



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
“MANUEL FÉLIX LÓPEZ”**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN PARA EL TRATAMIENTO
DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE JUNÍN Y
LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INTERSECTADA**

AUTORAS:

**CARLINA MONSERRATE BRAVO
KATIUSKA LISSETTE PERALTA PALACIOS**

TUTORA:

ING. CUMANDÁ PHILCO VELASCO

CALCETA, SEPTIEMBRE 2013

DERECHOS DE AUTORÍA

Bravo Carlina Monserrate y Peralta Palacios Katiuska Lissette, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

CARLINA MONSERRATE BRAVO

KATIUSKA L. PERALTA PALACIOS

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

Ingeniera Estela Cumandá Philco Velasco, certifica haber tutelado la tesis **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE JUNÍN Y LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INTERSECTADA**, que ha sido desarrollada por Carlina Monserrate Bravo y Katuska Lisette Peralta Palacios, previa a la obtención del título de ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CUMANDÁ PHILCO VELASCO. M.Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran haber aprobado la tesis **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE JUNÍN Y LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INTERSECTADA** que ha sido propuesta, desarrollada por Carlina Monserrate Bravo y Katuska Lissette Peralta Palacios, previa a la obtención del título de ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SERGIO ALCÍVAR M. Sc.
MIEMBRO

ING. AGUSTÍN LEIVA. PhD.
MIEMBRO

ING. CARLOS SOLÓRZANO M.Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, nuestra casa de estudios, que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colaborado para la realización de este Trabajo de Grado, agradecemos de forma sincera su valiosa colaboración.

LAS AUTORAS

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Al Licenciado León Segura Núñez, un ser maravilloso que siempre creyó en mí y que está conmigo apoyándome incondicionalmente en todo momento.

CARLINA M. BRAVO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por iluminarme con sus bendiciones, por haberme dado la vida, salud, fortaleza, coraje, valentía, las ganas de seguir adelante y guiar mi camino. Con mucho cariño y amor a Vanessa Santana Palacios, mi hermana, base fundamental en la cual he apoyado mi vida, el motivo para alcanzar este logro. A mi familia y amigos que me apoyaron y creyeron en mí en todo momento.

KATIUSKA L. PERALTA PALACIOS

CONTENIDO GENERAL

PORTADA.....	¡Error! Marcador no definido.
DERECHOS DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	¡Error! Marcador no definido.
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 OBJETIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	¡Error! Marcador no definido.
1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2 CALIDAD AMBIENTAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 MARCO REFERENCIAL	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1 ESTUDIOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2 COMPOSICIÓN, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EFICIENTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.....	¡Error! Marcador no definido.
PRE TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES.	¡Error! Marcador no definido.
TRATAMIENTO SECUNDARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	¡Error! Marcador no definido.

TRATAMIENTO TERCIARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES	¡Error! Marcador no definido.
ESQUEMA GENERAL DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	¡Error! Marcador no definido.
Marcador no definido.	
2.2.4 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS CONSIDERADOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	¡Error! Marcador no definido.
TEMPERATURA	¡Error! Marcador no definido.
pH.....	¡Error! Marcador no definido.
COLOR	¡Error! Marcador no definido.
OLOR.....	¡Error! Marcador no definido.
TURBIEDAD	¡Error! Marcador no definido.
NITRITOS (NITRÓGENO)	¡Error! Marcador no definido.
SOLIDOS TOTALES (ST).....	¡Error! Marcador no definido.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SS).....	¡Error! Marcador no definido.
SOLIDOS SEDIMENTABLES	¡Error! Marcador no definido.
OXÍGENO DISUELTO (OD).....	¡Error! Marcador no definido.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	¡Error! Marcador no definido.
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	¡Error! Marcador no definido.
COLIFORMES FECALES	¡Error! Marcador no definido.
2.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.6 FACTORES FÍSICOS QUE INTERVIENEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
VOLUMEN	¡Error! Marcador no definido.
CAUDAL.....	¡Error! Marcador no definido.
PERÍODO O TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA.....	¡Error! Marcador no definido.
CARGA CONTAMINANTE.....	¡Error! Marcador no definido.
EFICIENCIA REQUERIDA EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES ...	¡Error! Marcador no definido.
no definido.	
EVAPORACIÓN E INFILTRACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.7 INFLUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN RELACIÓN CON LA CALIDAD AMBIENTAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.8 INDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.9 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL	¡Error! Marcador no definido.

2.2.10	VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL	¡Error! Marcador no definido.
2.2.11	PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO		¡Error! Marcador no definido.
3.1	UBICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2	GENERALIDADES	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1	POBLACIÓN DEL CANTÓN JUNÍN	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2	SUELO	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3	GEOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4	USO DEL SUELO.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.5	HIDROLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.6	CLIMA DE LA ZONA	¡Error! Marcador no definido.
3.3	MÉTODOS.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4	TÉCNICAS.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5	VARIABLES.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	¡Error! Marcador no definido.
3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6	PROCEDIMIENTOS	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		¡Error! Marcador no definido.
4.1	DETERMINACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
	Marcador no definido.	
4.1.1	UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUA RESIDUALES DE LA CIUDAD DE JUNÍN	¡Error! Marcador no definido.
4.1.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	¡Error! Marcador no definido.
4.1.5	DETERMINACIÓN DE CAUDALES	¡Error! Marcador no definido.
4.1.6	CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.7	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS ACTUALES DE LAS LAGUNAS (EXCAVACIÓN 2-LAGUNA DE MADURACIÓN)	¡Error! Marcador no definido.
4.1.8	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS ACTUALES DE LAS LAGUNAS (EXCAVACIÓN 3-LAGUNA NUEVA #1)	¡Error! Marcador no definido.

4.1.9	DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES	¡Error! Marcador no definido.
4.1.10	EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	¡Error! Marcador no definido.
4.1.11	CALIDAD DEL EFLUENTE	¡Error! Marcador no definido.
4.1.12	PROCESO DE EVAPORACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.1.13	PROCESO DE INFILTRACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.2	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2.1	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ZONA EN ESTUDIO	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2.2	HIDROLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2.3	AIRE	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2.4	SUELO	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS..	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3.1	FLORA.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3.2	FAUNA	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES SOCIOECONÓMICOS...	¡Error! Marcador no definido.
4.2.5	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS	¡Error! Marcador no definido.
4.2.6	VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	¡Error! Marcador no definido.
	IMPACTOS A LOS FACTORES ABIÓTICOS	¡Error! Marcador no definido.
	IMPACTOS A LOS FACTORES BIÓTICOS	¡Error! Marcador no definido.
	IMPACTOS AL FACTOR SOCIOECONÓMICO	¡Error! Marcador no definido.
	IMPACTOS AL MEDIO PERCEPTUAL.....	¡Error! Marcador no definido.
	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	¡Error! Marcador no definido.
4.3	ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL...	¡Error! Marcador no definido.
4.3.1	MEDIDAS AMBIENTALES	¡Error! Marcador no definido.
4.3.2	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.....	¡Error! Marcador no definido.

4.3.3	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA	¡Error! Marcador no definido.
4.3.4	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE .	¡Error! Marcador no definido.
4.3.5	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA NATIVA	¡Error! Marcador no definido.
4.3.6	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		¡Error! Marcador no definido.
5.1	CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
5.2	RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA		¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS		¡Error! Marcador no definido.

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Parámetros de interés en el agua residual municipal Mujerriego (1990), Metcalf y Eddy (1991)).	8
Cuadro 2.2.	Rangos de varios parámetros establecidos sobre los vertidos de las aguas residuales post-tratamiento, a los cuerpos receptores.	25
Cuadro 2.3.	Criterios de eficiencia y costo-efectividad.	29
Cuadro 2.4:	Velocidades y clases de infiltración.	31
Cuadro 2.5.	Matriz de Identificación de impactos.	34
Cuadro 2.6	Valoración de la magnitud	34
Cuadro 2.7.	Valoración de la magnitud del impacto ambiental.	35
Cuadro 4.1.	Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.	48
Cuadro 4.2.	Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.	48
Cuadro 4.3.	Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.	49
Cuadro 4.4.	Valores de dimensionamiento de las lagunas de estabilización tipo facultativa (1990).	50

Cuadro 4.5. Valores de dimensionamiento de las lagunas de estabilización tipo maduración (1990).	50
Cuadro 4.6. Niveles de sedimentación, agua y bordes libres de las lagunas.	52
Cuadro 4.7. Descripción individual de los procesos en el tratamiento de las aguas residuales municipales.	54
Cuadro 4.8. Resumen de los resultados obtenidos en la medición de caudal en la estación de bombeo.	55
Cuadro 4.9. Resultados de las mediciones de caudal al ingreso de las lagunas, (canal de conducción del agua residual)	56
Cuadro 4.10. Resultados de las mediciones de caudal a la salida de la excavación 2, ingreso a la excavación 3.	57
Cuadro 4.11. Resultados de las mediciones de caudal en el canal de conducción.	57
Cuadro 4.12. Análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la mañana. Realizados en Julio del 2013.	59
Cuadro 4.13- Análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la tarde. Realizados en Julio del 2013.	59
Cuadro 4.14. Resultados de la determinación de los parámetros físicos actuales de la laguna 2 (laguna de maduración).	61
Cuadro 4.15. Resultados de la determinación de los parámetros físicos actuales de la laguna excavación 3.	62
Cuadro 4.16. Resultados de la determinación de las cargas contaminantes de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.	62
Cuadro 4.17. Evaluación del porcentaje de eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.	63
Cuadro 4.18. Tabla comparativa de la caracterización de las aguas residuales con los límites permisibles de la calidad del agua a descargar en cuerpos receptores de agua dulce.	63
Cuadro 4.19. Hoja de cálculo de la infiltración.	64
Cuadro 4.20. Hoja de cálculo de la infiltración.	65
Cuadro 4.21. Resumen histórico de la temperatura media del aire de los años 2005 a 2012.	69
Cuadro 4.22. Datos anuales de las temperaturas máximas, mínima y ambiente en el año 2012.	69
Cuadro 4.23. Resumen histórico de la humedad relativa entre el año 2005 hasta el 2012.	69
Cuadro 4.24. Datos anuales de la humedad relativa en el año 2012.	69

Cuadro 4.25. Resumen histórico de la evaporación desde el año 2005 hasta el 2012.....	69
Cuadro 4.26. Datos anuales de la evaporación en el año 2012.....	70
Cuadro 4.27. Resumen histórico de la precipitación desde el año 2005 hasta el 2012.	70
Cuadro 4.28. Datos anuales de la precipitación en el año 2012.	70
Cuadro 4.29. Resumen histórico de la velocidad del viento desde el año 2005 hasta el 2012.	70
Cuadro 4.30. Distribución de las especies frutales del área de influencia de las lagunas de estabilización.	73
Cuadro 4.31. Distribución de las especies maderables encontradas en el área de influencia.	73
Cuadro 4.32. Distribución de las especies maderables encontradas en el área de influencia.	73
Cuadro 4.33. Distribución de las especies de arbustos encontradas en el área de influencia.	73
Cuadro 4.34. Distribución de las especies de arbustos encontradas en el área de influencia.	74
Cuadro 4.35. Distribución de la fauna que rodea las lagunas.	74
Cuadro 4.36. Caracterización de los componentes socioeconómicos.	75
Cuadro 4.37. Identificación de las causas, efectos y medios de verificación del funcionamiento de las lagunas.	76
Cuadro 4.38. Matriz de identificación de actividades y factores ambientales de las lagunas de estabilización.	77
Cuadro 4.39. Matriz de valoración de impactos ambientales.....	78

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 2.1. Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas.	18
Figura 4.1. Dimensionamiento de las lagunas para el tratamiento de las aguas residuales.	52
Figura 4.2. Esquema del proceso de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Junín.	53
Figura 4.3. Esquema del proceso de la estación de bombeo.....	56

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Representación gráfica de la población del cantón Junín.....	36
--	----

Grafico 4.1. Variación de la de la depuración de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la mañana... 60

Grafico 4.2. Variación de la de la depuración de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la tarde..... 60

CONTENIDO DE FOTOS

Foto 4.1. Vista satelital de la ubicación de las lagunas de estabilización de la ciudad de Junín.. 49

Foto 4.2 Imagen satelital del área de influencia directa e indirecta de las lagunas de estabilización.68

RESUMEN

El objeto del presente documento es evaluar y monitorear el comportamiento actual de lagunas de estabilización utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas del Municipio de Junín, a través del método cuantitativo, el mismo que permitió identificar el funcionamiento de las lagunas, al igual que los posibles efectos que puedan incidir en la calidad ambiental del área de intersección. Determinando así que el funcionamiento de las lagunas es inadecuado y deficiente por lo que la calidad ambiental se encuentra alterada en sus componentes agua, aire y suelo, y con el fin de mejorar el tratamiento de las aguas residuales municipales, de minimizar los impactos ambientales se elaboró un Programa de Gestión Ambiental.

Palabras claves: Lagunas de estabilización, Calidad Ambiental, funcionamiento, eficiencia.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to evaluate and monitor the current behavior of stabilization ponds used for the treatment of domestic sewage in the municipality of Junín, through the quantitative method, the same operation identified gaps, as the possible effects that may affect the environmental quality of the area of intersection. So performance determining the lagoons is inadequate and deficient so that environmental quality is impaired in its components water, air and soil, and in order to improve the treatment of municipal wastewater, to minimize environmental impacts developed an Environmental Management Programme.

Keywords: Stabilization ponds, Environmental Quality, performance, efficiency.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento de las aguas residuales es una de las mayores problemáticas ambientales a nivel mundial, en los países desarrollados se aplica tecnologías para el tratamiento de las aguas que tiene un alto costo, mientras que en los países en vía de desarrollo, solo una pequeña minoría tendría la capacidad para pagar estas tecnologías; en América Latina se estima que solo el 6% de estas reciben un tratamiento adecuado, antes de ser dispuestas en cuerpos receptores, dando como resultado efectos significativos en la salud pública de las personas que utilizan estos cuerpos de agua contaminadas (Antonio y Rondón, 2007).

En el Ecuador las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias presentan graves irregularidades de orden técnico sanitario que atentan contra la eficiencia y bondad del servicio, persistiendo aquella que se vincula con la red de recolección, para su adecuado funcionamiento (Salazar, s.f.).

La provincia de Manabí tiene 22 cantones, de los cuales 11 poseen plantas de tratamientos para aguas residuales municipales, para comprobar su eficiencia se han realizado pruebas de diferentes parámetros en varias muestras de aguas de ríos (como cuerpos receptores), antes y después de las lagunas de estabilización, para evidenciar si dichas muestras se encuentran dentro de los parámetros permisibles; de los análisis realizados se determina que en la mayoría de los cantones las aguas tratadas tienen parámetros que no cumplen el rango permitido (DGAR – GPM, 2012), provocando que en muchas poblaciones expuestas a este tipo de agua, la salud pública se vea afectada seriamente, lo cual genera un atraso social, además de económico (externalidades). Las aguas servidas municipales,

llamadas también aguas servidas domésticas, son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización (Salazar, s.f.).

La ciudad de Junín no es ajena a estos problemas ambientales ocasionados por el inadecuado funcionamiento de las lagunas de estabilización, debido a que una de las lagunas existentes ha colapsado porque no recibió oportuno mantenimiento, están azolvadas por la presencia de muchos sedimentos; la falta de tratamiento del agua residual que se recoge de la ciudad genera malos olores que dañan la calidad del aire (El Diario, 2011). Al no disponer de recursos el Gobierno Autónomo Descentralizado de Junín no ha podido emprender soluciones urgentes y oportunas, lo que ha provocado que el vertido de las aguas servidas municipales no cumplan con los parámetros que la ley ambiental vigente exige para su descarga al cuerpo receptor (El Diario, 2011). La misma fuente periodística señala que existe mal funcionamiento de las redes de alcantarillado ya que han cumplido su tiempo de vida útil.

Los antecedentes expuestos permiten realizar la siguiente formulación:

¿Cómo influye el funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales municipales de la ciudad de Junín en la calidad ambiental del área intersectada?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las lagunas de estabilización son un método fácil y eficiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, pero el daño que provoca el funcionamiento inadecuado de las mismas, conlleva a la degradación del medio ambiente.

El presente trabajo de investigación, es un aporte que espera contribuir teóricamente a la necesidad de minimizar los impactos ocasionados al medio, por no contar con un plan de manejo ambiental para el adecuado funcionamiento de las lagunas de estabilización, las cuales no solo afectan a la parte biótica, abiótica sino también afecta en gran medida a la salud de las personas y a sus bienes; este estudio debe cumplir las normativas ambientales vigentes, siendo imprescindible evaluar el estado actual del medio y su entorno para determinar y poder prever las alteraciones que se puedan ocasionar.

El tema de las lagunas de estabilización de la ciudad de Junín merece ser investigado por la importancia que este tienen para mejorar el ecosistema del río y elevar el nivel de vida de sus habitantes y así contar con una herramienta que permita apoyar a la municipalidad con fundamentos técnicos ambientales a un tratamiento adecuado de las aguas residuales.

En consecuencia, la finalidad de esta investigación fue evaluar y monitorear el funcionamiento actual de lagunas de estabilización utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas del municipio de Junín, que permita identificar las causas de su funcionamiento inadecuado, al igual que los posibles efectos que puedan incidir en la calidad ambiental del área de influencia.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la influencia del funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales municipales de la ciudad de Junín en la calidad ambiental del área intersectada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el funcionamiento de las lagunas de estabilización.
- Establecer la calidad ambiental del área de intersección de las lagunas de estabilización.
- Elaborar un Programa de Gestión Ambiental para las lagunas de estabilización.

1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER

El funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales municipales de la ciudad de Junín, determina el deterioro en la calidad ambiental del área de intersección.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Según Silva (2004) el funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales está gobernado por diferentes factores, procesos de tratamiento, condiciones para cada laguna, criterios de diseño para cada tipo de lagunas de estabilización, entre otros.

2.1.2 CALIDAD AMBIENTAL

La Calidad Ambiental se define como la condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un sistema ambiental general dentro de un espacio geográfico dado, sin o con la mínima intervención del ser humano. Entendiéndose ésta última, como las consecuencias de los efectos globales de las acciones humanas (MINAET, 2010).

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 ESTUDIOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Al ejecutarse nuevos proyectos de alcantarillado en la ciudad de Portoviejo, que generarían aportes significativos de cargas contaminantes y caudales a la planta de tratamiento, serían el motivo primordial para realizar un estudio del

funcionamiento de las lagunas de estabilización, cuyo objetivo principal fue la regularización ambiental del sistema de tratamiento, ya que mencionados aportes afectarían sin lugar a duda su capacidad de depuración y por ende la calidad final del efluente, afectando de manera directa los receptores hídricos, en este caso el río Portoviejo (Cárdenas, et, al., 2010).

Para valorar el funcionamiento del sistema de lagunares como método de tratamiento, los autores antes mencionados consideraron, a los monitoreos y caracterización del sistema. Los criterios empleados para la evaluación de la planta de tratamiento fueron: la eficiencia del sistema, gasto o caudal de diseño, tiempo de retención hidráulica, volumen, criterios de diseño para el control y operación de las lagunas, carga orgánica y caracterización de las aguas residuales.

En la caracterización de las aguas residuales de las lagunas, se consideraron a la demanda química de oxígeno, potencial de hidrogeno, temperatura, nitritos, nitratos, nitrógeno total, fosforo total, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, aceites y grasas, mercurio, plomo, zinc, cadmio, cromo hexavalente, potencial de hidrógeno, cloruros, sulfuros, nitrógeno amoniacal, coliformes totales y fecales. Se establecieron protocolos de muestreos para los caudales y análisis de las aguas, donde los puntos a monitorear fueron:

- Afluente del agua residual a la planta de tratamiento
- Efluente del agua residual hacia el sumidero de descargas final
- Ingreso y Salida de la laguna aireada 1
- Ingreso y Salida de la laguna facultativa 2
- Ingreso y Salida de la laguna de pulimento3

La evaluación de las aguas residuales de las lagunas, fue realizada por laboratorios acreditados y por un equipo de campo en conjunto con el laboratorio de la planta, donde se determinó que los efluentes de salida del sistema de tratamiento, cumplen con la Normativa Ambiental vigente. Sin embargo los monitoreos de las diferentes fases del proceso evidenciaron que la planta opera con bajos niveles de eficiencia (Cárdenas, et, al., 2010).

Según estos autores entre las causas más importantes de esa deficiencia operativa se presentaron las siguientes:

- a) La planta no cuenta con tratamientos preliminares ni primarios para el desbaste de sólidos (ripios y arenas) típicos en esta clase de aguas residuales.
- b) La planta no cuenta con desnatadores (eliminadores de grasas y flotantes).
- c) Solo una laguna aireada, esta operativa, restando una gran capacidad de depuración al sistema.
- d) Se encuentran fuera de operación más del 50 % de los aireadores
- e) La planta no cuenta con lechos de secado para sólidos
- f) La laguna aireada al haber recibido durante algún tiempo el agua cruda sin pre tratamiento, se encuentra con altas concentraciones de sólidos en suspensión, lo que dificulta la difusión del oxígeno, se determinan concentraciones menores a 0.3 mg/l, el manual de diseño recomienda mínimo una concentración de 1 a 1.5 mg/l.
- g) Las lagunas no presentan registros de desalojos de lodos.

Con este diagnóstico se presentó un PMA y un Plan de Acción inmediato, con medidas de mejoramiento a plazo, la mejora sustancial de la capacidad de depuración de las aguas residuales y su factibilidad para el aporte de los nuevos sectores (Cárdenas, et, al., 2010).

2.2.2 COMPOSICIÓN, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL

La composición del agua residual se refiere a las propiedades físicas y a los componentes químicos, biológicos y microorganismos patógenos de origen fecal del agua residual (Tabla 2.1); parámetros importantes para el proyecto y explotación de las instalaciones de recogida, tratamiento y vertido, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental según Mujerriego (1990), Metcalf y Eddy (1991). Citados por Kestle (2004).

Cuadro 2.1. Parámetros de interés en el agua residual municipal (Mujerriego (1990), Metcalf y Eddy (1991)).

COMPONENTE	PARÁMETRO DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN
Materia en Suspensión	Materia en suspensión, incluyendo la porción volátil y la inorgánica de riego.	<p>La materia en suspensión puede dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratamiento a un medio acuático.</p> <p>Una cantidad excesiva de materia en suspensión puede obstruir el sistema</p>
Materia orgánica biodegradable	Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno	Estas sustancias están compuestas principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición biológica puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras y a la aparición de condiciones anaerobias.
Patógenos	Organismos indicadores, coliformes totales y coliformes fecales.	Los organismos patógenos presentes en un agua residual, tal como bacterias, virus y parásitos, pueden producir numerosas enfermedades transmisibles.
Elementos nutritivos	Nitrógeno, Fósforo, Potasio	El nitrógeno, el fósforo y el potasio son elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas y su presencia en el agua aumenta el valor para el riego. Cuando se vierte nitrógeno o fósforo en el medio acuático, puede darse el desarrollo de formas de vida acuáticas indeseables. Cuando se vierten cantidades excesivas de estos elementos en el terreno, el nitrógeno puede llegar a contaminar las aguas subterráneas.

Substancias orgánicas Estables o refractarias al proceso de tratamiento.	Compuestos específicos, como fenoles, pesticidas e hidrocarburos clorados.	Estas sustancias orgánicas ofrecen gran resistencia a los métodos convencionales de tratamiento de agua residual. Algunas son tóxicas en el medio ambiente y su presencia puede limitar la idoneidad de las aguas residuales para riego.
Actividad del ion hidronio	Potencial de hidrógeno (pH)	El pH del agua residual afecta a la solubilidad de los metales así como a la alcalinidad del suelo. El intervalo normal para el pH de un agua residual municipal se sitúa entre 6.5 y 8.5 todo y que la presencia de agua residual industrial puede modificar el pH de forma significativa.
Metales pesados	Elementos conocidos como Cadmio (Cd), Cinc (Zn), Níquel (Ni) y Mercurio (Hg).	Algunos metales pesados se acumulan en el medio ambiente son tóxicos para los animales y las plantas. Su presencia en el agua residual puede limitar su idoneidad para agua de riego.
Sustancias inorgánicas disueltas	Materia disuelta total, conductividad eléctrica, elementos concretos como Sodio (Na), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cloro (Cl) y Boro (B).	Un grado excesivo de salinidad puede perjudicar ciertos cultivos. Determinados iones como los cloruros, el sodio y el boro son tóxicos para ciertas plantas. El sodio puede causar problemas de permeabilidad en los suelos.
Cloro residual	Cloro libre y cloro combinado	Una concentración excesiva de cloro libre, superior a 0.05 mg/l, puede provocar quemaduras en las puntas de las hojas y estropear algunas especies de plantas sensibles. No obstante, la mayor parte del cloro presente en un agua residual es cloro combinado, que no perjudica a las plantas. Existe cierta preocupación por los efectos tóxicos derivados de los compuestos organoclorados que puedan llegar a contaminar las aguas subterráneas.

Fuente: Kestle (2004).

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EFICIENTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Según Kiely (1999) el objetivo de un tratamiento de las aguas residual es el de proteger la calidad de las aguas de los cuerpos receptores de estas aguas, y esto se logra a través con plantas o sistemas de tratamientos diseñados para reducir la DBO₅, sólidos totales, nitrógenos, fósforos y coliformes fecales. Mientras que Romero (1999), considera que el objetivo principal del tratamiento de las aguas residuales es disminuir la carga orgánica, agentes patógenos y solidos totales.

Alcarria (2005) y Kiely (1999) mencionan que los contaminantes presentes en las aguas residuales pueden eliminarse mediante diversos procesos físicos, químicos y/o biológicos. Los tratamientos poseen una función para reducir una carga contaminante, y suele clasificarse en operaciones físicas, químicas y biológicas unitarias (procesos unitarios). Estas operaciones y procesos se utilizan conjuntamente en los sistemas de tratamiento Alcarria (2005).

De acuerdo a lo comentado por Alcarria (2005), los procesos y operaciones unitarias se combinan y complementan para dar lugar a diversos niveles de tratamiento de las aguas. El grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para cada efluente; para que este tratamiento sea eficiente, según lo expuesto el sistema debe estar constituido por estructuras de tratamiento preliminar y módulos de tratamientos independientes compuestos por lagunas de estabilización.

La clasificación típica de los procesos y métodos de tratamiento de aguas residuales puede ser:

PRE TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El **pre tratamiento** de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.

El **tratamiento primario** se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario.

Procesos utilizados para el pre-tratamiento y tratamiento primario de las aguas residuales:

Desbaste: Eliminación de sólidos gruesos en suspensión mediante el uso de rejillas.

Dilaceración Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño menor.

Flotación: Separación de sólidos de baja densidad o partículas líquidas de una fase líquida, generalmente con ayuda de pequeñas burbujas de aire que asociándose a las mismas les obligan a elevarse hacia la superficie.

Homogenización: Proceso para conseguir una corriente mezclada y neutra.

Desarenado: Eliminación de las arenas contenidas en las aguas residuales.

Desgrasado: Eliminación de la mayor parte de las grasas, aceites y detergentes que puedan interferir en procesos posteriores.

Filtración Eliminación de las partículas que no han sedimentado.

Sedimentación; La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran, que acaba con el depósito de las materias en suspensión.

Floculación: Adición de ciertos reactivos químicos que permiten que las partículas muy pequeñas aumenten de tamaño y sedimenten. Los principales floculantes son: Sulfato de aluminio, cloruro férrico y polielectrolitos.

Coagulación: Agitación muy suave que ayuda a que los flóculos se unan entre ellos haciéndose más grandes. Puede hacerse también añadiendo coagulantes (poliamidas, poliacrilamidas).

TRATAMIENTO SECUNDARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El tratamiento secundario de las aguas residuales está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables. Los principales tipos de tratamientos secundarios se muestran:

Lodos Activos: Tratamiento en el que se somete un agua residual a una aireación durante un periodo de tiempo y se reduce su contenido de materia orgánica, formándose un lodo floculento.

Aireación Prolongada; Es una modificación del proceso de lodos activos consiguiendo la oxidación total y disminuyendo la cantidad de lodo total.

Estabilización por contacto: Es una modificación de los lodos activados en el que el agua residual se mezcla con un lodo estabilizado. El tiempo de contacto es mayor pero se mantienen volúmenes menores.

Balsas de Estabilización: Son balsas en las que no se utiliza la aireación. El oxígeno necesario se obtiene de la superficie natural de aireación y de las algas que producen oxígeno por fotosíntesis. El oxígeno liberado por las algas en la fotosíntesis se utiliza por las bacterias para la degradación aeróbica de la materia orgánica. Los productos de degradación son utilizados de nuevo por las algas, estableciéndose, así, una relación simbiótica.

Filtros Percoladores: También llamados filtros biológicos. En este caso se utiliza un soporte para el crecimiento biológico que se mantiene fijo, se denominan reactores de crecimiento biológico asistido.

Biodiscos: Son sistemas en los que la biomasa se presenta simultáneamente en la forma de crecimiento asistido (filtros percoladores) y crecimiento en suspensión (lodos activos).

Sistemas de lagunas-Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización, también llamadas lagunas de oxidación, son básicamente, una excavación en el suelo donde el agua residual se almacena para su tratamiento por medio de la actividad bacteriana con acciones simbióticas de las algas y otros organismos. Cuando el agua residual es descargada en una laguna de estabilización se realiza en forma espontánea un proceso de autopurificación o estabilización natural, en el que tienen lugar fenómenos de tipo físico, químico y biológico (CNA, 2007).

De acuerdo al autor anterior los procesos biológicos más importantes que tienen lugar en una laguna son:

1. *Oxidación de la materia orgánica por bacterias aerobias.* La respiración bacteriana provoca la degradación de la DBO₅ del agua residual hasta CO₂ y H₂O produciendo energía y nuevas células.
2. Producción fotosintética de oxígeno. La fotosíntesis alga produce, a partir de CO₂, nuevas algas, y O₂, que es utilizado en la respiración bacteriana.
3. Digestión anaeróbica de la materia orgánica con producción de metano.

Romero (1999) establece que las lagunas de estabilización suelen integrarse por: **Aerobias, anaerobias, facultativas, maduración.**

Las lagunas **aerobias** reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas. Son lagunas poco profundas de 1 a 1.5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días (Romero, 1999).

De acuerdo a Rodríguez (2009).las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico, en aerobias y aireadas.

Lagunas aerobias: la aireación es natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interfase aire-agua y fundamentalmente por la actividad fotosintética de las algas.

Lagunas aireadas: en ellas la cantidad de oxígeno suministrada por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

El grupo específico de algas, animales o especies bacterianas presentes en cualquier zona de una laguna aerobia depende de factores tales como la carga orgánica, el grado de mezcla de la laguna, el pH, los nutrientes, la luz solar y la temperatura para descomposición y estabilización de la materia orgánica (Rodríguez, 2009).

Romero (1999) indica que en las **lagunas anaerobias** el tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica.

Las etapas de estabilización de los compuestos orgánicos en los procesos anaerobios tienen lugar a través de:

Hidrólisis: los compuestos orgánicos complejos e insolubles en otros compuestos más sencillos y solubles en agua.

Formación de ácidos: los compuestos orgánicos sencillos generados en la etapa anterior son utilizados por las bacterias generadoras de ácidos. Produciéndose su conversión en ácidos orgánicos volátiles.

Formación de metano: una vez que se han formado los ácidos orgánicos, una nueva categoría de bacterias actúa y los utiliza para convertirlos finalmente en metano y dióxido de carbono (Romero, 1999). La liberación de estos gases causa burbujas que es síntoma de buen funcionamiento, esta fase es fundamental para conseguir la eliminación de la materia orgánica (García, 2009).

El parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2-5 días, suelen tener profundidad entre 2 y 5 m, (Romero, 1999).

Rolim (2000) argumenta que las **lagunas facultativas** se caracterizan por presentar una condición aerobia en la superficie de la laguna y anaerobia en el fondo de la misma. El objetivo de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionado principalmente por las algas presentes.

La finalidad de las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes. La profundidad de las lagunas facultativas suele estar comprendida entre 1 y 2 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil vertical (Rolim, 2000).

Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado

por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, estos son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa (Rolim, 2000).

Lagunas de maduración, tienen como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado. Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales (Rolim, 2000).

Las lagunas de maduración suelen constituir la última etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada (Rolim, 2000).

TRATAMIENTO TERCIARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El tratamiento terciario de las aguas residuales (al que se conoce también como tratamiento avanzado) se define como una serie de procesos destinados a conseguir una calidad del efluente superior a la del tratamiento secundario convencional, mediante la eliminación de los contaminantes que éstos últimos no han podido eliminar. Entre los tratamientos más utilizados tenemos:

Adsorción en carbón activo

- Adsorción: acumulación de soluto (contaminante) en la interfase entre dos fases (sólida y líquida).
- Adsorbato: soluto (contaminante) que se desea eliminar de la fase líquida.
- Adsorbente: fase sólida (Carbón activo) para eliminar los contaminantes.

Intercambio iónico: Proceso en el que los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales, sobre la superficie de un sólido, mediante fuerzas electrostáticas, se intercambian por iones de una especie diferente de disolución.

Osmosis Inversa: El proceso de osmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar los sólidos disueltos del agua. Se llama ósmosis inversa ya que se requiere una presión para forzar el paso del agua pura a través de la membrana saliendo las impurezas detrás.

Electrodiálisis: Proceso electroquímico que permite desalinizar una corriente acuosa mediante el uso de corriente eléctrica.

Cloración: Proceso de desinfección del agua residual, mediante el uso de cloro.

Ozonización: Proceso de desinfección del agua residual mediante ozono.

Desinfección: Destrucción selectiva de microorganismos causantes de posibles enfermedades.

Mota (2011) señala que pocos municipios emplean el tratamiento terciario (o químico) como disposición última para las aguas residuales. Este tratamiento difiere según las localidades, pero puede incluir algunos procesos aplicados a las lagunas de estabilización es el siguiente:

- **cal:** próximo al proceso de sedimentación se añade cal al agua, para su posterior descarga al río, la dosis aplicada varía dependiendo del caudal.

ESQUEMA GENERAL DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Grazia (2010) presenta un resumen de la secuencia completa de los procesos de tratamientos que pueden aplicarse a aguas residuales domésticas, y también aguas residuales industriales, se representa en este esquema.

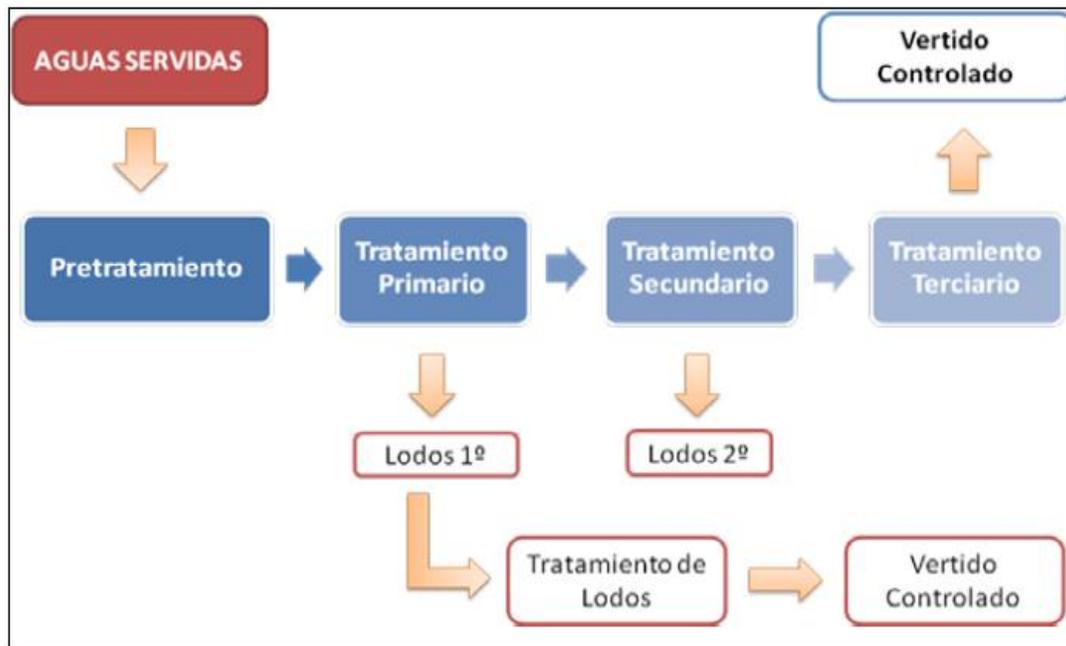


Figura 2.1. Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas. Fuente: Grazia (2010).

2.2.4 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS CONSIDERADOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Según Berrocal (2002) para determinar la eficiencia de las lagunas de estabilización como tratamiento de las aguas residuales municipales se emplean un conjunto de parámetros de los cuales se deben considerar los siguientes:

TEMPERATURA

La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento, como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. La medición de la temperatura es importante ya que muchos sistemas de tratamientos de las aguas residuales dependen de la temperatura (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Según CENTA 2008, la temperatura afecta al comportamiento de los sistemas de lagunas, al actuar sobre la velocidad de las reacciones biológicas. Para los intervalos de temperatura normales en las lagunas, la velocidad de depuración (actividad bacteriana) y mortalidad de los coliformes incrementan con la misma. De acuerdo a Crites y Tchobanoglous (2000), la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango de 25 a 35.

pH

El pH (Índice de Ion de hidrógeno), es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, estos valores miden el grado de acidez o basicidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento de acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de la basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indica neutralidad (Domínguez, 2008).

El valor de pH en las lagunas viene determinado fundamentalmente por la actividad fotosintética del fitoplancton y la degradación de la materia orgánica por las bacterias. Las algas consumen anhídrido carbónico en la fotosíntesis, lo que desplaza el equilibrio de los carbonatos y da lugar a un aumento del pH. Por otra parte, la degradación de la materia orgánica conduce a la formación de dióxido de carbono como producto final, lo que causa una disminución de pH (Rolim, 2000).

Como la fotosíntesis depende de la radiación solar, el pH de las lagunas presenta variaciones durante el día y el año. Cuanto mayor es la intensidad luminosa, los valores del pH son más altos. Estas variaciones diarias son muy marcadas en verano, cuando pueden alcanzarse valores de pH en torno a 9 o mayores, partiendo de valores de 7-7.5, al final de la noche (Rolim, 2000).

COLOR

El color de las aguas residuales es causado por los sólidos suspendidos materia coloidal y sustancias orgánicas en solución. El color causado por los sólidos suspendidos se llama color aparente, mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero (Crites y Tchobanoglous, 2000).

OLOR

La determinación del olor es importante en las operaciones de las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales (Crites y Tchobanoglous, 2000); sirve como indicador del grado de contaminación por residuos, y su presencia en las aguas es signo de un tratamiento inadecuado (García, 2012). El olor del agua residual fresca es en general inofensivo, pero una gran variedad de compuestos malolientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales (Crites y Tchobanoglous, 2000).

TURBIEDAD

Constituye una medida óptica del material suspendido coloidal en el agua. Las aguas residuales crudas son, en general, turbias; en aguas residuales puede ser un factor importante de control de la calidad (Romero, 2000).

NITRITOS (NITRÓGENO)

En las aguas residuales el nitrógeno se encuentra en 4 formas básicas: nitrógeno orgánico, amonio, nitritos y nitratos. Si las aguas residuales son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de urea y compuestos proteínicos, pasando posteriormente a forma amoniacal por descomposición bacteriana. A medida que el agua se estabiliza, por oxidación bacteriana en medio aerobio se generan nitritos y posteriormente nitratos (nitrificación). La cantidad de nitritos depende de si el medio es oxidante o reductor y de la presencia de los organismos capaces de provocar la transformación en uno u otro compuesto (Jiménez, 2012).

ACEITES Y GRASAS

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual (Félez, 2009).

SOLIDOS TOTALES (ST)

Se definen como toda la materia que queda como residuo después de someter a evaporación una muestra de agua a temperaturas comprendidas entre 103-105°C. (Metcalf & Eddy, 1995). Los **sólidos totales** representan la suma de los SDT (Sólidos Disueltos Totales) y SST (Sólidos Suspendidos Totales), además estos poseen fracciones de sólidos fijos y sólidos volátiles, que pueden ser sedimentables y no sedimentables (García, 2012).

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SS)

Los sólidos suspendidos son aquellos que se encuentran en el agua sin estar disueltos en ellas, pueden sedimentarse o no, son principalmente de naturaleza orgánica; están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. La mayor parte de los sólidos suspendidos son desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos y células biológicas que forman una masa de sólidos suspendidos en el agua. Incluso las partículas de materiales inertes adsorben sustancias orgánicas en su superficie (ICA, 2003).

SOLIDOS SEDIMENTABLES

Son aquellos sólidos que **se encuentran en suspensión** en un fluido y que son separados del mismo por efecto de la gravedad (Cuba, 2003). Generalmente cerca del 60% del total de sólidos suspendidos en aguas residuales son sedimentables. La prueba de SS son usados comúnmente como una medida de desempeño de las unidades de tratamiento y con propósitos de control, pues los **sólidos sedimentables** son aquellos que ocasionan la formación de bancos de lodos que producen olores desagradables (García, 2012).

OXÍGENO DISUELTO (OD)

El contenido en oxígeno disuelto es uno de los mejores indicadores sobre el funcionamiento de las lagunas. La principal fuente de oxígeno disuelto es la fotosíntesis, seguida por la reaireación superficial. La concentración de oxígeno disuelto presenta una variación senoidal a lo largo del día. El contenido en oxígeno es mínimo al amanecer y máximo por la tarde, y puede oscilar entre un valor nulo hasta la sobresaturación. Durante el verano es posible encontrar que las capas superficiales de las lagunas están sobresaturadas de oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto presenta variaciones importantes en profundidad. La concentración de oxígeno disuelto es máxima en superficie, y a medida que aumenta la profundidad va disminuyendo hasta anularse. La profundidad a la que se anula el oxígeno disuelto se llama oxipausa, y su posición depende de la actividad fotosintética, el consumo de oxígeno por las bacterias y el grado de mezcla inducido por el viento. En invierno la capa oxigenada tiende a ser mucho más reducida que en verano (Rodríguez, 2009).

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

Es la cantidad equivalente de oxígeno (mg/l) necesaria para oxidar biológicamente los componentes de las aguas residuales (CENTA, 2008). Es un método usado con frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales, si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido (Crites y Tchobanoglous 2000).

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es una prueba usada para medir el material orgánico presente en las aguas residuales, susceptible de ser oxidado mediante químicos (Crites y Tchobanoglous. 2000).

COLIFORMES FECALES

Los organismos patógenos que pueden existir en las aguas residuales son, generalmente, pocos y difíciles de aislar e identificar (Romero, 1999). Por esta razón los coliformes fecales se han establecidos como organismos indicadores biológicos de la contaminación fecal del agua (Tejero et al., s.f.).

Las bacterias coliformes fecales son bacilos gram-negativos, aerobios y facultativos anaerobios, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48+- 3h a 35 o 37°C. De los coliformes en general se considera el género *Escherichia*, especie *Escherichia Coli*, como la población de bacterias coliformes más representativas de la contaminación fecal (Romero, 1999).

Pueden detectarse en laboratorios de dos formas: en Ud/100 mL (Ud se refiere a *unidades formando colonias* o simplemente colonias) cuando se emplea la técnica de filtro de membrana, o en NMP/100 mL (NMP es el *número más probable*) cuando la técnica de tubos múltiples es la utilizada. La técnica del filtro de membrana presenta la ventaja de ser más rápida que el método del NMP, además de proporcionar un recuento directo. El NMP no es la concentración absoluta de organismos presentes en la muestra, sino tan sólo una estimación estadística de la concentración (Tejero et al., s.f.).

2.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES

Para poder llevar a cabo el proceso de depuración de las aguas residuales es necesario mantener un control, y así proporcionar un efluente de calidad. Se deben realizar análisis de entrada y salida de las lagunas, con estos análisis, verificar el trabajo y la eficiencia de la laguna, comparar las características del efluente con los límites permisibles.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación:

Cuadro 2.2. Rangos de varios parámetros establecidos sobre los vertidos de las aguas residuales post-tratamiento, a los cuerpos receptores.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coliformes fecales	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color Real	Color Real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Nitratos + Nitritos	Nitrógeno (N)	mg/l	10
Potencial de Hidrogeno	pH		5-9
Sólidos sedimentables		mg/l	1.0
Sólidos Suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1600
Temperatura	C		< 35

Fuente: Tabla 12 del TULAS. Calidad del agua.

2.2.6 FACTORES FÍSICOS QUE INTERVIENEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Según García (2012) el diagnóstico del tratamiento de las aguas residuales se basa en el análisis de varios factores, el tratamiento, evaluación del tratamiento, caudal y TRH, con el fin, de obtener un panorama sobre las condiciones del sistema.

Autores como Rolim (2000) acotan que existen factores que afectan las condiciones hidráulicas y biológicas de las lagunas de estabilización, como la temperatura, acción de los vientos, tiempo de retención hidráulica, características de los afluentes, aportes de agua, infiltraciones sobre el fondo de las lagunas, evaporación, volumen de las lagunas, etc., que aseguran la autodependencia y el funcionamiento de las mismas.

VOLUMEN

La circulación del agua a través de la laguna viene afectada por factores como forma y tamaño de ésta. Las anomalías de flujo más frecuentes se manifiestan en la aparición de zonas muertas, es decir, partes de la laguna en las que el agua permanece estancada durante largos períodos de tiempo. La distribución de las aguas residuales en una laguna debe ser lo más uniforme posible, para que se pueda utilizar todo el volumen de la laguna proyectada para el tratamiento, y con ello obtener el tiempo de retención ideal (Rolim, 2000). Por ello es necesario considerar el volumen adecuado para una laguna, el mismo que se valora a través de la siguiente ecuación:

$$V = A * H \quad [2.1]$$

Donde:

V= Volumen (m³)

A= área (m²)

H= altura del nivel de agua (m)

CAUDAL

Berrocal (2002) considera que la medida del caudal sirve para verificar la cantidad de agua residual que entra al sistema, a fin de determinar si es la apropiada de acuerdo al diseño del mismo. Según Hudson (1997) la medición de caudal se puede realizar a través de varias metodologías entre las que se encuentran:

Métodos volumétricos. Cuando existe un sitio donde las descargas caen por gravedad (en fosas de recepción, quebradas, etc.), se puede utilizar para medir dicho caudal a través del método de tobo y el reloj o método de volumen por tiempo (Marnr, 1989) citado por el CEPIS (1996), en el cual se utiliza un envase

plástico de 18 L de capacidad o más y se mide el tiempo de llenado. Se determina el caudal promedio a través de la siguiente ecuación:

$$Q = V * t \quad [2.2]$$

Donde:

Q= caudal (m³/s)

V= Volumen (m³)

t= tiempo (s)

Método velocidad superficie. Este método depende de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal o zanja. Para determinar la velocidad media de la corriente se mide el tiempo en que tarda un objeto flotante en recorrer una distancia, el caudal se calcula a partir de las siguientes formulas:

$$Q = V * A \quad [2.3]$$

Donde:

Q= caudal (m³/s)

V= Velocidad (m/s)

A= área (m²)

$$V = e * t \quad [2.4]$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

e= espacio (m)

t= tiempo (s)

PERÍODO O TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

La actividad biológica en las lagunas está influenciada por las características de circulación del agua. Cuando se proyecta una laguna, se calcula el tiempo necesario para alcanzar un determinado grado de depuración (Correa, 2008). Varios autores entre ellos Orozco (2005) mencionan que el tiempo necesario para la depuración de las aguas o tiempo de retención hidráulica se calcula a partir de:

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad [2.5]$$

Donde:

TRH= Tiempo de Retención Hidráulica (días)

V= volumen (m³)

Q= Caudal (m³/días)

CARGA CONTAMINANTE

Los efectos de las aguas residuales sobre los sistemas de tratamiento y sobre las fuentes receptoras son en función de sus características o composición, es decir de su concentración, así como de su cantidad o caudal. El producto de la concentración se denomina carga contaminante y generalmente se expresa en kg/d. (Romero, 2000).

Unos de los aspectos más importantes, cuando se cuantifica la calidad del agua, consiste en determinar la carga másica o carga total de un contaminante, se calcula por la ecuación 2.6.

$$W = 10^{-3} Q \cdot C \quad [2.6]$$

Donde:

W= carga contaminante (kg/día)

Q= caudal (m³/día)

C= concentración (mg/L o g/m³)

EFICIENCIA REQUERIDA EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Según Orozco (2005) este ítem es importante, no solo significa el cumplimiento de la normativa de descarga de la autoridad ambiental, sino que determina los procesos costo-eficientes del rango dado.

Cuadro 2.3. Criterios de eficiencia y costo-efectividad.

EFICIENCIA %	TRATAMIENTOS COSTOS-EFECTIVO
15 a 50	Tratamiento anaerobio, tratamiento primario
50 a 90	Filtros percolados, tratamiento anaerobio, biodiscos, lagunas de estabilización
90 a 99	Lodos activados, aireación extendida

Fuente: Orozco (2005).

La medición de la capacidad degradativa en base a la reducción lograda, luego de los procesos de fermentación de las aguas residuales de los parámetros inicialmente medidos en el afluente de las lagunas, se calcula a través de la fórmula planteada por el CEPIS (1999):

$$E = \frac{\text{Valor parámetro de entrada} - \text{Valor parámetro de salida}}{\text{Valor parámetro de entrada}} * 100 \quad [2.7]$$

EVAPORACIÓN E INFILTRACIÓN

La evaporación combinada con la infiltración a través de una laguna con un fondo permeable determina la reducción de caudal afluente y en casos extremos, puede hacer que el caudal del efluente sea nulo (Rolim, 2000). Para mantener el sistema continuo del flujo de aguas residuales en las lagunas, la medición de infiltración y evaporación tiene importancia para la evaluación, y sobre todo para mantener el equilibrio del balance de caudales en el sistema de laguna (Silva, 2004).

Medición de la evaporación

Una forma de conocer el caudal de evaporación es mediante la evaluación de la masa volumétrica. La medición de la evaporación se realiza mediante la medición de altura de evaporación en recipientes cilíndricos (Anexo 20), colocados a los lados de las lagunas. En los tanques, de dimensiones estándares, previamente se procede a medir diariamente, a una hora fija, la altura de evaporación con relación a la altura de llenado (Silva, 2004). El caudal de evaporación se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q_e = \frac{A \cdot \Delta h_i}{\Delta t_i} \quad [2.8]$$

Donde:

Q_e: Caudal de evaporación (m³/día)

A: Área de la base del cilindro (m²)

Δh_i: Cambio de nivel superficial del líquido (m)

Δt_i: Tiempo que dura la prueba de evaporación (generalmente 1 día)

Medición de la infiltración

En el diseño de lagunas de estabilización, debe incluirse una impermeabilización del suelo, tanto del fondo como los lados (taludes), especialmente cuando hay peligro de contaminación de la capa freática. La infiltración, inicialmente puede ser muy alta, es probable que disminuya con el tiempo debido a la taponación del suelo (fondo de lagunas) por las bacterias y la materia orgánica, hasta que alcance su mínimo valor.

Cuadro 2.4: Velocidades y clases de infiltración

CLASE	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	CLASE VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN
1	<1	Riesgo de erosión elevado.
2	1 a 5	Lenta. Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad
3	5 a 20	Moderadamente lenta. Óptima para riego de superficie
4	20 a 60	Moderada. Adecuada para riego de superficie.
5	60 a 125	Moderadamente rápida. Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdidas de nutrientes por lavado. Baja eficiencia de riego.
6	125 a 250	Rápida. Marginal para riego de superficie.
7	> 250	.Muy rápida. Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado.

Fuente: Lando (1984).

León, Oñate (s.f.) consideran que la medición de la infiltración, se maneja con la técnica del “Infiltrómetro de doble Anillo” en la cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Se crea una superficie horizontal respecto al relieve del terreno.
- El equipo (infiltrómetro) es ubicado sobre la superficie horizontal, introduciéndolo de 5 a 10 cm aproximadamente dentro del terreno; para lograrlo hay que introducirlo colocando el taco de madera sobre el equipo y golpear el taco hasta llegar a la profundidad adecuada.
- Luego se colocar una señal de 15 a 20 cm desde el nivel del suelo en los dos anillos.
- Colocar el agua hasta el nivel señalado y tomar el tiempo en que el agua se infiltra.

2.2.7 INFLUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN RELACIÓN CON LA CALIDAD AMBIENTAL

Orta y Chang (2007) consideran que en todo proyecto, ya sea durante su construcción o funcionamiento, suele producir alteraciones a la calidad del medio

ambiente. El tratamiento de aguas residuales domésticas es un proceso necesario para mantener y salvaguardar la integridad del ecosistema en el que vivimos, por medio de estos tratamientos, las concentraciones de contaminantes en el agua residual, son reducidas a niveles permisibles, según lo establecido en la legislación y normas vigentes en el país.

Debido a los diferentes problemas que pueden surgir en el funcionamiento de las lagunas, Silva (2004) menciona varios efectos en relación con el ambiente superficial como son: la proliferación de vectores, malezas, generación de olores, afloramientos, contaminación de las aguas subterráneas.

2.2.8 INDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Según Zúñiga y Mora (2011) la calidad ambiental se puede evaluar mediante indicadores que sirvan para determinar de un modo objetivo la situación en los aspectos que contempla dicho concepto. Generalmente se trata de vectores físicos, químicos y biológicos que se consideran relevantes de acuerdo con el sistema o recurso que se investiga. Los cuales se dividen en: Agua, aire, suelo, flora, fauna y socioeconómica.

2.2.9 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Para la evaluación de impactos o el deterioro de la calidad ambiental es indispensable describir la situación actual del lugar del proyecto. Para determinar el área que será afectada por el funcionamiento de las lagunas se debe tomar en cuenta dos partes fundamentales: el área de Influencia Directa y el área de Influencia Indirecta (Orta y Chang. 2007).

El Área de Influencia directa corresponde al espacio geográfico que recibe las afectaciones directas del proyecto, por lo general corresponde a una franja de 300 metros de ancho, medidos a partir de los límites del área del proyecto. El área de influencia directa, se verá afectada en el entorno físico, biótico y socio-económico, por el funcionamiento del proyecto, con mayor influencia sobre el entorno físico. El Área de influencia indirecta corresponde a los lugares cercanos que rodean a las lagunas y que corren el riesgo de sufrir impactos indirectos o directos (Orta y Chang. 2007).

Para realizar el análisis y descripción del estado y condiciones ambientales del área de influencia se aplica la metodología de la Evaluación Ecológica Rápida (EER), desarrollada por The Nature Conservancy (TNC), para poder adquirir, analizar y manejar información de una manera eficiente eficaz en poco tiempo, para producir resultados aplicables y de bajo costo, sobre los componentes bióticos y socioeconómicos (Guamán, 2010).

2.2.10 VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Debido al hecho de que los sistemas de depuración de aguas residuales basados en lagunaje admiten variaciones, Bañuelos (2002) propone una metodología para la evaluación de los impactos ambientales derivados de la construcción y funcionamiento de sistemas de lagunas de estabilización que pueda ser aplicada de forma general, elaborando una lista de los principales impactos existentes y sus principales características. Para facilitar el proceso de identificación de los impactos se utilizó como herramienta de trabajo una Matriz de Leopold (1971) modificada.

Para la determinación de los posibles impactos ambientales derivados del tratamiento por lagunaje, se consideran dos etapas: una identificadora y clasificatoria de las acciones con efectos sobre el medio ambiente y otra de valoración y definición de los impactos. En la primera fase se procede, inicialmente, a la identificación de todas las alteraciones y riesgos ambientales probables para los distintos elementos del medio y sus variables más importantes, la causa de las acciones del funcionamiento, independientemente de la magnitud o categoría de estas perturbaciones. Para facilitar este proceso de identificación de los impactos se utilizó como herramienta de trabajo una Matriz de Leopold modificada, en la que se cruzan las principales acciones del emprendimiento (en columnas) con las variables que definen los elementos de los medios físico y antrópico (en líneas), (Bañuelos, 2002).

Bañuelos (2002) propone la siguiente matriz para la identificación de los impactos.

Cuadro 2.5. Matriz de Identificación de impactos.

FACTORES DEL MEDIO	ACCIONES DE LA ACTIVIDAD (FASE DE FUNCIONAMIENTO)				
	A1	A2	A3	A4	A5
F1	X		x		
F2		X		X	X
F3	X		x	X	
F4	X			X	X

Fuente: Conesa (1996).

El proceso de evaluación y valoración de impactos ambientales se realiza en función de la magnitud y frecuencia de los impactos (Moreno. 2010)

Cuadro 2.6 Valoración de la magnitud

MAGNITUD	VALOR
Baja	1
Media	2
Alta	3

Fuente: Moreno (2010).

Cuadro 2.7. Valoración de la magnitud del impacto ambiental.

FRECUENCIA	VALOR
Baja	1
Media	2
Alta	3

Fuente: Moreno (2010).

2.2.11 PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Un Programa de Gestión Ambiental consiste en dar solución a los problemas detectados en el diagnóstico inicial, teniendo como principio fundamental la planificación de todas las acciones de forma gradual y con un grado de prioridad determinado por las posibilidades reales de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo (Del Puerto et al., 2008).

En la elaboración de proyectos se suelen producir alteraciones a la calidad del medio ambiente. Para poder prevenir, mitigar o equilibrar dichas afectaciones, se deben determinar cuales son los impactos que atentan contra la estabilidad del ecosistema del área de influencia.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

El presente estudio se llevó a efecto en la ciudad de Junín, cabecera del cantón del mismo nombre, el cual se encuentra ubicado en el centro de la provincia costera de Manabí, al Norte de Portoviejo, capital provincial.

Geográficamente se ubica a orillas del Océano Pacífico sobre la Línea Equinoccial, entre los 0° 55' 30" de Latitud Sur y los 80°12'10" de Longitud Oeste.

Las lagunas de estabilización objeto de estudio se encuentran situadas al suroeste del centro de la ciudad, en el sitio El Higuerón en las coordenadas UTM 9898589 y 0589316.

3.2 GENERALIDADES

3.2.1 POBLACIÓN DEL CANTÓN JUNÍN

De acuerdo al GAD Junín (2011) en una encuesta aplicada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010, la población del cantón Junín fue de 18.942 habitantes, de los cuales 9.192 son mujeres y 9.750 hombres.

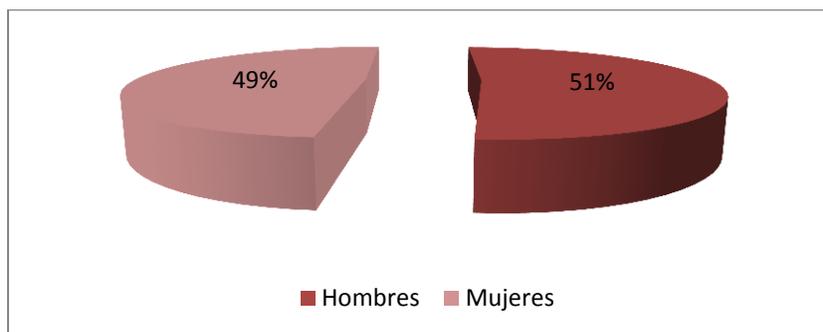


Gráfico 3.1. Representación gráfica de la población del cantón Junín.

3.2.2 SUELO

Según (GAD Junín, 2011) el cantón Junín está situado a 40 msnm, se encuentra rodeada por elevaciones montañosas. Al este del cantón Junín, el 60,73% del suelo se encuentra en un estado árido, despejado y existe erosión tanto en la zona seca como en la intermedia; a causa de la deforestación principalmente; otras determinantes también han sido la limpieza de suelo para realizar las actividades agrícolas con la quema de los residuos de las cosechas; así como las sequías acompañadas de fuertes temperaturas.

La Salinización de suelos es un problema ambiental característico de las partes bajas de las cuencas hidrográficas en la provincia de Manabí, obedece fundamentalmente a dos razones: la intrusión de agua marina y las malas prácticas de riego. Ésta última, causada por agua de lixiviación y el desconocimiento de los agricultores respecto de técnicas de riego adecuadas; cuestión dada en los suelos de Junín, ya que son pocos los cultivadores que se capacitan del tema y los beneficios que trae consigo la siembra adecuada en el suelo adecuado.

3.2.3 GEOLOGÍA

De acuerdo al GAD Junín (2011) el cantón Junín está asentado sobre un suelo conformando por sedimentos aluviales del último período geológico, encontrándose los siguientes conjuntos de suelos:

Suelos sobre sedimentos antiguos:

- a) Suelos limosos a limo arenosos con $\text{pH} + 7$ sin carbonato de calcio, poco profundos, proveniente de las mesas areniscas, con pendientes superiores al 70%.

- b) Suelos limo arcilloso arcillosos con $\text{pH} > 7$ sin carbonato de calcio, con superficies disecadas de las mesas, con pendientes de 25 al 70%.

Suelos con características verticas:

- a) Suelos con más del 35% de arcilla tipo montmorillonita, con grietas abiertas menos de 300 días al año y más de 60 días al año, con $\text{pH} > 7$, abundante carbonato de calcio, con pendientes del 25 al 40%.
- b) Suelos con $\text{pH} < 7$ en la superficie y $\text{pH} > 7$ en la profundidad, sin poca o ninguna cantidad de calcio, poco profundos, - de 50 cm, con pendientes del 40% al 70%.

Suelos sobre sedimentos fluviales:

- a) Suelos profundos de texturas variables- con arcilla dominante- $\text{pH} > 7$ y presencia de carbonato de calcio, predominante en los valles.
- b) Suelos profundos de textura variable – con limo dominante- $\text{pH} < 7$ sin carbonato de calcio. Predominante en los valle del cantón.

3.2.4 USO DEL SUELO

El GAD Junín (2011) señala que el uso del suelo del cantón Junín se fundamenta en actividades agrícolas y ganaderas desde el punto de vista de la producción y productividad; esta es una actividad que beneficia a Junín; sin embargo, no es menos cierto que la forma como se realizan estas actividades causan grandes impactos ambientales al territorio.

3.2.5 HIDROLOGÍA

Junín cuenta con el río Mosca como principal afluente, ya que su caudal es permanente durante toda la época del año principalmente la invernal, se incorpora al estero el Palmar que toma una forma paralela a la vía principal, el mismo que es de menor caudal y su mayor afluencia la muestra en épocas de invierno. Ambos riegan extensas zonas agrícolas, además se consideran otros dos ríos, Andarieles y Chichanda que vierten sus aguas en el río principal, posee una longitud de 34 km desde su nacimiento en las montañas del sitio Dos Bocas de Andarieles hasta su desembocadura en el río Carrizal del cantón Bolívar.

3.2.6 CLIMA DE LA ZONA

El cantón Junín goza de un clima tropical mega térmico – seco al igual que las demás localidades que se encuentran distribuidas en una franja de unos 60 Km de ancho que parte del norte de Manabí.

Las precipitaciones anuales varían de 500 a 1000 mm al año, con una estación lluviosa de enero a abril y un verano muy seco y de temperaturas elevadas, siendo la temperatura media de 25° C. Presenta dos estaciones climáticas bien definidas: invierno y verano.

3.3 MÉTODOS

Se utilizó el **método cuantitativo** porque permite medir, analizar, verificar el funcionamiento y la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Junín.

3.4 TÉCNICAS

Para la ejecución de la investigación, se aplicaron: cuestionarios, entrevistas, muestreos, análisis de laboratorio, entre otros.

3.5 VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Funcionamiento de las lagunas de estabilización

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Calidad Ambiental

3.6 PROCEDIMIENTOS

El presente proyecto se desarrolló en 3 fases de acuerdo a los objetivos propuestos:

FASE 1:

Determinación del funcionamiento de las lagunas de estabilización.

Actividad 1.1.

Esta actividad consistió en dos etapas:

Etapas de investigación inicial: Se consultó información disponible en el GAD Junín y en otras fuentes, sobre los aspectos generales de las lagunas de estabilización (criterios de diseño, infraestructuras, tiempo de funcionamiento,

tipos de tratamiento, procesos, materias primas utilizadas, gestión ambiental municipal en el manejo de las aguas residuales).

Etapas de campo: reconocimiento del área de estudio, la cual consistió en visitas de campo, en la zona donde están ubicadas las lagunas de estabilización, al GAD Junín, y levantamiento de coordenadas geográficas.

Actividad 1.2.

Determinación de caudales

Para la determinación del caudal se utilizó la metodología señalada por Hudson (1997). Las mediciones fueron aplicadas en diferentes puntos:

- Entrada y salida de la estación de bombeo,
- Ingreso a las lagunas,
- Entrada y salida de cada una unidad.

El monitoreo de caudal en la estación de bombeo, se valoró a través de la fórmula (2.2) propuesta por el CEPIS (1996). Para obtener el parámetro volumen utilizado en esta ecuación, se estableció la altura de la bomba, nivel del agua y diámetro de la misma.

$$V = \pi * r^2 * H$$

Donde:

V= Volumen (m³)

r = Radio (m)

H= altura del nivel del agua (m)

Para el caudal de ingreso se cronometró el tiempo en que se llenó la bomba hasta la altura del agua, se utilizó la fórmula (2.2). Para valorar el caudal de salida de la bomba se evaluó a través del tiempo que tardó en descargar el agua de ingreso aplicando las fórmulas anteriores. Este procedimiento se empleó en la bomba de 7 y 10 HP.

El aforo del caudal al ingreso de las lagunas, entradas y salidas de cada unidad, se realizó a través del método volumétrico y aplicando la fórmula (2.2). En el que se utilizó un recipiente de 20 L. se tomó el tiempo en que tardó en llenarse dicho recipiente.

Las mediciones para los dos métodos anteriores se realizaron durante 7 días, en función a las horas pico, de 6:00-8:00 am, de 12:00 am a 13:00 pm y de 17:00-19:00 pm.

En el canal o zanja que conduce el agua del ingreso hasta la segunda laguna se aplicó el método velocidad superficie. metodología de los flotadores, en donde se ubicó un tramo recto del canal, se señaló tanto el punto de partida como el de llegada, se lanzó un flotador superficial a 2 m, antes del punto de partida, con el fin de cuando pase por el punto de partida adquiera ya la velocidad del agua, se cronometró el tiempo en que pasa la partida hasta la llegada y se obtiene el tiempo entre estos dos puntos, este proceso se repitió tres veces y se promedió el total de tiempo para determinar la velocidad a través de la ecuación (2.3) y (2.4).

Actividad 1.3

Caracterización de las aguas residuales de las lagunas de estabilización

Para valorar la depuración de las aguas residuales y la eficiencia de los procesos de tratamiento, se realizaron pruebas de laboratorio a los parámetros físicos,

químicos y microbiológicos de las aguas residuales de las lagunas, establecidos por Berrocal (2002), mediante las técnicas propuestas en los STANDARD METHOD.

Las determinaciones del pH, T, oxígeno disuelto, se efectuaron in situ. Los olores fueron medidos mediante el método sensorial (Crites y Tchobanoglous, 2000), donde se empleó el sentido del olfato para detectar los niveles de olores. Las mediciones se realizaron cada 5 m en un rango de 20 m.

Se establecieron realizar 2 muestreos de los parámetros físicos químicos y microbiológicos, en los cuales se ubicaron tres puntos de muestreo: tuberías de entrada a las lagunas, tuberías de salida de la segunda laguna (laguna de maduración), final de la tercera laguna, se tomaron muestras compuestas cada minuto durante 1 hora, de 7:00 – 8:00 a.m. y de 17:00 – 18:00 en relación a las mediciones de caudal y a las horas pico. Estos muestreos se efectuaron durante un período de 1 día.

Actividad 1.4.

Determinación de los parámetros físicos actuales de las lagunas

Para establecer una relación entre los criterios de diseño y los parámetros físicos de dimensionamiento actuales se calcularon: volúmenes, tiempos de retención hidráulica y eficiencias de cada una de las lagunas.

Para la determinación del volumen se utilizó la fórmula (2.1).

El TRH fue calculado a través de la ecuación (2.5) descrita por Orozco (2005).

El cálculo de la carga contaminante se determinó a través de la fórmula 2.6 establecida por Romero (2000). La cual se aplicó a los resultados obtenidos de la caracterización físicos químicos y microbiológicos (ST, S. Sed. SS, OD, nitritos, DQO, DBO₅).

La eficiencia fue determinada en función de los resultados obtenidos en los análisis de los parámetros, DBO₅, DQO, y ST aplicando la ecuación 2.8, propuesta por el CEPIS (1999).

Actividad 1.5.

Determinación de la infiltración y evaporación

Para conocer el destino de las aguas residuales que no son descargadas al cuerpo receptor se realizaron dos actividades experimentales, infiltración y evaporación.

Análisis del proceso de evaporación

En la determinación del caudal de evaporación, se utilizó la técnica de Silva (2004). Esta prueba experimental se realizó por 7 días, considerando el valor de la temperatura en dichos días. Los datos meteorológicos para esta práctica fueron obtenidos de la Estación meteorológica de la ESPAM-MFL.

Análisis del proceso de infiltración

La determinación de la infiltración se realizó a través de la técnica del infiltrometro, (León y Oñate. s.f). Se realizaron 10 mediciones cada 10 min.

FASE 2:**Establecimiento de la calidad ambiental del área de influencia de las lagunas****Actividad 2.1.****Evaluación de la calidad ambiental**

Se estableció que para evaluar la calidad ambiental que es influenciada por el funcionamiento de las lagunas de estabilización, considerar el área de influencia directa e indirecta, metodología de Orta y Chang (2007).

Área de influencia directa

El Área de Influencia Directa ha sido determinada de acuerdo al ecosistema de encontrado en la zona, con sus diferentes factores ambientales, que son influenciados de forma directa, priorizando los de mayor relevancia como son: Recursos hídricos, calidad del suelo, flora y fauna asociada, calidad del aire, y elementos socioeconómicos.

Área de influencia indirecta

Para el área de influencia indirecta, se consideró la extensión indirecta de la influencia del funcionamiento de las lagunas de estabilización.

Actividad 2.2.**Caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos**

Para describir la situación actual del área de influencia directa de las lagunas se realizó un levantamiento de información de los indicadores de la calidad ambiental.

Componentes abióticos

Se utilizó la técnica de observación y revisión de fuentes bibliográficas, diagnóstico de campo. Para conocer las características del suelo del área, se realizaron análisis físicos de la textura, a través del método de la pipeta o Robinson, se excavaron hoyos de 30 cm de profundidad, donde se tomaron muestras compuesta del suelo de las lagunas, se llevaron a los laboratorios para su posterior análisis en los Laboratorios de Suelo de la Carrera de Agrícola de la ESPAM-MFL.

Componentes bióticos

Para el estudio de la flora y fauna del área de influencia, se utilizó el método de Evaluación Ecológica Rápida (E.E.R.), junto con la técnica observación visual y fotografías, que son procesos flexibles para la obtención y aplicación rápida de información biológica y ecológica. Los datos obtenidos se clasificaron de acuerdo a los tipos de especies de flora y fauna.

Socioeconómicos

Para analizar las condiciones socioeconómicas, se aplicó una encuesta a la población del área de influencia directa de las lagunas. La misma que estaba estructurada con preguntas cerradas sobre los aspectos más relevantes a tomar en cuenta dentro de este factor.

Actividad 2.3.

Valoración de la calidad ambiental

Para dar un valor de los impactos ocasionados por el funcionamiento de las lagunas en el área de influencia directa, se utilizó la metodología propuesta por Bañuelos (2002), dividida en dos fases:

FASE 1: identificación y clasificación de las acciones con efectos sobre el medio ambiente, (matriz de identificación de impactos cuadro 2.5).

FASE 2: valoración y definición de los impactos a través de la matriz de Leopold modificada.

ETAPA 3:

Elaboración de un programa de gestión ambiental para las lagunas de estabilización

Actividad 3.1.

Planificación de los programas

Con base a los resultados obtenidos en las actividades anteriores se elaborará un plan de corrección que permita atenuar las incidencias del funcionamiento inadecuado de las lagunas para el tratamiento de las aguas residuales.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente proyecto se analizaron de acuerdo a las etapas y actividades de los objetivos propuestos:

4.1 DETERMINACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

4.1.1 UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Las lagunas de Junín se encuentran ubicadas en el sitio El Higuérón, a 1.1km del centro de la ciudad; cuenta con dos vías de acceso a las mismas; la principal vía es la ruta de ingreso a la mencionada ciudadela y la ruta secundaria es la vía Junín-Calceta, en el sitio el Higuérón a 60 m de la carretera hacia las lagunas.

Cuadro 4.1. Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.

COORDENADAS DEL ÁREA TOTAL DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN (UTM)		
X	0589308	0589554
Y	9898718	9898755
X	0589316	0589420
Y	9898589	9898730

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.2. Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.

COORDENADAS DE LAS ANTIGUAS LAGUNAS (UTM)			
X	0589444	Laguna 1	0589522
Y	9898658		9898642
X	0589442	Laguna 1	0589506
Y	9898553		9898545
X	0589530	Laguna 2	0589546
Y	9898751		9898751
X	0589518	Laguna 2	0589525
Y	9898655		9898649

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.3. Coordenadas geográficas de las lagunas de estabilización.

COORDENADAS DE LAS NUEVAS LAGUNAS (UTM)			
X	0589444	Laguna 3	0589515
Y	9898705		9898701
X	0589443		0589505
Y	9898662		9898656
X	0589438	Laguna 4	0589523
	9898733		9898747
Y			
X	0589435		0589517
Y	9898706		9898702

Fuente: Elaboración propia.

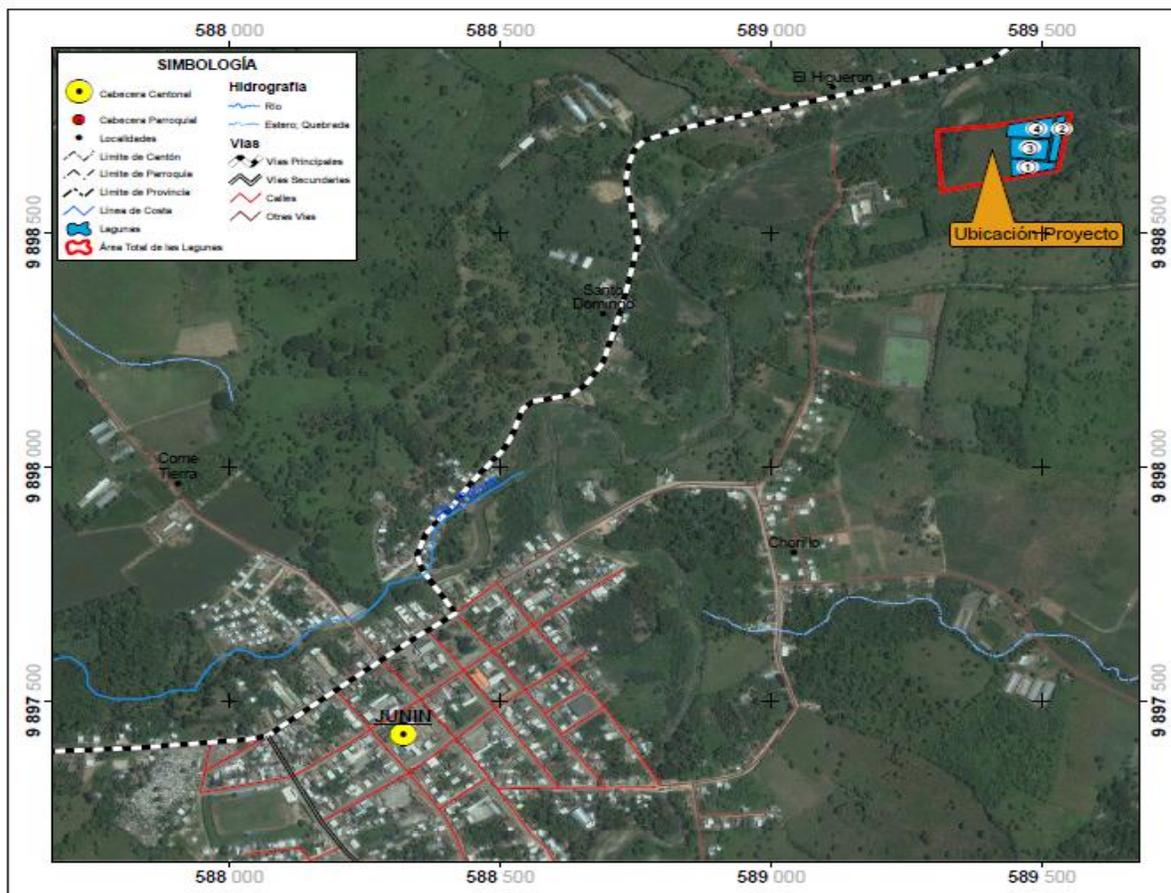


Foto 4.1. Vista satelital de la ubicación de las lagunas de estabilización de la ciudad de Junín. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUA RESIDUALES DE LA CIUDAD DE JUNÍN

El Municipio de Junín en 1997, diseñó lagunas de estabilización en 1997, para el tratamiento de las aguas residuales, basado en información respecto a criterios de Gloyna (1976). Inicialmente fue diseñado con la conformación de dos lagunas, la primera funcionaria como facultativa y la segunda de maduración.

Según literatura citada, la laguna facultativa se diseñó teóricamente para su funcionamiento en 1980. Posteriormente para su construcción se tomaron valores de dimensionamiento del año 1990, como son:

Cuadro 4.4. Valores de dimensionamiento de las lagunas de estabilización tipo facultativa (1990).

Altura del nivel del agua	1,50 m
Bordes libres	0,40 m
Volumen de la laguna	6.736 m ³
Caudal de diseño	303,7 m ³ /día
Superficie necesaria (área)	4.490 m ²
Eficiencia esperada	91.3 %
Carga orgánica	75,9 kg DBO/día

Fuente: Memoria técnica del alcantarillado sanitario para la ciudad de Junín (1997).

Para el dimensionamiento de la laguna de maduración se tomaron en cuenta:

Cuadro 4.5. Valores de dimensionamiento de las lagunas de estabilización tipo maduración (1990).

Nivel del agua	1,4 m
Bordes libres	0,40 m
Tiempo de retención hidráulica	8 días
Caudal de diseño	303,7 m ³ /día
Volumen de la laguna	2.430 m ³
Superficie necesaria (área)	1.736 m ²

Fuente: Memoria técnica del alcantarillado sanitario para la ciudad de Junín (1997).

De esta misma laguna se realizaría la descarga de las aguas residuales tratadas al cuerpo receptor (río Mosca). La laguna facultativa fue de construcción inmediata, es la única que posee geomembrana de plástico común. La laguna de maduración se construyó 5 años después de la primera laguna.

Los caudales de aportación a tratarse en las lagunas de estabilización se calcularon de acuerdo al número de habitantes por el consumo de agua potable, es decir $0,0010 \text{ L/s} \cdot \text{Hab.}$ (70% de la demanda de agua potable).

En la actualidad el tratamiento de las aguas residuales, se realiza en un sitio de tratamiento, que está conformado cuatros excavaciones más un cajón de llegada con un área de 1 m^2 (Anexo 4). La primera excavación, que debió cumplir la función de laguna facultativa, posee un área de 6879 m^2 . Al inicio de esta investigación el caudal ingresaba de manera directa a dicha construcción, en la etapas de visitas de campo se puede constatar que el agua no ingresa a la misma, es desviada por un canal de tierra hasta la siguiente excavación ya que la anterior se encuentra completamente azolvada con sedimentos, que llega a una altura de 0.70 m ; además, ha proliferado malezas en las áreas internas y externas de la estructura (Anexo 5). La segunda excavación (que correspondería a la laguna de maduración) tiene un área de 1118 m^2 , con un nivel de agua promedio de 2.87 m , un borde libre que varía entre 4.50 m y 7.50 m , y su nivel de sedimento es de 0.60 m , se observa malezas en los bordes libres y exteriores de la laguna.

A partir de las visitas de campos y análisis de los parámetros establecidos en la Memoria técnica del alcantarillado sanitario para la ciudad de Junín (1997), se ha podido comprobar que los valores actuales de las lagunas no coinciden con los criterios con los que fueron diseñados. No hay forma en que las estructuras puedan ser comparadas, debido a que se han sido objetos de ampliaciones, a lo largo del tiempo, considerándolas como excavaciones, más no lagunas de estabilización.

4.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

La secuencia de los procesos que se efectúan en el tratamiento de las aguas residuales municipales del cantón Junín, se puede observar en el siguiente diagrama.

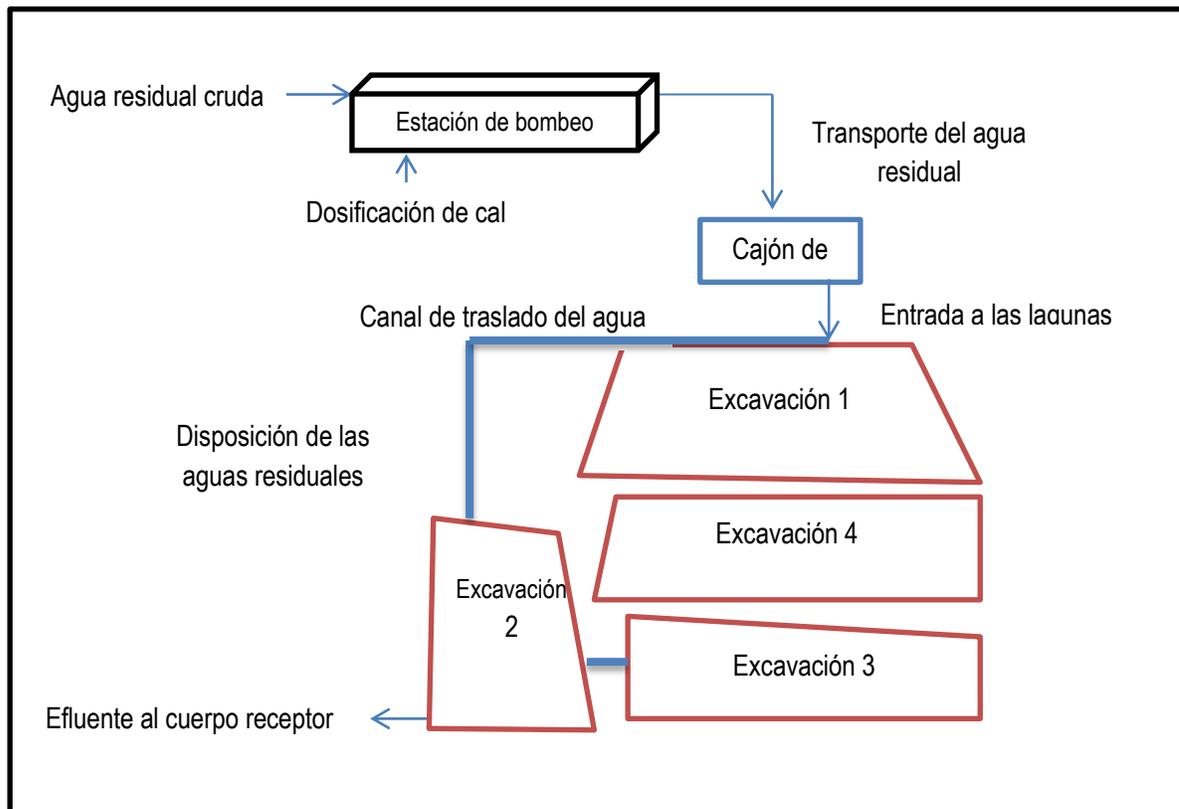


Figura 4.2. Esquema del proceso de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Junín. **Fuente:** Elaboración propia.

4.1.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

En esta sección se describe en forma detallada, los procesos de cada actividad que se lleva a cabo en el tratamiento de las aguas residuales municipales.

Cuadro 4.7. Descripción individual de los procesos en el tratamiento de las aguas residuales municipales.

PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
Tratamiento preliminar (Recepción y tratamiento)	Esta etapa se inicia con la llegada de las aguas residuales crudas desde su punto de origen hasta la estación de bombeo, la mencionada cuenta con dos bombas sumergibles de 10 y 7 HP. Las aguas se concentran en la caja de recepción, que se encuentran a 50cm de las bombas, la cual dirige las mismas a través de dos rejillas. La primera rejilla conduce el agua hasta la primera bomba y la segunda rejilla hasta la segunda bomba (Anexo4). Es en el ingreso a las bombas en que se adiciona la cal y la melaza como tratamiento a las aguas residuales. Debido a que el generador la descarga de las aguas residuales se realiza de manera manual.
Transporte	Una vez realizada la recepción, las aguas residuales son impulsadas por las bombas a través de tuberías de 4 pulgadas, al sitio donde se encuentran ubicadas las lagunas, circulando por el cajón de llegada donde se retienen los residuos sólidos (plásticos, madera, botellas, fundas, etc.) transportados por las aguas.
Tratamiento primario (Recepción en las lagunas)	El agua es transportada por gravedad a través de tuberías de 4 pulgadas de diámetro, desde el cajón de llegada hasta el canal o zanja que conduce el agua a la segunda laguna, ya que la primera laguna se encuentra azolvada. La segunda laguna funciona como reactor primario de tratamiento de las aguas residuales.
Tratamiento secundario (Almacenamiento)	El agua de la segunda lagunas es dirigida a la tercera estructura a través de un pequeño canal que las conecta, en la cual el agua se mantiene almacenada ya que no existe descarga al cuerpo receptor.

Fuente: Elaboración propia.

Existe tratamiento, no funciona de manera correcta, por los desniveles de las profundidades de las lagunas, niveles de lodo elevados (no se realiza la evacuación de lodos), bordes libres mayores a los que se consideran para que se realicen los procesos de depuración y sobre todo, no se realiza la respectiva descarga de las aguas residuales al cuerpo receptor. Estos parámetros mencionados no corresponden a ningún criterio técnico de dimensionamiento para lagunas de estabilización.

4.1.5 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

La estimación de caudales de aguas residuales en la estación de bombeo se realizó mediante aforo volumétrico.

Cuadro 4.8. Resumen de los resultados obtenidos en la medición de caudal en la estación de bombeo.

	CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE ENTRADA (m ³) (BOMBA 1- 10HP)	CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE SALIDA (m ³) (BOMBA 1 – 10HP)	CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE ENTRADA (m ³) (BOMBA 2 – 7 HP)	CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE SALIDA (m ³) (BOMBA 2- 7 HP)
Día 1	43	111	74	1139
Día 2	38	107	71	1939
Día 3	43	139	50	2006
Día 4	36	135	33	2841
Día 5	29	133	30	2884
Día 6	21	130	29	2876
Día 7	24	129	33	3504

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de caudal determinan una variación entre los caudales de ingreso con los de salida. En relación a la bomba 2 que presenta valores elevados en cuanto al caudal de salida, esto se atribuye a que la bomba es de menor potencia, que hace que el tiempo de descarga sea más lento. Por otra parte la válvula de control de descarga (chek) permanece averiado, lo que hace que el agua que se descarga de la bomba 1 regrese por la tubería hacia la bomba 2, haciendo más lenta la descarga.

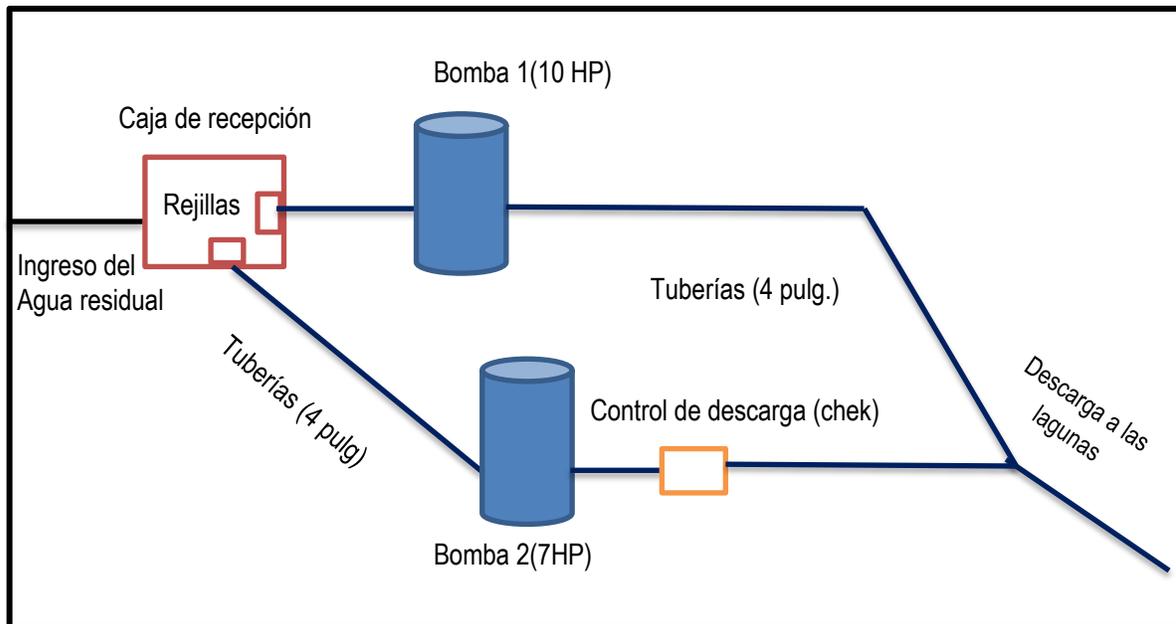


Figura 4.3. Esquema del proceso de la estación de bombeo. Fuente: Elaboración propia.

Ya que las lagunas no cuentan con un medidor de caudal, las mediciones en la segunda y tercera laguna se realizaron a través del método volumen conocido.

Cuadro 4.9. Resultados de las mediciones de caudal al ingreso de las lagunas, (canal de conducción del agua residual)

DÍAS DE MUESTREO DE CAUDAL	CAUDAL PROMEDIO DE INGRESO AL CANAL DE TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES (m ³ /S)			CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE INGRESO AL CANAL DE TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES (m ³ /S)
	6:00-8:00	12:00-13:00	17:00-19:00	
Día 1	0,116	0,075	0,07	0,09
Día 2	0,04	0,08	0,07	0,06
Día 3	0,05	0,07	0,12	0,08
Día 4	0,05	0,09	0,08	0,07
Día 5	0,04	0,08	0,11	0,08
Día 6	0,04	0,07	0,11	0,07
Día 7	0,04	0,07	0,1	0,07

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente a las lagunas ingresa un caudal medio de $0,0742 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3472,56 \text{ m}^3/\text{d}/13\text{h}$), se considera como base del cálculo 13 horas, teniendo en cuenta que el agua que ingresa a las lagunas es durante 13 horas al día, debido a que el suministro de agua potable es irregular, abasteciendo a la población de Junín de este servicio desde las 6H00 am hasta las 14H00 pm. A partir de las 14H00 – 17H00 el volumen de agua residual que llega a las lagunas es nulo ya que durante este periodo de tiempo, es mínimo el caudal de ingreso a la estación y se acumula hasta horas de la tarde, en la que la incorporación del agua a las lagunas es continua hasta las 22H00.

Cuadro 4.10. Resultados de las mediciones de caudal a la salida de la excavación 2, ingreso a la excavación 3.

DIAS DE MUESTREO DE CAUDAL	CAUDAL PROMEDIO SALIDA EXCAVACIÓN 2 INGRESO EXCAVACIÓN 3 (m3/S)			CAUDAL PROMEDIO DIARIO SALIDA EXCAVACIÓN 2 INGRESO EXCAVACIÓN 3 (M3/S)
	6:00-8:00	12:00-13:00	17:00-19:00	
Día 1	0,484	0,5	0,59	0,52
Día 2	0,5	0,5	0,24	0,41
Día 3	0,41	0,48	0,58	0,49
Día 4	0,32	0,38	0,49	0,40
Día 5	0,3	0,44	0,44	0,39
Día 6	0,34	0,45	0,52	0,44
Día 7	0,31	0,46	0,56	0,44

Fuente: Elaboración propia.

La medición de caudal en la salida de la laguna 2, ingreso a la laguna 3, arrojó un valor medio de $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ lo que equivale a $2059,2 \text{ m}^3/\text{día}$.

Cuadro 4.11. Resultados de las mediciones de caudal en el canal de conducción.

NÚMERO DE MEDICIONES	ESPACIO (M)	TIEMPO (S)
Medición 1	10	184,08
Medición 2		245,41
Medición 3		275,92
Promedio		235,14

Fuente: Elaboración propia.

a) Cálculo de la velocidad

$$V = e/t \quad [4.1]$$

$$V = \frac{10m}{235,14 s}$$

$$V = 0,043 m/s$$

b) Cálculo del caudal

$$Q = V * A \quad [4.2]$$

$$Q = 0,043 \frac{m}{s} * 3,75m^2$$

$$Q = 0,16 m^3/s$$

Los resultados obtenidos en la medición de caudal, en el canal que conduce el agua residual desde el ingreso a las lagunas hasta la excavación 2, dieron como resultado un caudal medio de 0,16 m³/s, siendo 7488 m³/día.

Después de realizarse las mediciones, y encontrar una variación de caudal en cada lugar, incluso en la estación de bombeo, las autoras de esta investigación consideran que esto se debe a las diferentes condiciones existentes en los puntos de muestreo, que obligó a utilizar una metodología diferente.

4.1.6 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

En la caracterización de las aguas residuales, los parámetros DBO₅, DQO, aceites y grasas, nitritos turbidez, sólidos suspendidos y sólidos totales, fueron realizados en los laboratorios acreditados del C.E.S.E.C.C.A. de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manta, mientras que los sólidos sedimentables y color verdadero se

analizaron en el laboratorio de Bromatología y Química Ambiental del área agroindustrial de la ESPAM-MFL, debido al desperfecto que presentaban ciertos equipos y materiales, en el laboratorio antes mencionado. Los análisis de coliformes fecales se efectuaron en los Laboratorios de Microbiología del área agropecuaria, arrojando los siguientes resultados.

Cuadro 4.12. Análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la mañana. Realizados en Julio del 2013.

Parámetros	Unidades	Entrada a la laguna (canal de conducción)	Salida de la laguna	Final de la Tercer laguna
T.	°C	24,0	24,1	23,5
Color real o verdadero	Hz	225,9	180,7	193,7
pH	-----	8	8	8
Turbidez	FAU	300	110	330
ST	mg/L	1630,75	1166,55	1275,914
S. Sed.	mg/L	5	0,02	0,03
SS	mg/L	201	75	117
Oxígeno disuelto	mg/L	0.18	1,25	1,23
Aceites y grasas	mg/L	ND	ND	ND
Nitritos	mg/L	0,03	0,09	0,07
DBO ₅	mg/L	251	90	110
DQO	mg/L	649,96	239,76	289,38
Coliformes fecales	NMP	1600	1600	1600

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.13- Análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la tarde. Realizados en Julio del 2013.

Parámetros	Unidades	Entrada a la laguna (canal de conducción)	Salida de la laguna	Final de la Tercer laguna
T.	oC	23,2	23,1	23,0
Color real o verdadero	Hz	232	218	190
pH	-----	7	8	8
Turbidez	FAU	180	90	130
ST	mg/L	918	1200	1115
S. Sed	mg/L	3	0,02	1
SS	mg/L	170	77	106
Oxígeno disuelto	mg/L	0,52	0,52	0,44
Aceites y grasas	mg/L	ND	ND	ND
Nitritos	mg/L	0.08	0,06	0,03
DBO ₅	mg/L	120	95	70,51
DQO	mg/L	335,69	241,41	186,83
Coliformes fecales	NMP	1600	1600	1600

Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN HORAS DE LA MAÑANA Y TARDE

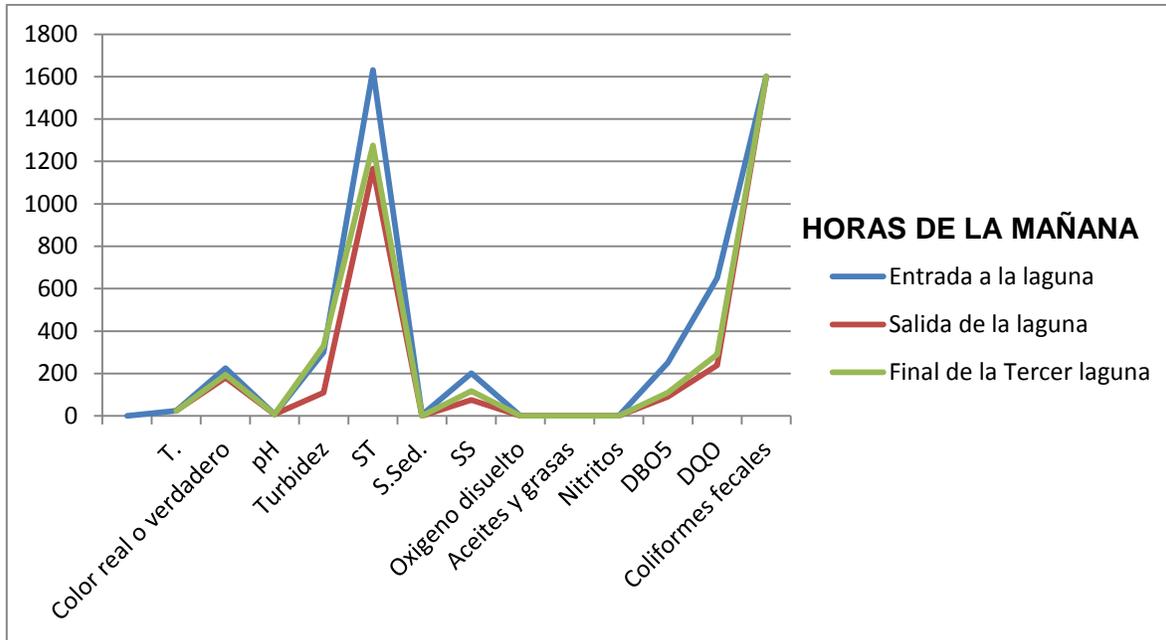


Grafico 4.1. Variación de la de la depuración de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la mañana.

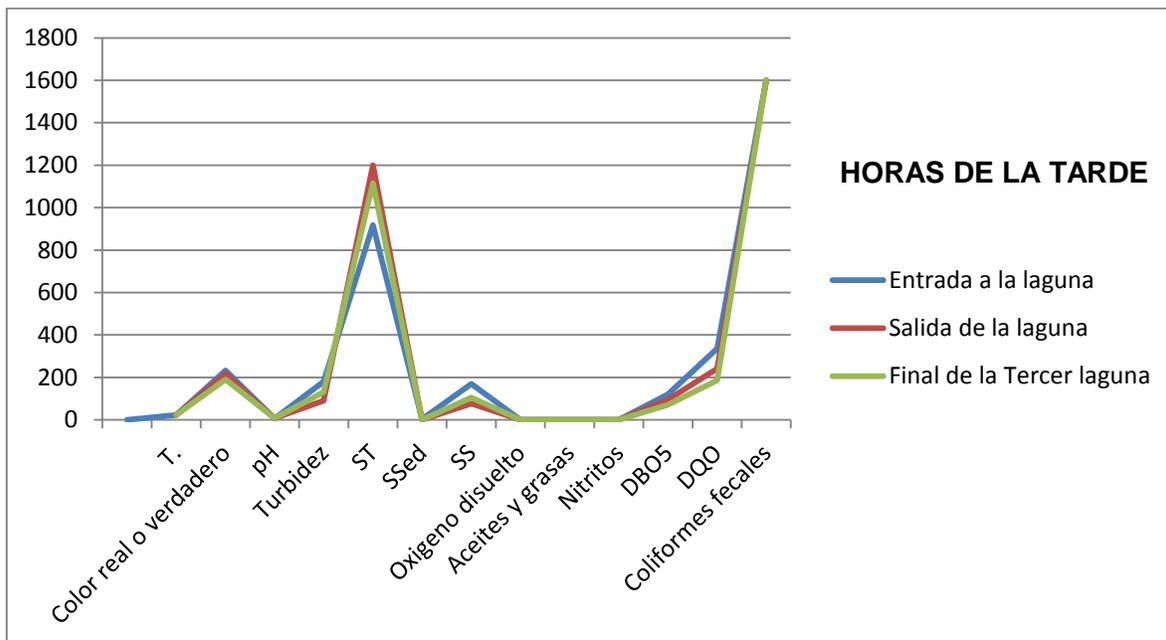


Grafico 4.2. Variación de la de la depuración de las aguas residuales del afluente del canal de conducción y efluente de la segunda laguna, y final de la tercera laguna, en horas de la tarde.

Los resultados de las pruebas de laboratorio muestran disminución de los parámetros analizados, se aprecia que horas de la tarde la depuración es mayor en comparación con las horas de la mañana, ya que en la tarde existe mayor incidencia de la temperatura, rayos solares y el tiempo de permanencia de las aguas. En la mañana el agua circula constantemente desde el ingreso hasta la tercera excavación, mientras que en horas de la tarde el caudal es nulo, haciendo que las aguas se mantengan estancadas dando lugar a que el tiempo de permanencia sea mayor y por ende las bacterias realicen procesos de estabilización de la materia orgánicos, en el caso de los componentes orgánicos.

4.1.7 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS ACTUALES DE LAS LAGUNAS (EXCAVACIÓN 2–LAGUNA DE MADURACIÓN)

Para comprobar los valores actuales que determinan el funcionamiento de las lagunas se realizaron los siguientes cálculos de acuerdo a las formulas expuestas en la metodología.

Cuadro 4.14. Resultados de la determinación de los parámetros físicos actuales de la laguna 2 (laguna de maduración).

PARÁMETRO	CONDICIÓN
Cálculo del volumen (m ³)	3208,66
Cálculo del TRH (días)	0,42
Eficiencia DBO ₅ (%)	20
Eficiencia DQO (%)	28
Eficiencia ST (%)	30,71
Eficiencia CF (%)	0

Fuente: Elaboración propia.

4.1.8 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS ACTUALES DE LAS LAGUNAS (EXCAVACIÓN 3-LAGUNA NUEVA #1)

Cuadro 4.15. Resultados de la determinación de los parámetros físicos actuales de la laguna excavación 3.

PARÁMETRO	CONDICIÓN
Cálculo del volumen (m ³)	2764,35
Cálculo del TRH (días)	0,134
Eficiencia DBO ₅	25,78
Eficiencia DQO	22,6
Eficiencia ST	7,08
Eficiencia CF	0

Fuente: Elaboración propia.

Determinados los TRH se comprueba que el caudal de ingreso es mucho mayor al que pueden retener las lagunas en el estado actual. De acuerdo a Rolim (2000) las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola laguna.

4.1.9 DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES

Cuadro 4.16. Resultados de la determinación de las cargas contaminantes de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

	CARGA CONTAMINANTE (Kg/día)						
	ST	S. Sed.	SS	OD	Nitritos	DBO ₅	DQO
Valores en horas de la mañana	566	174	698	625	104	872	225
Valores en horas de la tarde	318	104	590	174	278	417	117

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados proyectados por los cálculos, a través de la fórmula (2.8) (Silva, 2004), demuestran que hay diferencias en las cargas másicas que ingresan a las excavaciones entre la mañana y tarde, esto se debe principalmente a la cantidad de actividades humanas generadas en el horario diurno.

4.1.10 EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Cuadro 4.17. Evaluación del porcentaje de eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.

Parámetros de eficiencia	Eficiencia excavación 2 (%)	Eficiencia excavación 3 (%)	Eficiencia del tratamiento (%)
DBO ₅	20	25,78	22,89
DQO	28	22,6	25,3
ST	30,71	7.08	30,71
Coliformes Fecales	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos demuestran que el tratamiento de las aguas residuales es deficiente presenta 30%. En cuanto a coliformes fecales, no se presenta ninguna remoción de este parámetro microbiológico. La eficiencia en función de los parámetros antes expuesto es poco significativa ante lo definido por Orozco (2005) en la tabla (2.3).

4.1.11 CALIDAD DEL EFLUENTE

Cuadro 4.18. Tabla comparativa de la caracterización de las aguas residuales con los límites permisibles de la calidad del agua a descargar en cuerpos receptores de agua dulce.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	Valor afluente Tercer laguna (mañana)	Valor afluente Tercer laguna (tarde)
Aceites y Grasas	mg/L	0.3	ND	ND
Coliformes fecales	NMP	Remoción > al 99,9 %	1600	1600
Color Real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20	193,7	190
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/L	100	110	70,51
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250	289,38	186,83
Nitritos	mg/L	10.0	0,07	0,03
Potencial de Hidrogeno	-----	5-9	8	8
Sólidos sedimentables	mg/L	1.0	0,03	1
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	100	117	106
Sólidos totales	mg/L	1600	1275,914	1115
Temperatura	°C	< 35	23,5	23

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados obtenidos en la caracterización de las aguas residuales, con la Tabla 12 de la norma de calidad y descarga del efluente, se aprecia que varios parámetros no sobrepasan los límites establecidos, comparando con el porcentaje de eficiencia del tratamiento, ocasionaría un problema en la calidad del cuerpo receptor si existiera descarga.

El tratamiento de las aguas residuales no funciona adecuadamente ya que existe un caudal de entrada, pero se evidencia que no hay caudal de salida, manteniéndose el agua almacenada en la tercer excavación, lo cual hizo necesario, realizar análisis de infiltración y evaporación para conocer las posibles causas de que no se realicen las descarga de las aguas al cuerpo receptor, y la incidencia que tendría en el medio alterando a la calidad ambiental.

4.1.12 PROCESO DE EVAPORACIÓN

Resultados de la prueba experimental de campo de la evaporación.

Cuadro 4.19. Hoja de cálculo de la infiltración.

DÍAS DE MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	EVAPORACIÓN (mm)	EVAPORACIÓN (m)	CAUDAL DE EVAPORACIÓN (m³/día)
Día 1	24,37	8,9	0,0089	3,382
Día 2	25,3	20	0,02	7,6
Día 3	23,93	0,02	0,00002	0,0076
Día 4	23,83	0,03	0,00003	0,0114
Día 5	23,83	0,08	0,00008	0,0304
Día 6	24,13	10	0,01	3,8
Día 7	25,13	15	0,015	5,7
		7,72	0,00771857	2,9336

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados arrojados en la prueba experimental, dan un promedio de 7,72 mm, de agua que se pierde por evaporación diariamente. Aplicando la formula (2.7) (Silva, 2004), se obtiene un caudal de evaporación en las excavaciones de 2,93m³ al día.

a) Cálculo de porcentaje de evaporación

$$\% = \frac{\text{evaporación}}{Q_{\text{medio}}} * 100$$

$$\% = \frac{2,93\text{m}^3/\text{día}}{3473 \text{ m}^3/\text{día}} * 100$$

$$\% = 0,08$$

4.1.13 PROCESO DE INFILTRACIÓN

A continuación se adjunta los resultados obtenidos en la prueba de infiltración:

Cuadro 4.20. Hoja de cálculo de la infiltración.

Tiempo Hora - Minuto	Intervalo de tiempo $\Delta T =$ min	Tiempo acumulado T = min.	Lamina parcial infiltrada $\Delta L =$ cm	Lamina infiltrada Acumulada L = cm	Velocidad Instantánea de Infiltración Vi = cm/h
9:19:00	0	0	0	0	0
9:29:00	10	10	2	2	12
9:39:00	10	20	2	4	12
9:49:00	10	30	1,9	5,9	11,4
9:59:00	10	40	2,2	8,1	13,2
10:09:00	10	50	2	10,1	12
10:19:00	10	60	1,9	12	11,4
10:29:00	10	70	1,5	13,5	9
10:39:00	10	80	1,5	15	9
10:49:00	10	90	1,57	16,57	9,42
					9,942

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un valor promedio de 99,42 mm/h de agua infiltrada, dando como resultado una velocidad de infiltración moderadamente rápida, lo cual corresponde a infiltraciones de clase 5, cuya velocidad para infiltrarse va de 60 a 125 mm/h, criterios de Landon (1984) (tabla 2). Obteniendo un valor equivalente a 0,23 m³/día. Considerando como base del cálculo las 24 horas, debido a que el agua se mantiene retenida en las excavaciones, las que no poseen geomembranas, favoreciendo la percolación de las aguas residuales, esto incide en la disminución de la calidad ambiental, con implicaciones en la calidad del suelo, y posible contaminación de las aguas subterráneas, ya que el agua que se percola no está completamente tratada.

Ya que no es posible determinar un caudal real del agua que se infiltra en las excavaciones, se asume el resultado obtenido en la prueba de infiltración y este es multiplicado para el área de las excavaciones teniendo como resultado que se pierden por infiltración 266,8m³/día, en la excavación 2, y 707,3 m³/día en la excavación 3.

b) Cálculo de porcentaje de infiltración

$$\% = \frac{\textit{infiltración}}{Q_{\textit{medio}}} * 100$$

$$\% = \frac{974,1 \text{ m}^3/\textit{día}}{3473 \text{ m}^3/\textit{día}} * 100$$

$$\% = 28$$

Analizando los resultados de infiltración y evaporación se determinó que del caudal diario que ingresa a las excavaciones, el 28.08% se evapora e infiltra, el caudal restante se mantiene almacenado en las excavaciones, razón por la cual

siempre permanece un nivel considerable de agua, porque a medida que ingresa agua a las excavaciones se evapora, infiltra y mantiene.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

4.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA

Según lo establecido en la metodología para determinar la calidad ambiental influenciada por el funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Junín, considerar el área de influencia directa e indirecta.

Área de influencia directa

El área de Influencia directa ha sido determinada de acuerdo a lo descrito en la metodología; considerando que el terreno que emplaza las lagunas cuenta con un área de 4,5 ha., estimándose un área circundante de forma directa en un radio de 300 m, dadas las condiciones biofísicas y elementos socioeconómicos de la zona.

Área de influencia indirecta

Para el área de influencia indirecta, se ha considerado un radio de 600 metros, que corresponde cierta parte a la ciudadela Mendoza por estar íntimamente ligado al área de ubicación de las lagunas y por tener condiciones de impacto socioeconómico.

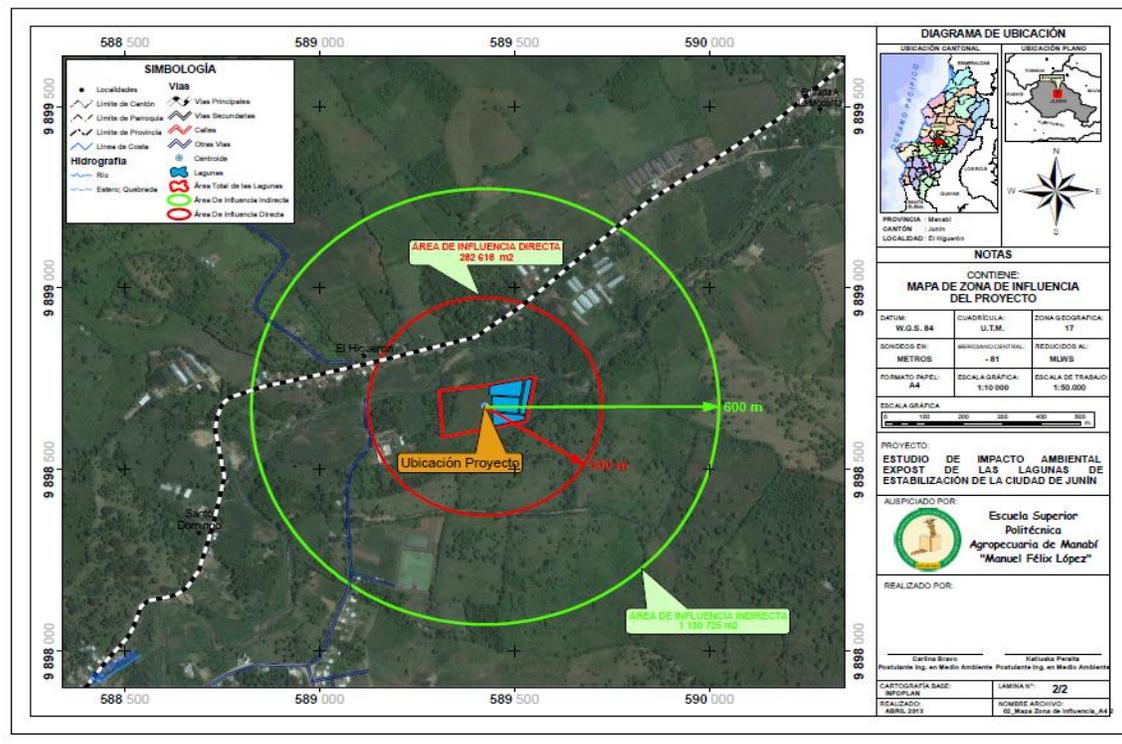


Foto 4.2 Imagen satelital del área de influencia directa e indirecta de las lagunas de estabilización. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS

4.2.2.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ZONA EN ESTUDIO

Los parámetros climáticos estudiados, fueron obtenidos en la Estación Meteorológica de Portoviejo- INAMHI, recopilados y procesados con valores desde 5 años atrás. Estos datos muestran que en el año 2012 los valores no son representativos, debido a irregularidades en los monitoreos mensuales de los mismos, solo existe información de los meses de mayo, junio, septiembre y noviembre, por esta razón la información climática de dicho año, fue tomada de la estación meteorológica de la ESPAM-MFL, que se encuentra a 12 km del cantón Junín. Por lo cual varían significativamente en dicho año.

TEMPERATURA

Cuadro 4.21. Resumen histórico de la temperatura media del aire de los años 2005 a 2012.

RESUMEN HISTÓRICO ANUAL DE LA TEMPERATURA (°C)							
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
26,2	22,1	24,2	25,7	16,1	21,9	13,3	10,8

Fuente: INAMHI Estación Portoviejo.

Cuadro 4.22. Datos anuales de las temperaturas máximas, mínima y ambiente en el año 2012.

Meses	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
T.	25	26	27	27,1	26,6	25,9	24,6	24,3	24,7	24,8	23,8	26
Temperatura promedio anual (°C)										25,48		

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL.

HUMEDAD RELATIVA

Cuadro 4.23. Resumen histórico de la humedad relativa entre el año 2005 hasta el 2012.

RESUMEN HISTÓRICO ANUAL DE LA HUMEDAD RELATIVA (%)							
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
77,33	69,42	69	78,42	46,75	71,5	39,25	33

Fuente: INAMHI Estación Portoviejo.

Cuadro 4.24. Datos anuales de la humedad relativa en el año 2012.

Meses/H	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Humedad relativa	89	89	87	84	85	86	86	81	77	78	77	76
Humedad relativa promedio anual (%)										83,92		

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL.

EVAPORACIÓN

Cuadro 4.25. Resumen histórico de la evaporación desde el año 2005 hasta el 2012.

RESUMEN HISTÓRICO ANUAL DE LA EVAPORACIÓN (mm)							
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
128,82	126,44	126,44	102,72	96,43	104,76	64,22	44,21

Fuente: INAMHI Estación Portoviejo.

Cuadro 4.26. Datos anuales de la evaporación en el año 2012.

Meses/E	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct	Nov.	Dic
Evap.	71,5	80,5	122,4	123,7	104,3	103	103,1	130,6	138,7	136	139	144,9
Evaporación promedio anual (mm)										116,46		

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL.

PRECIPITACIÓN

Cuadro 4.27. Resumen histórico de la precipitación desde el año 2005 hasta el 2012.

RESUMEN HISTÓRICO ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN (mm)							
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
50,52	34,17	32,71	38,1	12,23	52,18	18,46	5,96

Fuente: INAMHI Estación Portoviejo.

Cuadro 4.28. Datos anuales de la precipitación en el año 2012.

Meses/P	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic
Precipitación	322,7	474	389,9	152,2	167,4	83,9	6,5	0	0	0,9	5,3	36,1
Precipitación promedio anual								136,575				

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL.

VELOCIDAD DEL VIENTO

Cuadro 4.29. Resumen histórico de la velocidad del viento desde el año 2005 hasta el 2012.

RESUMEN HISTÓRICO ANUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)							
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1,85	1,82	2,08	2,29	1,92	2,13	1,15	0,08

Fuente: INAMHI Estación Portoviejo.

Cuadro 4.30. Datos anuales de la velocidad del viento (km/H) en el año 2012.

Meses/V	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Velocidad del viento	426,5	500,9	519,9	469,3	396,6	427,8	448,7	608,5	632,7	585,3	799	757,7
Velocidad del viento promedio anual										547,74		

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL.

4.2.2.2 HIDROLOGÍA

El recurso hídrico más cercano a las lagunas de tratamiento de las aguas residuales, es el río Mosca y se encuentra aproximadamente a 250m de distancia, utilizado como cuerpo receptor, que en la actualidad no recibe descarga de las aguas de las lagunas. Según encuesta realizada en el área de influencia directa la población no hace uso de este recurso hídrico dentro de sus actividades.

Un estudio realizado en el 2010 sobre la calidad del agua del río Mosca, por bioindicadores señala que la calidad del agua de este cuerpo hídrico varía desde la parte alta hasta la zona baja, se reduce de buena calidad a relativamente mala. Ya que no se realiza la descarga al cuerpo receptor, estas autoras consideran que no existe contaminación directa por el funcionamiento deficiente, pero influye de manera indirecta por las aguas subterráneas.

4.2.2.3 AIRE

El área en el que se encuentra situado las lagunas presenta condiciones que lo depuran ya que existe una gran masa arbórea natural, tiene la función de barrera de contención de olores. De acuerdo a los análisis se determinó que los olores no se extienden más allá de los 20 m, desde las lagunas; y a través de la encuesta se pudo constatar que no es un problema constante ya que según encuesta aplicada a la población los olores se dan ocasionalmente.

Un contaminante del aire que se presenta en la zona de influencia, son los gases de combustión debido a la quema de residuos sólidos (basura), material de desbroce, otros y material particulado (polvo). Respecto al ruido se puede determinar que es mínimo, ya que el flujo vehicular es reducido y no se realizan actividades que generen niveles que alteren el entorno.

La calidad del aire en cuanto a los gases emitidos a la atmósfera provenientes de las lagunas, no fueron medidos, pero estas autoras consideran que debido a las cantidades indeseables de aguas residuales que se evapora, las partículas que se liberan a la atmósfera no están totalmente depuradas, influyendo en la calidad ambiental. El porcentaje de evaporación aumenta con relación a los años anteriores y en cierto sentido aumenta la contaminación. Según Rolim (2000) una repercusión de la evaporación es la concentración de los sólidos que contiene el agua almacenada.

4.2.2.4 SUELO

El uso actual del suelo se basa en la agricultura y ganadería. Para identificar las características del suelo del área de estudio se realizaron análisis de varias propiedades del suelo: textura e infiltración. Dando como resultado: Arena 64%, Limo 24% y Arcilla 12%. Dando como resultado un suelo franco arenoso. La infiltración del agua en el suelo es moderadamente rápida, el tipo de suelo favorece a la misma. No se ha comprobado, es un factor que indica que hay una posibilidad de que exista contaminación del manto freático. La calidad del suelo a partir del proceso de infiltración se deteriora y por consiguiente la calidad ambiental.

4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS

4.2.3.1 FLORA

En la zona de influencia existe una variedad de flora, destacándose las varias especies clasificadas de la siguiente manera:

Cuadro 4.30. Distribución de las especies frutales del área de influencia de las lagunas de estabilización.

Especies frutales			
Naranja (<i>Citrus aurantium L.</i>)	Mandarina (<i>Citrus nobilis loureiro</i>)	Papaya (<i>Carica papaya L.</i>),	Limón (<i>Citrus medica L.</i>),
Toronja (<i>Citrus decumana L</i>)	Mamey Serrano (<i>Mammea americana L.</i>)	Guaba (<i>Inga vera</i>)	Zapote (<i>Casimiroa edulis</i>)
Fruti pan (<i>Artocarpus altilis</i>)	Ovo (<i>Spondias purpurea</i>)		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.31. Distribución de las especies maderables encontradas en el área de influencia.

ESPECIES MADERABLES			
Pechiche (<i>Vitex gigantea</i>),	Algarrobo (<i>Prosopis affinis</i>)	Balsa (<i>Ochroma lagopus</i>)	Caimito (<i>Chrysophyllum caimito</i>)
Mate (<i>Crescentia cujete</i>),	Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Guachapelí (<i>Albizia guachapele</i>)	Pachaco (<i>Schizolobium parahybum</i>)
Teca (<i>Tectona grandis</i>)			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.32. Distribución de las especies maderables encontradas en el área de influencia.

ESPECIES PRODUCTIVAS			
Caña Guadua (<i>Guadua angustifolia</i>)	Higuerilla (<i>Rianus Comunis</i>)	Mango (<i>mangifera indica</i>),	Plátano (<i>Musa sapientum</i>)
Badea (<i>Passiflora quadrangularis</i>),	Café (<i>Coffea arabica</i>),	Maíz (<i>Zea mays</i>),	Piñón (<i>Jaropha Curcas</i>),
Cacao (<i>Theobroma cacao</i>),	Banano (<i>Musa paradisiaca</i>),	Cady (<i>Cadbosaurus</i>),	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).
Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	Nim (<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.)		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.33. Distribución de las especies de arbustos encontradas en el área de influencia.

ESPECIES DE ARBUSTOS		
Muyuyo (<i>Cordia lutea</i>)	Jaboncillo (<i>Cochlospermum vitifolium</i>)	Acasia (<i>Caesalpinia peltophoroides</i>)

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.34. Distribución de las especies de arbustos encontradas en el área de influencia.

PLANTAS MEDICINALES			
Paico (<i>Chenopodium ambrosioides</i>)	Oreganito (<i>Origanum vulgare</i>)	Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	Mastrante (<i>Lantana sprucei</i>)
Zaragoza (<i>Aristolochia odoratissima</i>)	Yanten (plantago mayor)	Hierba Luisa (<i>Aloysia triphylla</i>)	Hierbabuena (<i>Mentha spicata</i>)
Sábila <i>Aloe barbadensis miller</i>	Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)	Hierba del Espanto	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados de levantamiento de información el área posee una flora variada, destacando especies frutales tales como mangos, ovos y naranjas, especies maderables algarrobo, teca guachapelí y la caña de azúcar predomina en las especies productivas. No es posible comparar con el historial de años anteriores, y por lo tanto no se puede acelerar una conclusión de la incidencia del funcionamiento de las lagunas en la flora, ya que no existe estudio alguno de sobre la variedad de especies en la zona de estudio.

4.2.3.2 FAUNA

Dentro del área de influencia se detectaron varias especies como las que se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.35. Distribución de la fauna que rodea las lagunas.

CLASIFICACIÓN DE LA FAUNA				
Reptiles	Mamíferos	Aves	Arácnidos	Anfibios
Serpientes	Gatos	Garza (<i>Árdea herodias</i>)	arañas (<i>Polybetes Pythagoricus</i>)	Sapos
iguanas (<i>Iguana iguana</i>)	Cerdos	Pericos (<i>Brotogeris pyrhopterus</i>)		Ranas
	Vacas	garrapatero (<i>Crotophaga ani</i>)		
	Perros	Pollas de agua (<i>Gallinula Chloropus</i>)		
	zari güeyas (<i>Didelphis marsupialis</i>)	Azulejo (<i>Thraupis coclestis spix</i>)		
		Palomas Frijoleras (<i>Columbiformes</i>)		

Se hizo el levantamiento de la especies de fauna existente en el área de estudio, al igual que en la flora, no es posible comparar los resultados actuales con otras referencias y determinar el deterioro de la calidad ambiental en este componente.

4.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES SOCIOECONÓMICOS

Cuadro 4.36. Caracterización de los componentes socioeconómicos.

POBLACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	El área contigua a las lagunas, es medianamente poblada, la densidad de la población es baja. Según encuesta realizada el número de habitantes del área de influencia directa se estima entre 80 personas. Finalmente, es necesario mencionar que adyacente a las lagunas se encuentra el Colegio Francisco Daza, el cual posee un número de 200 estudiantes
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	En lo que respecta a estos sistemas, el área de influencia directa no dispone de este servicio, utilizando los comúnmente llamados pozos sépticos como método de disposición de las aguas residuales domésticas.
AGUA POTABLE	La falta de agua potable dentro de esta zona hace que la población afectada se sirva de los pozos someros para suministrarse de este servicio básico.
SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	En vista de que actualmente la recolección de residuos sólidos abarca toda la zona urbana, el sector del área de influencia directa e indirecta recibe este servicio básico.
VIVIENDAS	Se localizan viviendas tipo fincas, que disponen de áreas grandes en relación a las personas que las ocupan; se cuantificaron un total de 20 viviendas dentro del área de influencia directa, de construcción mixta.
SALUD	La población del área de influencia directa se ve azotada por malestares comunes.

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió al realizar el levantamiento de la línea base en cuanto al entorno natural y social, y la identificación de las causas y efectos del funcionamiento de las lagunas.

Cuadro 4.37. Identificación de las causas, efectos y medios de verificación del funcionamiento de las lagunas.

CAUSAS	EFEECTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
ADMINISTRATIVOS		
Falta de un diseño técnico	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Visitas de campo Reuniones GAD Junín
Falta de personal técnico para el manejo de las lagunajes	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Reuniones GAD Visitas de campo
Falta de registros de todos los acontecimientos relacionados con la operación y el mantenimiento de las lagunas	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Visitas de campo
Ausencia de equipo de protección personal	Enfermedades	Visitas de campo
TÉCNICOS Y AMBIENTALES		
Diseño de lagunajes inadecuado	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico.	Visitas de campo Consulta información GAD
Tratamientos ineficientes de las aguas residuales	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Medición de caudal, cálculos de la eficiencia de las lagunas
Fangos sin tratamiento	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Visitas de campo, lagunazas azolvadas
agua almacenada, sin descarga a un cuerpo receptor	Alteración de la calidad del aire, suelo	Visitas de campo, Fotografías
LEGALES		
Parámetros físicos, químicos y microbiológicos que no cumplen con la legislación ambiental	Alteración del medio físico, biótico y socioeconómico	Análisis físicos – químicos y bacteriológicos, laboratorio Cecceca
Falta de licencia ambiental de funcionamiento	Conflictos legales, organismos reguladores	Revisión de documentación GAD Junín

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS

Las lagunas de estabilización de la ciudad de Junín en la fase de operación contemplan 7 actividades, las mismas que genero 80 interacciones identificadas, 31 corresponden al medio físico, 35 al medio biótico, 7 interacciones al medio

socioeconómico y 7 al paisaje; determinando que del total analizadas 79 son negativas y 1 positiva producida generalmente por la limpieza de las áreas externas de las lagunas.

Cuadro 4.38. Matriz de identificación de actividades y factores ambientales de las lagunas de estabilización.

ACTIVIDADES	ACTIVIDADES DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS								AFECTACIONES	AFECTACIONES
	Operación de la estación de bombeo	Separación de sólidos gruesos	Tratamiento de las aguas residuales	Separación del tratamiento de lodos	Limpieza del área externa	Limpieza o desazolve	Descarga de aguas residuales	AFECTACIONES		
F(x)= fact. ambiental										
ABIOTICOS										
AGUA										
Calidad del agua superficial		X	X	X	X	X	X	0	6	
Calidad del agua subterránea		X	X	X	X	X	X	0	6	
SUELO										
Calidad del suelo		X	X	X	X	X	X	0	6	
Geología y geomorfología		X	X	X	X	X	X	0	6	
AIRE										
Calidad	X	X	X	X		X	X	0	6	
Ruido y vibraciones	X							0	1	
COMPONENTE BIOTICO										
FLORA										
Diversidad y abundancia	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
Especies nativas	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
FAUNA										
Mamíferos	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
Aves	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
Réptiles	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
SOCIOECOMICO										
Salud Poblacional	X	X	X	X	+	X	X	1	6	
MEDIO PERCEPTIBLE										
Paisaje	X	X	X	X	X	X	X	0	7	
Afectaciones positivas	0	0	0	0	1	0	0	1		
Afectaciones negativas	9	12	12	12	10	12	12		79	

Fuente: Elaboración propia.

IMPACTOS A LOS FACTORES ABIÓTICOS

En el cuadro 4.35. Se determinó que durante el funcionamiento de las lagunas de estabilización que el factor abiótico de mayor afectación es el recurso suelo con (-80), agua (-74) y el aire (-32).

El suelo es el recurso más afectado, seguido del recurso agua debido a la falta de un diseño técnico en la construcción de las lagunas, no cuenta con geomembranas, agua almacenada sin descarga a un cuerpo receptor, lo que de acuerdo al tipo de suelo franco arenoso, permite una infiltración moderadamente rápida alterando la calidad del suelo y del agua superficial y subterránea.

Otros de los factores afectados es el recurso aire, esto debido al funcionamiento de la estación de bombeo y el deficiente tratamiento en el proceso.

IMPACTOS A LOS FACTORES BIÓTICOS

La fauna (-57) es el factor biológico más perturbado, producto de la tala indiscriminada del bosque nativo del sector, ocasionando la ausencia de las especies más sensibles. La flora (-35) es afectada debido a la necesidad de realizar excavaciones sin una técnica adecuada.

IMPACTOS AL FACTOR SOCIOECONÓMICO

El Factor socioeconómico (-48) se ve afectado negativamente en la salud poblacional, malos olores, presencia de insectos, roedores y problemas de infecciones por insalubridad, cabe indicar que 1 impacto positivo es la limpieza de las áreas externas a las lagunas.

IMPACTOS AL MEDIO PERCEPTUAL

El medio perceptual (- 63) este se vio alterado debido a las excavaciones sin un diseño adecuado y debido a la ausencia de la flora y fauna del sector.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo con los resultados, analizados y discutidos previamente, se establece la aceptación de la hipótesis de que el funcionamiento de las lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales municipales de la ciudad de Junín, determina el deterioro en la calidad ambiental del área de intersección.

4.3 ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

El programa de Gestión ambiental parte de los resultados obtenidos en los procesos de diagnóstico, definiendo medidas que permitan afrontar dichos impactos para contrarrestar el deterioro de la calidad ambiental que se está presentando, debido al funcionamiento inadecuado de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Junín.

4.3.1 MEDIDAS AMBIENTALES

Rediseño de las lagunas

Para mejorar el tratamiento de las aguas residuales es necesario un rediseño de las lagunas de estabilización, en el cual se consideren los criterios técnicos de diseño y criterios ambientales para su correcto funcionamiento.

- Datos de la población actual y futura.
- Caudal de aguas residuales.

- Diseño de sistema de tratamiento que contemple, los tratamientos preliminares, primer y segundo tratamiento.
- Diseños de verdaderas lagunas de estabilización como tratamiento secundario.

4.3.2 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Para la prevención y control de la contaminación del suelo del área de influencia directa de las lagunas es importante tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

Medidas

- Impermeabilización de las lagunas actuales.
- Tratamiento adecuado y disposición final de lodos.

4.3.3 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua es uno de los recursos más susceptible a la contaminación, por lo tanto se debe considerar todo tipo de medida para controlar y mitigar los impactos ambientales producidos.

Medidas

- Colocación de geomembranas en las lagunas y realizar una asistencia técnica y mantenimiento permanente de las mismas.
- Realizar Monitoreo de los parámetros físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales de las lagunas.

4.3.4 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Esta medida da las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generan por efecto de los malos olores, ruidos y vibraciones que se generan de las actividades de las lagunas.

Medidas

- Ejecutar los trabajos con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, para lo cual se debe realizar control de la calidad de olores, humos, quemas incontrolados.
- Mantenimiento de la estación de bombeo.

4.3.5 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA NATIVA

Para cumplir con este programa se debe hacer un manejo racional para la conservación de su hábitat, por lo que se debe actuar con los criterios técnicos para evitar las pérdidas en su totalidad de especies tanto de flora como de fauna.

Medidas

- Evitar la quema de residuos, vegetación y tala indiscriminada de arboles.
- No utilizar agroquímicos especialmente herbicidas.
- Se evitará en todo caso causar la pérdida de la vegetación en flancos del río mosca o lagunas.

4.3.6 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD

Con la aplicación de este programa se pretenden mitigar los riesgos que afecten a la salud de la población del área de influencia directa y el personal operativo que labora en las lagunas.

Medidas

- Socialización del funcionamiento de las lagunas y los impactos que estas generan.
- Cumplir con un plan de acción para el funcionamiento de las lagunas.
- Evitar el ingreso de personas extrañas al área donde funcionan las lagunas
- Establecer medidas de higiene.
- Siembra de árboles en el entorno a las lagunas como barreras de protección.
- Manejo técnico y ambiental de las lagunas de estabilización.
- Utilización de Equipo de protección al personal operativo.

COSTOS

Los trabajos que se realicen para cumplir con el Programa de Gestión Ambiental, deben ser asumidos por el GAD Junín dentro de su presupuesto económico anual.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El tratamiento de las aguas residuales, no funciona de manera correcta, a pesar de existir depuración de los componentes del agua, se determinan niveles bajos de eficiencia del tratamiento, 30% respecto a la DQO, DBO₅, ST. Y valores nulos en la remoción de agentes patógenos, coliformes fecales. Las causas de la deficiencia del tratamiento se debe a los procesos, operaciones; ya que la planta no posee tratamientos preliminares, no se realizan desalojos de lodos, no cuentan con impermeabilización, la laguna facultativa no se encuentra en funcionamiento, no se realizan las respectivas descargas al cuerpo receptor, entre otras fallas operativas. Los datos actuales corresponden a parámetros diferentes con los que las lagunas fueron diseñados, han sido reestructuradas de manera anti-técnica considerándolas como excavaciones, más no lagunas de estabilización.
- La calidad ambiental del área de intersección, es afectada por el funcionamiento inadecuado de las lagunas de estabilización, siendo los recursos, suelo, aguas subterráneas y el medio perceptual los de mayor afectación.
- Se logro elaborar un Programa de Gestión Ambiental para las lagunas de estabilización con el fin de mejorar el tratamiento de las aguas residuales municipales y de minimizar los impactos ambientales del área de intersección.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda rediseñar las lagunas para el tratamiento de las aguas residuales, ya que el actual no corresponde a criterios técnicos y ambientales, se han construido de manera arbitraria.
- Realizar un diagnostico mas profundo de los componentes ambientales del área de influencia directa e indirecta a las lagunas de estabilización, con el fin de determinar otras afectaciones al entorno.
- Aplicar y cumplir con el Programa de Gestión Ambiental especialmente a lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación del suelo y aguas subterráneas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcarria, M. 2005. Evaluación Tecnológica de los Biorreactores de Membrana. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2738/1/37258-1.pdf>
- Antonio, M. y Rondón, A. 2007. Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas, para las poblaciones de Morichalito y San José de Morichalito, ubicado en el municipio Cedeño estado Bolívar. (En línea). Consultado en mayo del 2012. Formato PDF. Disponible en: <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/271/1/Tesis-IC007-R70.pdf>
- Bañuelos, J. 2002. Una metodología para la evaluación de impactos ambientales de lagunas de estabilización. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-025.pdf>
- Berrocal k. 2002. Evaluación físico-química y microbiológica del sistema de tratamiento de aguas residuales en la planta Santa María del Beneficio F.J. Orlich ubicado en Orosi. . (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/185/final2.pdf?sequence=1>
- Cárdenas, J. *et, al.* 2010. Estudio de impacto ambiental ex-post definitivo del sistema de tratamiento de aguas residuales municipales de la ciudad de Portoviejo. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: www.edpacif.net/EIA%20EXPOST%20%20EDPACIF%2022.pdf
- CEPIS. 1999. Propuesta metodológica evaluación de lagunas de estabilización. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031278/031278-a.pdf>
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2007. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de lagunas de estabilización. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>

Conesa, V. 2009. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Volumen 4. Mundi-Prensa Barcelona. p169

Cuba, F. 2003. Potabilización. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://www.proapac.org/publicaciones/sm/Mod09.pdf>

Crites y Tchobanoglous, 2000. Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. Colombia. Tomo 1 Mc Graw Hill Interamericana, S.A. p 42, 44,46, 58, 67.

DGAR – GPM. (Dirección De Gestión Ambiental y Riesgo Del Gobierno Provincial de Manabí). 2012. Informe de inspección de la provincia de Manabí. Consultado en Julio 2012. Formato PDF. Documento no publicado.

Domínguez, J. 2008. Calidad del agua superficial. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/hu nt/SubCap%201.7%20Calidad%20de%20Agua.pdf>

El Diario- Ecuador. 2011. Se declara emergencia sanitaria en el cantón Junín. El Diario, Manabí, EC. Jul, 11. (En línea). Consultado en Julio 2012. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Se%20declara%20emergencia%20sanitaria%20en%20el%20cant%C3%B3n%20%202011-07-20%20%20El%20Diario%20-%20Ecuador.htm>

Félez, M. 2009. Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6263/4/03_Mem%C3%B2ria.pdf

- GAD Junín (Gobierno Autónomo Descentralizado). 2011. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.
- García, Z. 2012. Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: http://www.lima-water.de/documents/zgarcia_tesis.pdf
- García, E. 2009. Manual practico de saneamiento en poblaciones rurales. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://www.fcpa.org.pe/archivos/file/DOCUMENTOS/5.%20Manuales%20de%20proyectos%20de%20infraestructura/Manual%20de%20saneamiento%20en%20poblaciones%20rurales.pdf>
- Grazia, M. 2010. Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. Formato PDF. Consultado en mayo 2013. Disponible en: http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf
- Guamán, H. 2010. Evaluación ecológica rápida para la priorización de áreas estratégicas y restauración vegetal en las parroquias Yanayacu y Rumipamba (Cantón Quero, provincia de Tungurahua). (En línea). Consultado en Julio 2012. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/714/1/33T0069%20Guam%C3%A1n%20Hilda.pdf>
- Hudson, N. 1997. Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. p 57, 58
- ICA. 2003. Características de las aguas residuales. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc003/CAPITULO2.pdf

- Jiménez, G. 2012. Presencia de Nitritos en aguas. (En línea). Consultado en agosto 2012. Disponible en: <http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/03aguas.html>
- Kiely, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid-España. Mc Graw Hill. V2, p 671.
- Landon, J. 1984. Tropical Soil Manual. Booker Agriculture. International Limited. Londres, 1984
- León y Oñate. s.f. Hidrología. (En línea). Consultado en Julio 2012. Disponible en: <http://www.fronate.pro.ec/fronate/wp-content/media/manual-de-laboratorio-de-hidrologia.pdf>
- Memoria técnica del alcantarillado sanitario para la ciudad de Junín. 1997. P1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14,15.
- MINAET. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. 2010. Programa de Calidad Ambiental. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2013. Disponible en:
- Mota, A. 2011. TEMA 8. Química de las aguas naturales. Tratamiento de aguas residuales. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: <http://www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema08.pdf>
- Moreno, T. 2010. Estudio de Impacto Ambiental Expost o Auditoria Ambiental Inicial.
- Mujerriego 1990 y Metcalf y Eddy 1991. Citados por Kestle, P. 2004. "Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. (En línea). Formato PDF. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf
- Orozco, A. (2005). Bioingeniería de aguas residuales. Teoría y diseño. Ed. Rev. p 326, 376, 378.

- Orta, I, Chang, J. (2007). Evaluación de Impactos Ambientales del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización "Valle Alto II", Aplicando Modelo de Simulación para las Descargas del Efluente. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. Xx, N. xx, pp-pp
- Rolim, S. (2000). "Sistemas de lagunas de estabilización". Editorial Mc. Graw Hill
- Romero, J. (1999). "Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización". Editorial Alfaomega. Primera y tercera Edición.
- Romero, J. (2000). "Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Primera Edición. p 70, 157, 158.
- Rodríguez, A. (2009). Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades. Capítulo IV. Lagunas de estabilización. (En línea). Formato PDF. Consultado en agosto 2012. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/Capitulo4.pdf>
- Salazar, S. (s.f.). Estado actual del tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales en el Ecuador. (En línea). Consultado en Julio 2012. Disponible en: <http://carlos.redes.org.ec/articulo%20estado%20actual%20de%20aguas%20residuales%20domesticas%20y%20municipales%20en%20el%20ecuador.ht>
- Silva, J. (2004). Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la universidad de Piura. (En línea). Formato PDF. Consultado en mayo 2013. Disponible en: http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1189/IC1_119.pdf?sequence=1
- TULAS (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria). (2003). Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

ANEXOS

ANEXO 1



Estación de bombeo

ANEXO 2



Caja de recepción del agua residual en la estación de bombeo

ANEXO 3



Control de descarga (Chek)

ANEXO 4



Cajón de Llegada

ANEXO 5



Excavación 1 (laguna facultativa)

ANEXO 6



Canal de transporte del agua residual

ANEXO 7



Excavación 2 (laguna de maduración)

ANEXO 8



Excavación 3 (laguna nueva #1)

ANEXO 9



Medición de caudal en la estación de bombeo (horas de la mañana y noche)

ANEXO 10



Medición de caudal en el canal de conducción del agua residual (horas de la mañana y noche)

ANEXO 11



Medición de caudal en la salida de la excavación 2, entrada a la excavación 3

ANEXO 12



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

"CE.SE.C.CA."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35682

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO DIRECCIÓN: JUNIN ESPECIE: N/A TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO No. CAJAS: N/A UNIDADES/PESO: 1/3003ml MARCA: N/A TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL	FECHA MUESTREO: N/A FECHA DE INGRESO: 17/07/2013 FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013 FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013 FACTURA: 15553 ORDEN: 35682 PAIS DE DESTINO: N/A
--	--

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBO5	M#1 ENTRADA A LA LAGUNA DE ESTABILIZACION	mg/Lt	251,00	-	Max. 250 mg/lt	PEE/CESECCA/Q027 STANDARD METHOD
DOO		mg/Lt	649,96	-	Max. 500 mg/lt	PEE/CESECCA/Q028 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lt	PEE/CESECCA/Q032 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,03	-	-	PEE/CESECCA/Q037 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	300,00	-	-	PEE/CESECCA/Q039 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	201,00	-	Max. 220 mg/lt	PEE/CESECCA/Q045 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	1630,75	-	Max. 1600 mg/lt	PEE/CESECCA/Q047 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable


 Eng. Amalio Alcivar Cuadras
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA




 Ing. Leonor Vizuete Gaibor, MBA
 Directora General
 CESECCA

Caracterización físico –química del agua residual al ingreso de las excavaciones,
 en horas de la mañana

ANEXO 13



CESECCA

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35683

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO

ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO

DIRECCIÓN: JUNIN

ESPECIE: N/A

TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO

No. CAJAS: N/A

UNIDADES/PESO: 1/3003ml

MARCA: N/A

TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL

FECHA MUESTREO: N/A

FECHA DE INGRESO: 17/07/2013

FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013

FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013

FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013

FACTURA: 15553

ORDEN: 35683

PAIS DE DESTINO: N/A

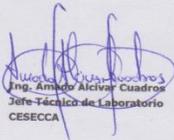
ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBOS	M#2 SALIDA DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION	mg/Lt	90,00	-	Max. 250 mg/lit	PEE/CESECCA/QC/27 STANDARD METHOD
DQO		mg/Lt	239,76	-	Max. 500 mg/lit	PEE/CESECCA/QC/28 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lit	PEE/CESECCA/QC/62 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,09	-	-	PEE/CESECCA/QC/87 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	110,00	-	-	PEE/CESECCA/QC/60 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	75,00	-	Max. 220 mg/lit	PEE/CESECCA/QC/45 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	1166,55	-	Max. 1600 mg/lit	PEE/CESECCA/QC/47 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

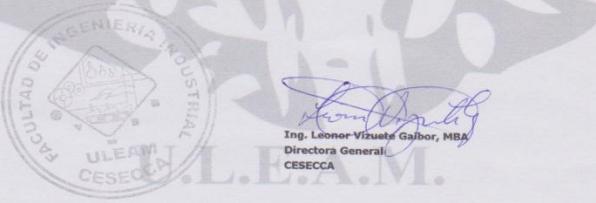
N/A: No aplica
ND: No detectable



Ing. Amador Alcivar Cuadros
Jefe Técnico de Laboratorio
CESECCA



Ing. Leonor Vizueta Galbor, MBA
Directora General
CESECCA



MC2201-10

Dir: Cdla. universitaria Km. 1 Vía Manta - San Mateo - Telefax: 593-5-269053 / 2611343 / 2613151
E-mail: cesecca@uleam.edu.ec / uleam.cesecca@yahoo.com
Manta - Manabí - Ecuador

Página 1 de 1

Caracterización físico –química del agua residual a la salida de la segunda excavación, entrada a la tercera, en horas de la mañana

ANEXO 14



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35684

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO DIRECCIÓN: JUNIN ESPECIE: N/A TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO No. CAJAS: N/A UNIDADES/PESO: 1/3003ml MARCA: N/A TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL	FECHA MUESTREO: N/A FECHA DE INGRESO: 17/07/2013 FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013 FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013 FACTURA: 15553 ORDEN: 35684 PAIS DE DESTINO: N/A	
---	--	--

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBOS	M#3 SALIDA DE LA SEGUNDA LAGUNA	mg/Lt	110,00	-	Max. 250 mg/lit	PEE/CESECCAQC27 STANDARD METHOD
DQO		mg/Lt	289,38	-	Max. 500 mg/lit	PEE/CESECCAQC28 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lit	PEE/CESECCAQC32 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,07	-	-	PEE/CESECCAQC37 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	330,00	-	-	PEE/CESECCAQC50 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	117,00	-	Max. 220 mg/lit	PEE/CESECCAQC45 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	1275,91	-	Max. 1600 mg/lit	PEE/CESECCAQC47 STANDARD METHOD

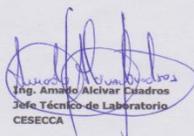
Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

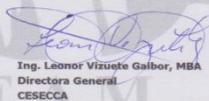
Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no deber ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable


 Ing. Amato Alchivar Cifuentes
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA




 Ing. Leonor Vizcaino Galbor, MBA
 Directora General
 CESECCA

Caracterización físico –química del agua residual al final de la tercer excavación, en horas de la mañana

ANEXO 15



CESECCA

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

"CE.SE.C.CA."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35686

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO
ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO
DIRECCIÓN: JUNIN
ESPECIE: N/A
TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO
No. CAJAS: N/A
UNIDADES/PESO: 1/3003ml
MARCA: N/A
TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL

FECHA MUESTREO: N/A
FECHA DE INGRESO: 17/07/2013
FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013
FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013
FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013
FACTURA: 15553
ORDEN: 35686
PAIS DE DESTINO: N/A

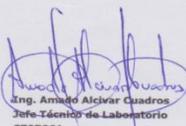
ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBOS	M#1 ENTRADA A LA LAGUNA DE ESTABILIZACION	mg/Lt	120,00	-	Max. 250 mg/lit	PEE/CESECCA0027 STANDARD METHOD
DOO		mg/Lt	335,69	-	Max. 500 mg/lit	PEE/CESECCA0028 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lit	PEE/CESECCA0032 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,08	-	-	PEE/CESECCA0037 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	180,00	-	-	PEE/CESECCA0050 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	170,00	-	Max. 220 mg/lit	PEE/CESECCA0045 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	918,00	-	Max. 1600 mg/lit	PEE/CESECCA0047 STANDARD METHOD

Observaciones:

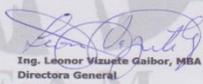
Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

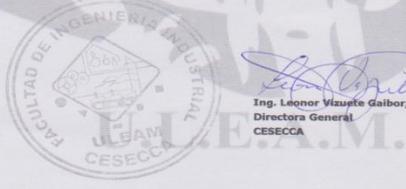
N/A: No aplica
 ND: No detectable



Ing. Amado Alcivar Cuadros
Jefe Técnico de Laboratorio
CESECCA



Ing. Leonor Vizueta Gaibor, MBA
Directora General
CESECCA



MC2201-10

Dir: Cda. universitaria Km. 1 Vía Manta - San Mateo - Telefax: 593-5-269053 / 2611343 / 2613151
 Fecha: Mayo 2013
 E-mail: cesecca@uleam.edu.ec / uleam.cesecca@yahoo.com
 Manta - Manabí - Ecuador

Página 1 de 1

Caracterización físico –química del agua residual al ingreso de las excavaciones,
en horas de la tarde

ANEXO 16



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD "CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35687

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO
ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO
DIRECCIÓN: JUNIN
ESPECIE: N/A
TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO
No. CAJAS: N/A
UNIDADES/PESO: 1/3003ml
MARCA: N/A
TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL

FECHA MUESTREO: N/A
FECHA DE INGRESO: 17/07/2013
FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013
FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013
FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013
FACTURA: 15553
ORDEN: 35687
PAIS DE DESTINO: N/A

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBOS	M#2 SALIDA DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION	mg/Lt	95,00	-	Max. 250 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/27 STANDARD METHOD
DQO		mg/Lt	241,41	-	Max. 500 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/28 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/32 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,06	-	-	PEE/CESECCA/QC/37 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	90,00	-	-	PEE/CESECCA/QC/50 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	77,00	-	Max. 220 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/45 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	1200,00	-	Max. 1600 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/47 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Amado Alcivar Cuadros
Jefe Técnico de Laboratorio
CESECCA



Ing. Leonor Viquele Galbor, MBA
Directora General
CESECCA

MC2201-10

Dir: Cdla. universitaria Km. 1 Vía Manta - San Mateo • Teléfono: 593-5-269053 / 2611343 / 2613151
E-mail: cesecca@uleam.edu.ec / uleam.cesecca@yahoo.com
Manta - Manabí - Ecuador

Página 1 de 1

Caracterización físico –química del agua residual a la salida de la segunda excavación, entrada a la tercera, en horas de la tarde.

ANEXO 17



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD "CE.SE.C.CA."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35688

CLIENTE: SRA. CARLINA BRAVO
ATENCIÓN: SRA. CARLINA BRAVO
DIRECCIÓN: JUMIN
ESPECIE: N/A
TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO
No. CAJAS: N/A
UNIDADES/PESO: 1/3003ml
MARCA: N/A
TIPO DE PRODUCTO: AGUA RESIDUAL

FECHA MUESTREO: N/A
FECHA DE INGRESO: 17/07/2013
FECHA INICIO DE ENSAYO: 17/07/2013
FECHA FINALIZACION ENSAYO: 25/07/2013
FECHA EMISION RESULTADOS: 26/07/2013
FACTURA: 15553
ORDEN: 35688
PAIS DE DESTINO: N/A

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBOS	M#3 SALIDA DE LA SEGUNDA LAGUNA	mg/Lt	70,51	-	Max. 250 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/27 STANDARD METHOD
DQO		mg/Lt	186,83	-	Max. 500 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/28 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Lt	ND	-	Max. 100 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/32 STANDARD METHOD
NITRITO		mg/Lt	0,03	-	-	PEE/CESECCA/QC/37 STANDARD METHOD
TURBIDEZ		FAU	130,00	-	-	PEE/CESECCA/QC/50 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Lt	106,00	-	Max. 220 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/45 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES		mg/Lt	1115,00	-	Max. 1600 mg/lt	PEE/CESECCA/QC/47 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Amado Alcivar Cuadros
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA



Ing. Leonor Vizuete Gaibor, MBA
 Directora General
 CESECCA

Caracterización físico –química del agua residual al final de la tercer excavación, en horas de la tarde.

ANEXO 18

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA ÁREA
AGROPECUARIA

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	
SEÑOR: KATIUSCA PERALTA PALACIOS	REGISTRO: 058
DIRECCIÓN: CALCETA	TELF: 0981239109
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 17 DE JULIO DEL 2013	
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: 19 DE JULIO DEL 2013	
MUESTRA RECIBIDAS: 6 MUESTRAS DE AGUA RESIDUALES	
EXAMEN (S) SOLICITADO (S): 6 NMP EN AGUA	
OBSERVACIONES: EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA POR LA TOMA Y TRASLADO DE LAS MUESTRA.	

WWW.ESPAM.EDU.EC

RESULTADOS

MUESTRA 1 (ENTRADA LAGUNA)

NMP (16×10^3) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

MUESTRA 2 (SALIDA LAGUNA)

NMP (16×10^3) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

MUESTRA 3 (SALIDA LAGUNA 2)

NMP (16×10^3) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

Dirección: Av.10 de AGOSTO N° 82 y GRANDA CENTENO. Telefaxes 593-052 685 134/156/035/048
CALCETA - ECUADOR

Caracterización microbiológica del agua residual en los tres puntos de monitoreo, en horas de la mañana.

ANEXO 19

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



MUESTRA 1

NMP (16×10^3) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

MUESTRA 2

NMP (16×10^3) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

MUESTRA 3

NMP (16) Coliformes fecal c/d 100 ml de Agua
Grupo Aislado= Escherichia coli

WWW.ESPAM.EDU.EC



Blgo. Johnny Navarrete A.
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

M.V. Erick Larrea M.
TÉCNICO DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

Dirección: Av.10 de AGOSTO N° 82 y GRANDA CENTENO. Telefaxes 593-052 685 134/156/035/048
CALCETA - ECUADOR

Caracterización microbiológica del agua residual en los tres puntos de monitoreo, en horas de la tarde.

ANEXO 20



Pruebas de evaporación

ANEXO 21



Pruebas de infiltración

ANEXO 22



Componentes bióticos del área de influencia (Flora)

ANEXO 23



Levantamiento de información del factor socioeconómico del área de influencia
(Encuesta realizada a la población)