conocimientos sobre el tratamiento de aguas residuales y piscinas de oxidación.

La entrevista se realizó al administrador ALEX JUNCO EL DIA 11/02/2018

De donde viene el agua que se utiliza en las cabañas?

El agua domestica que se utiliza en las cabañas viene entubada, y de un tanque de reserva en el cual se utiliza un sistema de bombeo a presión.

Que destino tienen las aguas usadas de las cabañas?

Las aguas usadas de las cabañas van directamente a un pozo séptico

Usted ha escuchado hablar sobre las piscinas de oxidación?

Tengo poco conocimiento, sé que es un procedimiento para purificar las aguas servidas es decir volver a darle utilidad a estas aguas,

Han considerado ustedes la posibilidad de contratar a un especialista para que haga un análisis de estas aguas?

Lógico que si he considerado por que se el problema que causan estas aguas contaminan el ambiente.

Análisis.- La información obtenida con las entrevistas se centró en las opiniones del administrador para verificar su conocimiento sobre el medio ambiente y temas un poco más sobre la empresa Sani Lodge.

Resultados de la muestra

Tabla 14 Análisis de resultados de laboratorio

Parámetro	Laboratorio FIGEMPA	Límite permisible TULAS	Observación
Oxígeno Disuelto	0.7 mgO₂/L	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	CUMPLE
D.Q.O	150 mg/L	250 mg/L	CUMPLE
Nitritos	(0.14mg/L)	10,0 mg/L	CUMPLE
Nitratos	(40.0 mg/L)	10,0 mg/L	CUMPLE
pH	(6,87 UpH)	5-9 upH	CUMPLE

NOTA: Resultados del laboratorio
Elaborado por: Autor del proyecto

ANALISIS

Los análisis de laboratorio indican que existen parámetros normales y cumplen con los límites permisibles de las TULAS la cual nos indican que la laguna no está contaminada.

CAPÍTULO III: PROPUESTA

3.1. Título de la propuesta– Descripción

Propuesta para el diseño y selección de la alternativa más sustentable y viable entre piscinas de oxidación y planta de tratamiento de aguas residuales generadas en la empresa turística de SANI LODGE la propuesta establecida será para el cuidado y protección del medio ambiente y la evitar la contaminación del afluente del sector.

A continuación se muestran fotos y gráficos de las posibles alternativas para el tratamiento de aguas residuales entre piscinas de oxidación y planta de tratamiento de aguas residuales.

Piscinas Oxidación



*Foto 12 Piscinas de oxidación
Fuente: google.com
Elaborado por: Autor del Proyecto*



*Foto 13 Piscina de oxidación
Fuente: google.com
Elaborado por: Autor del Proyecto*

Planta De Tratamiento De Aguas Residuales

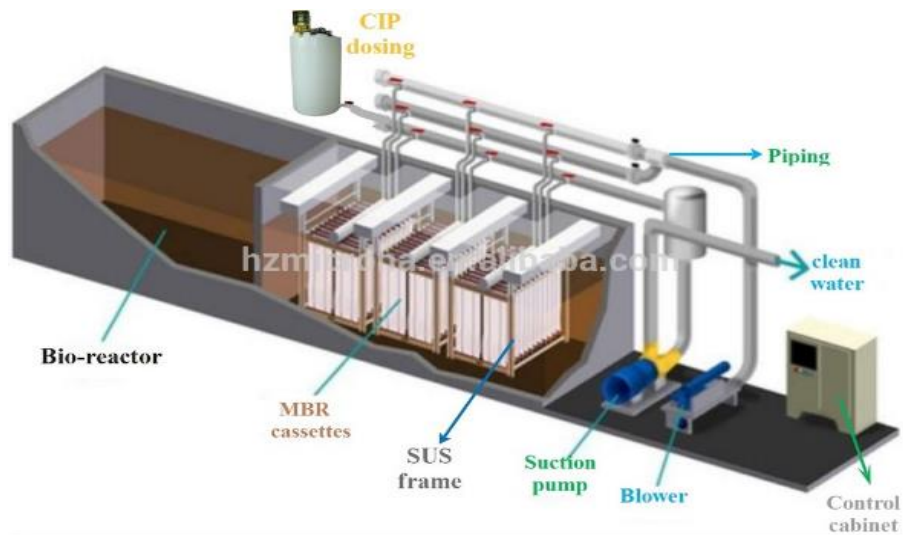


Grafico 14 Planta de tratamiento
Fuente: google.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

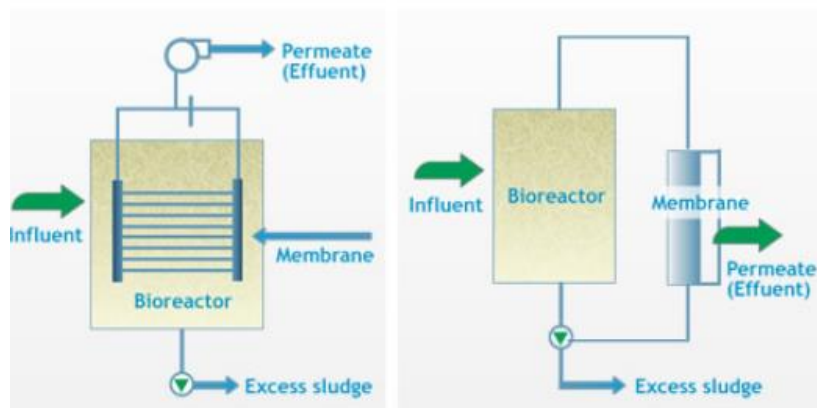


Grafico 15 Planta de tratamiento
Fuente: google.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

3.2 Macro y micro localización



Grafico 16 Mapa localización de Sani Lodge
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Autor del Proyecto

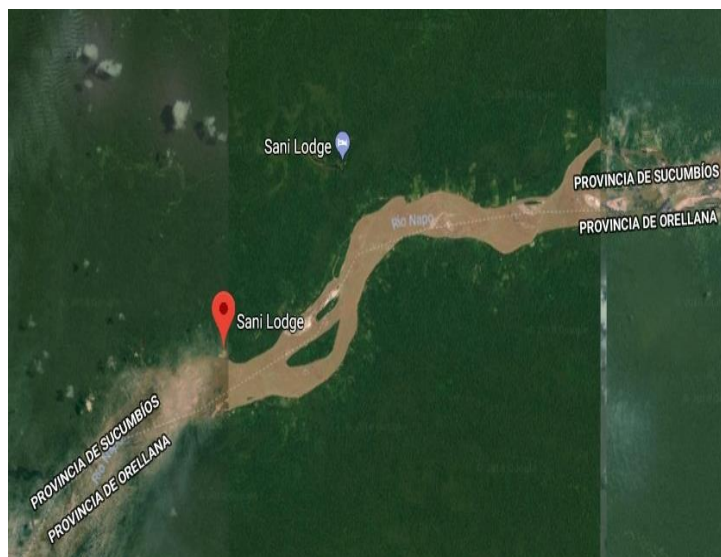


Grafico 17 mapa localización de Sani Lodge
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Autor del Proyecto



*Foto 18 Sani Lodge
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Autor del Proyecto*

La propuesta de la alternativa y selección más sustentable entre diseño piscinas de oxidación y la planta de tratamiento de aguas residuales generadas en la empresa turística SANI LODGE está ubicada en la comunidad de Sani Isla, en los territorios de la provincia de Sucumbíos, Cantón Sushufindi parroquia Limoncocha.

3.3. Esquema de la propuesta (viabilidad, impacto, recursos)

3.3.1 Viabilidad

Esta propuesta cuenta con varias etapas que justifican su realización, dichas etapas van desde el planteamiento del tema, el cual fue cuidadosamente estudiado ya que se debe conocer uso de la planta de tratamiento de aguas residuales y piscinas de oxidación las cuales ayudan para el tratamiento de aguas residuales y así evitar la contaminación ambiental.

Tomando en cuenta la viabilidad de entre las 2 alternativas sustentables entre la piscina de oxidación y la planta de tratamiento de aguas de residuales se debe tomar en cuenta algunos puntos:

Ventajas:

- Bajo consumo de energía y costo de operación.
- Operación y mantenimiento, simple.
- Remoción eficiente de bacterias patógenas.

-Amortiguamiento de picos hidráulicos, de cargas orgánicas y de compuestos tóxicos.

-Disposición del efluente por evaporación, infiltración en suelo o riego.

Desventajas:

-Altos requerimientos de Área. (Solo son viables con un costo de terreno bajo)

-Efluente con elevado contenido de algas, puede ser rechazado para descargarlo en cuerpos de agua.

-Con la elaboración de las piscinas causaran malas impresiones (contaminación visual) a los turistas.

-Generación de, olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas

-Pérdida de la vegetación.

-En temporadas fluviales se puede producir desbordamiento de las aguas residuales.

-Puede causar la llegada de animales no deseados a Sani Lodge.

-Por las piscinas de oxidación se puede producir enfermedades por la aparición de mosquitos y podría afectar a los turistas y guías de Sani Lodge

-Con la llega de la maquinaria se produciría el alejamiento de algunas especies que están en los alrededores de Sani Lodge.

-Pérdida de una gran extensión de terreno.

Planta de tratamiento de aguas residuales

Ventajas

-No despiden olores

-Larga vida útil: Fabricado con materiales de alta resistencia y durabilidad

-No utiliza grandes extensiones de terreno

-No habría aparición de mosquitos y no podrían afectar a los turistas y guías de Sani Lodge.

-No existiría ruido y no perjudicaría a las especies que están a los alrededores.

De fácil mantenimiento (1 vez al año)

-Detiene y evita la contaminación de cuerpos receptores (ríos, lagos, mantos freáticos)

-Permite tratar eficientemente el agua en zonas que no cuenten con acceso a redes de drenaje

Desventajas

-El precio de la planta de tratamiento es elevado.

-Costo de operación y mantenimientos altos

3.3.2 Impacto Social

En las poblaciones que no cuentan con esta infraestructura se está alterando la calidad de las fuentes hídricas receptoras, y puede ocasionar problemas a la salud de los turistas y a las personas de Sani Lodge. .

Piscinas de oxidación

-Con la elaboración de las piscinas causaran malas impresiones (contaminación visual) a los turistas.

Planta de tratamiento

-No existiría la aparición de mosquitos y no podrían afectar a los turistas y guías de Sani Lodge.

3.3.3 Económico

Pérdidas económicas por las leyes que se establecen por la contaminación de ríos.

Pérdidas económicas por menos visitantes por causa de malos olores causados por las piscinas de oxidación.

Piscinas de oxidación

Bajo consumo de energía y costo de operación.

Bajo costo de construcción. (Siempre que el terreno sea barato)

Planta de tratamiento

El precio de la planta de tratamiento es elevado.

3.3.4 Ambiental

Pérdida de la vegetación y fauna en el sector en donde se localiza la empresa turística Sani Lodge.

Puede llegar a contaminarse las aguas subterráneas mediante contaminantes que no han sido removidos por el sistema de tratamiento.

Si no se presta especial atención a los pozos sépticos puede existir una infiltración y se puede producir un deterioro en el suelo, causado por el aumento de salinización y saturación del agua.

Piscinas de oxidación

Ventajas:

- Remoción eficiente de bacterias patógenas.
- Amortiguamiento de picos hidráulicos, de cargas orgánicas y de compuestos tóxicos.
- Disposición del efluente por evaporación, infiltración en suelo o riego.

Desventajas:

- Efluente con elevado contenido de algas, puede ser rechazado para descargarlo en cuerpos de agua.
- Generación de, olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas
- Pérdida de la vegetación.
- En temporadas fluviales se puede producir desbordamiento de las aguas residuales.
- Puede causar la llegada de animales no deseados a Sani Lodge.
- Pérdida de una gran extensión de terreno.

Planta de tratamiento de aguas residuales

Ventajas:

- No desprende olores
- No utiliza grandes extensiones de terreno
- No existiría ruido y no perjudicaría a las especies que están a los alrededores.
- Detiene y evita la contaminación de cuerpos receptores (ríos, lagos, mantos freáticos)

3.4 Presupuesto

3.4.1 Presupuesto de las piscinas de oxidación

Tabla 15 Presupuesto Del Costo de las piscinas de oxidación

Actividad	Piscina facultativa	Piscina aerobia	Piscina Anaerobia
Excavación	240	800	120
Retiro y disposición de material	1,550	4,500	150
Impermeabilización del suelo a) Compactación con Arcilla	6,896	2,575	205
Talud de concreto	847	1,200	775
Costos de las piscinas	9,533	9,075	1,250
Total de las 3 piscinas	<u>19,858</u>		

NOTA: Presupuesto de las piscinas de oxidación con compactación de arcilla
Elaborado por: Autor del proyecto

Tabla 16 Presupuesto Del Costo de las piscinas de oxidación

Actividad	Piscina facultativa	Piscina aerobia	Piscina Anaerobia
Excavación	240	800	120
Retiro y disposición de material	1,550	4,500	150
b) Geomembrana de polietileno de alta densidad	75	400	50
Talud de concreto	847	1,200	775
Costos de las piscinas	2,712	6,900	1,095
Total de las 3 piscinas	<u>10.707</u>		

NOTA: Presupuesto de las piscinas de oxidación con geomembrana de polietileno
Elaborado por: Autor del proyecto

3.4.2 Presupuesto de planta de tratado aguas domésticas

Tabla 17 Presupuesto económico de planta de tratamiento

ACTIVIDADES	MONTO
Materia prima, (canal de conducción de agua, sistema de bombeo)	\$ 4,116.00
insumos de procesos	\$0.00
Control de calidad	\$4,300.00
Servicios básicos	\$7,630.00
Mantenimiento y reparaciones	\$8,000.00
Gastos administrativos	\$5,120.00
Financieros	\$0.00
Costos de bombeo	\$12,000.00
Total	<u>\$ 41.116.00</u>

NOTA: Presupuesto de las piscinas de oxidación
Elaborado por: Autor del proyecto

3.5 Desarrollo de la propuesta

La propuesta se realiza en Sani Lodge está ubicado en la comunidad de Sani Isla, en los territorios de la provincia de Sucumbíos, Cantón Sushufindi parroquia Limoncocha.

Ubicación Geográfica

Latitud: 0° 26' 6,4" Sur

Longitud: 76° 16' 37,7", Oeste

Altitud: 229 msnm

Limites

Norte: Rio Pavayacu.

Sur: Rio Tiputini.

Este: Comunidad de San Roque.

Oeste: Comunidad de Añangu en Orellana, Comunidad Pilche en Sucumbíos.

Temperatura

Es una región del bosque húmedo tropical cuya temperatura anual promedio oscila entre los 24 y 26 grados (Sani Lodge, (s.f.))

b. Precipitación anual

Recibe una precipitación promedio anual de 3.000 mm (Sani Lodge, (s.f.))

Tratamiento De Las Aguas Residuales.

El objetivo de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), es reducir la contaminación de las mismas para hacer admisible bien su vertido al medio acuático natural: ríos, mar, lagos, embalses, o al terreno, como su reutilización para la agricultura, industria u otros fines, seleccionando la mejor alternativa más sustentable y viable entre piscinas de oxidación o la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tipos de piscinas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales

Las piscinas de estabilización pueden clasificarse desde diversos puntos de vista.

Sin embargo, se clasifican según su actividad biológica:

☐ **Aerobias.-** Son aquellas en que las bacterias aerobias descomponen los residuos mientras que las algas, por proceso de fotosíntesis, proveen de oxígeno suficiente para mantener un ambiente aerobio.

□ **Anaerobias.-** Actúan de forma similar a un digestor, donde las bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica.

□ **Facultativas.-** Son aquellas en las que pueden encontrarse organismos aerobios, anaerobios y facultativos. Tienen una zona aerobia superior mantenida por algas y una zona anaerobia en el fondo.

Tabla 18 Diseño de la piscinas facultativa

Parámetros	Valores Calculados
Área de la piscina	196,5 m ²
Volumen de la piscina	294,7 m ³
Altura	1,5 m
Largo	31m
Ancho	6 m

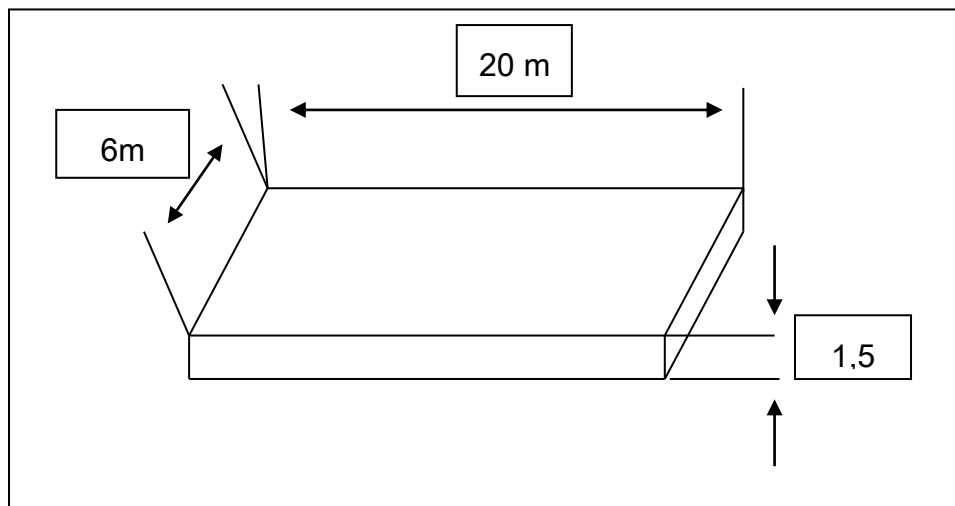


Grafico 19 piscina facultativa
Fuente: piscinas de oxidación.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

Tabla 19 Diseño de la piscinas aerobia

Parámetros	Valores Calculados
Área de la piscina	1243 m ²
Volumen de la piscina	1243 m ³
Altura	1m
Largo	37m
Ancho	15 m

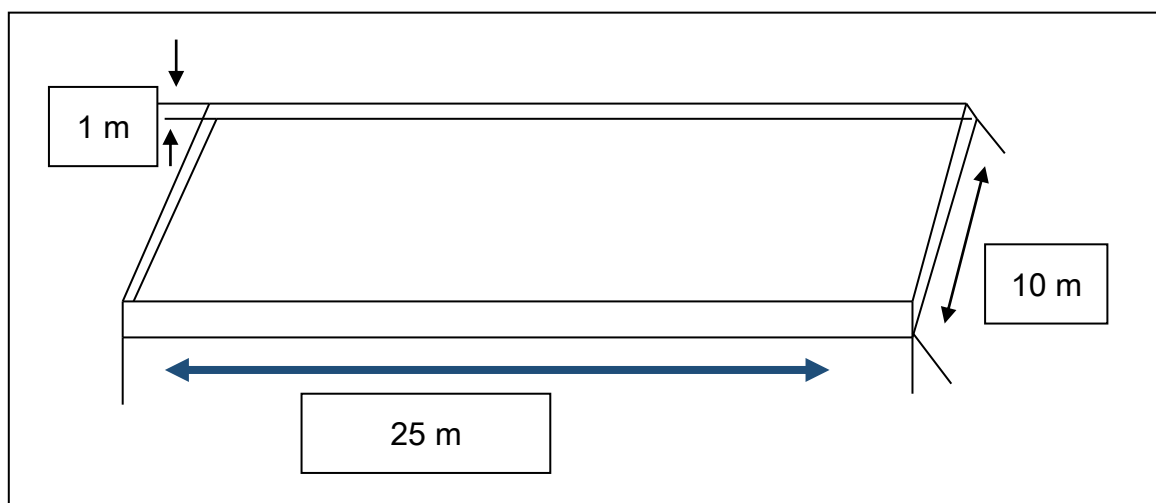


Grafico 20 Piscina Aerobia
 Fuente: piscinas de oxidación.com
 Elaborado por: Autor del Proyecto

Tabla 20 Diseño de piscina Anaerobia

Parámetros	Valores Calculados
Área de la piscina	4,5 m ²
Volumen de la piscina	20,82 m ³
Altura	4,5m
Largo	3,5 m
Ancho	1 m

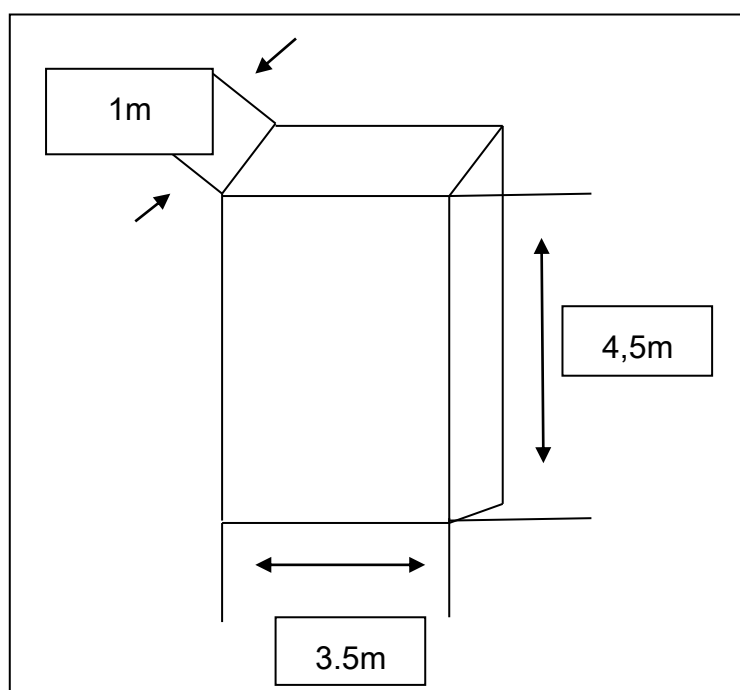


Grafico 21 piscina anaerobia
 Fuente: piscinas de oxidación.com
 Elaborado por: Autor del Proyecto

Planta de tratamiento de aguas residuales

Las tecnologías basadas en la utilización de membranas son tecnologías no destructivas que basan el tratamiento en la separación de los micro contaminantes del agua mediante su paso selectivo a través de membranas semipermeables. Comprenden micro filtración, ultrafiltración, nano filtración y ósmosis inversa.

La nueva tecnología de Biorreactor de Membrana (MBR) o planta de tratado combina el tratamiento de aguas residuales por el sistema de fangos activados con la filtración por membrana de dos fases sólido-líquido. El principio del biorreactor de membrana es la sustitución del decantador secundario por un equipo de filtración, ya sea micro o ultrafiltración.

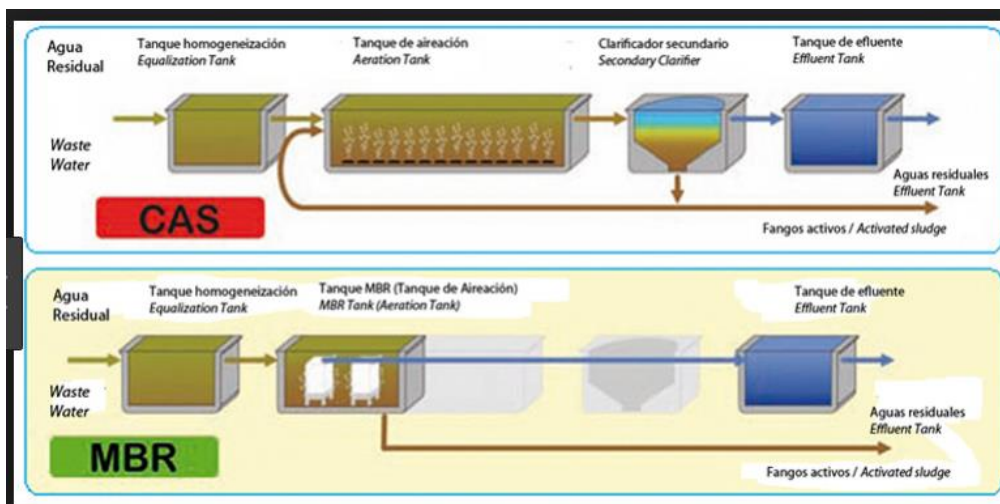


Grafico 22 planta de tratado
Fuente: plantadetratado.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

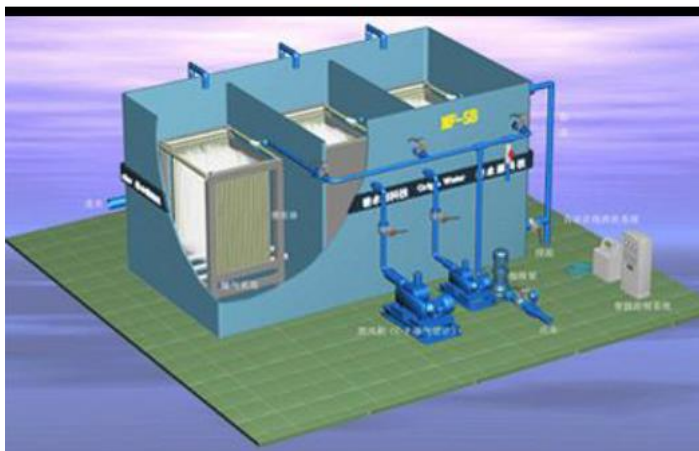


Grafico 23 planta de tratado
Fuente: plantadetratado.com
Elaborado por: Autor del Proyecto

CONCLUSIONES

- Es necesario llevar a cabo estudios adicionales en el de tratamiento de aguas residuales, considerando otras alternativas.
- Determinar el diseño más conveniente de acuerdo con la disponibilidad del terreno, recursos económicos y costos de mantenimiento.
- La operación y mantenimiento de los sistemas de piscinas de estabilización son fáciles y sencillos: no se necesita de personal especializado y los costos de operación son bajos. Estos sistemas son recomendables para áreas sin mucha carga de efluentes.
- Luego de la evaluación técnica, económica y ambiental de los tres tipos de piscinas se determina como mejor opción la implementación de la piscina aerobia debido a la mayor eficiencia de remoción de DBO₅; más eficiente que las piscinas facultativa y anaerobia.
- Para la implementación de las piscinas se considera la impermeabilización con Geo membrana ya que sus costos son más factibles que la utilización de arcilla, lo cual se concluye que es económicamente viable la utilización de geo membrana.
- El tratamiento de aguas mediante una planta de tratado de aguas residuales representa una solución compacta y discreta para establecimientos o lugares en donde no se cuenta con el área necesaria para la implementación de un sistema de tratamiento más grande o donde los terrenos son bastante costosos.
- El sistema de tratamiento mediante planta de tratado de aguas residuales puede ser implementado en establecimientos comerciales y complejos habitacionales, produciendo una calidad de efluente similar al efluente producido en el tratamiento de aguas residuales de un hotel, esto se debe a las características similares de tipo doméstico del agua residual que estos tres establecimientos producen.
- El tipo de tratamiento de planta de tratado de aguas residuales es capaz de cumplir con las estrictas restricciones de vertido y reutilización de agua y podrá satisfacer exigencias futuras.

RECOMENDACIONES

- Las piscinas de oxidación constituyen uno de los procesos más eficientes que existen para el tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, dichas piscinas, por ser consideradas uno de los sistemas de tratamientos de aguas residuales más sencillos que se conocen tanto desde el punto de vista constructivo como operacional, se recomienda:
- Lo más importante en cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales es el mantenimiento, si no se realiza periódicamente el sistema tenderá a colapsar generando problemas ambientales.
- Controlar los vectores, tales como el desarrollo de insectos, crecimiento de maleza y plantas acuáticas, etc.
- Implementar las alternativas planteadas para poder cumplir la responsabilidad de cuidar el ambiente.
- Seleccionar la alternativa más viable y sustentable para el tratamiento de aguas residuales en la empresa turística Sani Lodge entre las piscinas de oxidación y la planta de tratamiento de aguas residuales tomando en cuenta todos los puntos y características de las mismas.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

A)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS Y PETRÓLEOS Y AMBIENTAL

LABFIGEMPA

INFORME DE RESULTADOS

Cliente: ALEXANDER LEMA
Dirección: NUEVA AURORA
Teléfono: 0995395862
Atención: LAURA RIVADENEIRA

Número De Informe: 16-839
Fecha De Informe: 16-03-2018
Recep Laboratorio: 13-03-2018
N. De Muestras entregadas: 1

RESULTADOS ANALITICOS:

Identificación de muestras			Agua Muestra N.1		
Parámetros	Unidad	Valor	Metodo Aplicado	FECHA DE ENSAYO	
				INICAL	FINAL
oxígeno disuelto	mgO ₂ /L	0.7 mgO ₂ /L	S.M. 4500 O G	14-03-2018	14-03-2018
D.Q.O	mg/L	150 mg/L	PEE/A/O ₂ /Ref: S.M. 5220 D	14-03-2018	14-03-2018
nitritos	mg/L	(0.14mg/L)	S.M. 4500 NO ₂ B	13-03-2018	13-03-2018
nitratos	mg/L	(40.0 mg/L)	S.M. 4500 NO ₃ E	13-03-2018	13-03-2018
pH	Uph	(6,87)	PEE/A/O ₃ /Ref: S.M. 4500 H+	13-03-2018	13-03-2018

El presente Informe sólo afecta a los objetos sometidos a ensayo. Muestras detalladas según especificación del cliente

Nos responsabilizamos solamente de los análisis de las muestras recibidas en el LABFIGEMPA

RESPONSABLE DEL ANALISIS: GC Y AM

Quim. GABRIEL CEVALLOS GONZALEZ
Director encargado LABFIGEMPA

B)

Etiqueta para muestreo de aguas

MUESTREO DE AGUA	EMPRESA TURÍSTICA SANI LODGE
MUESTRA N..... LUGAR.....	FECHA:
TIPO DE MUESTRA SIMPLE..... COMPUESTA..... OTRA.....	HORA:
	TOMADA POR:
PRESERVANTE:	



REFERENCIAS

- Aguamarket. ((s.f.)). aguamarket. De alcalinidad de aguas residuales: Obtenido de: <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=3778>
- Espijares, G. (s.f.). *aguas residuales*. Obtenido de: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- Gonzalez Valenzuela, M. (03 de 2014). *tratamiento del agua*. Obtenido de piscinas de oxidacion: <http://www.tratamientodelagua.com.mx/lagunas-de-oxidacion-que-son/>
- hidritec. (2011). *Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO*. Obtenido de: Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO: <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-aguas-residuales-y-disminucion-de-dqo>
- Dinámica ambiental. ((s.f.)). De Lagunas de oxidación: Obtenido de: http://www.dinamicaambiental.com.ar/contenidos/cont_m2.1.2.3_laguoxi.htm
- Ingenieria de agua y energia*. ((s.f.)). Obtenido de Tratamiento de aguas negras: <http://igm-ca.blogspot.com/2012/06/tratamiento-de-aguas-negras.html>
- Penso Riera, D. A. (06 de 2012). *planta de tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de tesis de planta de tratamiento de aguas residuales: <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/1276/1/TG4757.pdf>
- Pozo, J. G. (2013). *“Diseño De Lagunas De Oxidación Para Tratamiento De Aguas*. Obtenido de: “Diseño De Lagunas De Oxidación Para Tratamiento De Aguas: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2257/1/T-UCE-0012-295.pdf>
- Quimtia industrias*. (19 de 09 de 2017). Obtenido de Ventajas de plantas de tratamiento de guas residuales: <http://www.quimtiamedioambiente.com/blog/ventajas-planta-tratamiento-aguas-residuales-industriales/>
- Sani Lodge*. ((s.f.)). Obtenido de Sani Lodge: <https://www.sanilodge.com/es/>
- Toscano Pozo, J. G. (01 de 2014). *documento pdf*. Obtenido de “Diseño de lagunas de oxidación para tratamiento de aguas:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2257/1/T-UCE-0012-295.pdf>

Tratamiento de aguas residuales. (2014). Obtenido de: planta tratadora de aguas residuales: <http://tratamientodeaguasresiduales.net/plantas/>
tratamiento del agua. ((s/f)). Obtenido de lagunas de oxidacion: <http://www.tratamientodelagua.com.mx/lagunas-de-oxidacion-que-son/>

APÉNDICES



Encuesta

INSTRUCCIÓN: Lea detenidamente las siguientes preguntas y señale su respuesta.

1-¿Tiene conocimiento de lo que es una piscina de oxidación?

Si

No

2-Sabía usted que las piscinas de oxidación ayudan al tratamiento de aguas residuales

Si

No

3-Tiene conocimiento de lo que son las aguas residuales

Si

No

4-¿Tiene conocimiento de lo que es un pozo séptico

Si

No

5-Sabía usted que si se llegara llenarse el pozo séptico causaría infiltración y saldría las aguas negras al exterior.

Si

No

6-Sabía usted que si llegara a existir una infiltración del pozo contaminaría el suelo

Si

No



Entrevista

- **De donde viene el agua que se utiliza en las cabañas?**
- **Que destino tienen las aguas usadas de las cabañas?**
- **Usted ha escuchado hablar sobre las piscinas de oxidación?**
- **Han considerado ustedes la posibilidad de contratar a un especialista para que haga un análisis de estas aguas?**

Ficha De Observación		
Tema:	Lugar:	
	provincia:	
	Fecha:	

	Si	No
Malos olores alrededor de Sani Lodge		
Molestias de los turistas dentro de Sani Lodge por malos olores		
Presencia de animales en el sector por malos olores		
Conocimiento del debido mantenimiento de malos olores por el propietario		
El propietario conoce todos los problemas que puede acarrear la presencia de malos olores		
Hay el debido mantenimiento al terreno de Sani Lodge		

- **Análisis:**

ANEXOS



ANEXO 1

ENCUESTA 1

1-¿Tiene conocimiento de lo que es una piscina de oxidación?

Si

No

2-Sabía usted que las piscinas de oxidación ayudan al tratamiento de aguas residuales

Si

No

3-Tiene conocimiento de lo que son las aguas residuales

Si

No

4-¿Tiene conocimiento de lo que es un pozo séptico

Si

No

5-Sabía usted que si se llegara llenarse el pozo séptico causaría infiltración y saldría las aguas negras al exterior.

Si

No

6-Sabía usted que si llegara a existir una infiltración del pozo contaminaría el suelo

Si

No

ANEXO 2

ENCUESTA 2

1-¿Tiene conocimiento de lo que es una piscina de oxidación?

Si

No

2-Sabía usted que las piscinas de oxidación ayudan al tratamiento de aguas residuales

Si

No

3-Tiene conocimiento de lo que son las aguas residuales

Si

No

4-¿Tiene conocimiento de lo que es un pozo séptico

Si

No

5-Sabía usted que si se llegara llenarse el pozo séptico causaría infiltración y saldría las aguas negras al exterior.

Si

No

6-Sabía usted que si llegara a existir una infiltración del pozo contaminaría el suelo

Si

No