



CONTENIDO GENERAL

Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnología a implementarse con la identificación de las áreas geográficas a ser intervenidas

1.1	RESUMEN EJECUTIVO.....	7
1.1.1	Antecedentes	7
1.1.2	Objetivos	7
1.1.3	Demanda de recursos naturales.....	7
1.1.4	Análisis de alternativas	8
1.1.5	Inventario Forestal.....	8
1.1.6	Área de influencia.....	9
1.1.7	Análisis de riesgos	9
1.1.8	Evaluación de impactos socioambientales.....	10
1.1.9	Plan de Manejo Ambiental.....	10
1.2	FICHA TÉCNICA.....	12
1.3	ABREVIATURAS Y SIGLAS	16
1.4	ANTECEDENTES	21
1.5	Objetivos del estudio.....	25
1.5.1	Objetivo general.....	25
1.5.2	Objetivo específico	25
1.6	Alcance del estudio	26
1.6.1	Alcance Legal.....	26
1.6.2	Alcance técnico	26
1.6.3	Alcance Geográfico	26
1.7	MARCO LEGAL	28



1.8	DETERMINACIÓN DEL ÁREA REFERENCIAL DEL PROYECTO...	43
1.9	Descripción de actividades.....	43
1.9.1	Fase de construcción	43
1.9.1.1	Periodo de diseño.....	44
1.9.1.2	Área de diseño del alcantarillado	44
1.9.1.3	Densidad y población de diseño	46
1.9.1.4	Dotación de diseño.....	48
1.9.1.5	Caudal de diseño	48
1.9.2	Especificaciones hidráulicas de diseño.....	49
1.9.2.1	Velocidades mínimas	49
1.9.2.2	Velocidades máximas.....	49
1.9.2.3	Esfuerzo cortante	50
1.9.2.4	Tirante de agua	50
1.9.2.5	Criterios generales de diseño	51
1.9.2.6	Perfiles hidráulicos.....	52
1.9.3	Diseño del sistema de pre tratamiento.....	52
1.9.3.1	Estructura de llegada	52
1.9.3.2	Canaletas Parshall de Flujo Libre.....	52
1.9.3.3	Desarenador rectangular	54
1.9.3.4	Carga en el canal (Hc)	56
1.9.3.5	Rejilla.....	57
1.9.3.6	Canal de aproximación antes de la rejilla	58
1.9.4	Diseño del sistema de tratamiento	59
1.9.4.1	Fundamentos para el dimensionamiento de lagunas de estabilización.....	59



1.9.4.1.1	Clasificación en función del lugar.....	59
1.9.4.1.2	Clasificación de acuerdo con la secuencia de las unidades de tratamiento	59
1.9.4.1.3	Lagunas Anaerobias.....	60
1.9.4.1.4	Lagunas Facultativas	61
1.9.4.1.5	Lagunas de Maduración o Pulimiento.....	63
1.9.4.2	Hidráulica de sistemas lagunares	63
1.9.4.2.1	Mezcla	63
1.9.4.2.1.1	Patrones de caudal y mezcla en lagunas de estabilización.....	64
1.9.4.3	Forma de la laguna	65
1.9.4.3.1	Entradas y salidas de flujo en lagunas de estabilización	65
1.9.4.4	Bases teóricas para diseño de lagunas de estabilización	65
1.9.4.4.1	Características de las Aguas Residuales.....	67
1.9.4.4.2	Conceptos básicos de diseño.....	69
1.9.4.4.3	Diseño del sistema lagunar.....	70
1.9.4.4.3.1	Diseño de laguna anaerobia	71
1.9.4.4.3.2	Diseño de Laguna Facultativa con 1 Mamparas.....	74
1.9.4.4.3.3	Diseño de Laguna de Maduración con 1 Mamparas:	77
1.9.4.5	Obras de construcción.....	81
1.9.4.5.1	Lagunas facultativas	81
1.9.4.5.2	Laguna de maduración.....	81
1.9.4.6	Actividades complementarias	82
1.9.4.6.1	Excavación de Zanjas.....	82
1.9.4.6.2	Desalijos	82
1.9.4.6.3	Relleno compactado.....	83



1.9.4.6.4	Instalación de Tubería	83
1.9.4.6.5	Cronograma de ejecución de actividades.....	84
1.9.4.7	Equipos y maquinarias.....	92
1.9.4.8	Predicción de la generación de desechos	93
1.9.4.9	Fuentes contaminantes	94
1.9.5	Etapas de operación y mantenimiento.....	95
1.9.5.1	Estado actual	96
1.9.5.2	Eficiencia.....	96
1.9.5.3	Manejo de lodos residuales	97
1.9.5.4	Flujograma del proceso generador	98
1.9.5.5	Procedimiento de obtención de lodos	98
1.9.5.6	Deshidratación de lodos generados	99
1.9.5.6.1	Lecho de secado.....	99
1.9.5.7	Estabilización alcalina de lodos	100
1.9.5.8	Disposición final de lodos.....	101
1.9.5.8.1	Lodos considerados no peligrosos.....	101
1.9.5.8.2	Lodos con componentes peligrosos.....	102
1.9.5.9	Ubicación del sistema de tratamiento y punto de descarga.....	102
1.9.5.10	Generación de desechos.....	103



CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1-1. Coordenadas del área de geográficas	21
Tabla 1-2. Coordenadas del área de geográficas	22
Tabla 1-3. Coordenadas de ubicación del proyecto AASS Comuna Rio Verde .	44
Tabla 1-4. Datos de para proyección.....	46
Tabla 1-5. Densidad y población futura	47
Tabla 1-6. Muestra rangos de caudales para Canaletas Parshall con flujo libre	52
Tabla 1-8. Diseño de rejillas.....	57
Tabla 1-9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	66
Tabla 1-10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	70
Tabla 1-11. Detalles del caudal inicial	71
Tabla 1-12. Ciclo de vida del sistema lagunar	80
Tabla 1-13. Dimensiones del sistema lagunar	81
Tabla 1-14. Cronograma de la Etapa de construcción	85
Tabla 1-15. Detalle de equipos y maquinarias	92
Tabla 1-16. Predicción de Desechos Generados – Fase de Construcción.....	93
Tabla 1-17. Tipo de descargas-emisiones en la fase de construcción	94
Tabla 4-18. Ubicación de los Puntos de Muestreo para calidad del agua	102
Tabla 4-19. Predicción de desechos generados en la fase operativa	103



CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación geográfica.....	27
Figura 1-2. Mapa político.....	43
Figura 1-3. Área del proyecto de AASS Comuna Rio Verde	44
Figura 1-4. Muestra caudal versus carga, en el canal del desarenador aguas arriba de una canaleta Parshall, con determinado ancho de garganta.....	53
Figura 1-5. Muestra Dimensionamiento de medidores Parshall.....	53
Tabla 1-6. Dimensiones típicas de Medidores Parshall	54
Figura 1-7. Secuencia de las unidades de tratamiento	60
Figura 1-8. Proceso de la laguna aerobia.....	61
Figura 1-9. Proceso de lagunas facultativas.....	62
Figura 1-10. Ingreso y Salida en lagunas facultativas.....	62
Figura 1-11. Flujo en las áreas facultativas.....	64
Figura 1-12. Sistema lagunar	81
Figura 1-13. Flujo de ruta de los lodos depuradores	98
Figura 1-14. Esquema de lecho de secado	100
Figura 1-15. Ubicación del punto tentativo de descarga.....	103



1.1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1.1 Antecedentes

Por consiguiente, el operador EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP, inicia el proceso de regularización ambiental a través de la plataforma SITEAA, del cual registra el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, del cual la actividad principal CIU es *Servicio público de gestión de sistemas de alcantarillado y de instalaciones de tratamiento de aguas residuales; recolección y transporte de aguas residuales humanas o industriales de uno o diversos usuarios, así como de agua de lluvia, por medio de redes de alcantarillado, colectores, tanques y otros medios de transporte (camiones cisterna de recogida de aguas negras, etcétera); vaciado y limpieza de pozos negros y fosas sépticas, fosos y pozos de alcantarillados; mantenimiento y limpieza de cloacas y alcantarillas, incluido el desatasco de cloacas*, correspondiente a un trámite de licencia ambiental.

Se emite el CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN CON EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP), PATRIMONIO FORESTAL NACIONAL Y ZONAS INTANGIBLES Y CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA. El proceso de Regularización Ambiental de su proyecto debe continuar en: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA.

Del proceso automático ejecutado a las coordenadas geográficas registradas en el Sistema Único de Información Ambiental - SUIA, constantes en el anexo 1, se obtiene que el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, NO INTERSECA con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles.

Una vez completada la información preliminar solicitada por la plataforma SUIA, se procede a cumplir con las etapas del proceso de regularización, correspondiente al ingreso de Estudio de Impacto Ambiental.

1.1.2 Objetivos

- Dar cumplimiento a lo establecido en la Normativa Ambiental aplicable.
- Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental enmarcado en la Legislación ambiental vigente y demás leyes aplicables

1.1.3 Demanda de recursos naturales

Dentro de las demandas de recursos naturales, se determina que:

- No aplica, esto es debido a que la no existirá remoción de cobertura vegetal nativa, conforme a lo establecido en los Acuerdos Ministeriales No. 076 publicado



en Registro Oficial No. 766 de 14 de agosto de 2012, y Acuerdo 134 publicado en Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, debido a que, las zonas, se encuentran totalmente intervenidas por la población de la comuna Río Verde, el mismo que se puede verificar a través de inspecciones por parte de la autoridad ambiental competente.

- En cuanto a la necesidad del recurso hídrico utilizado para la construcción de la vía nueva, NO se tiene contemplado la necesidad de realizar captación de agua para los procesos constructivos en la provisión de dicho recurso necesario en actividades como la compactación y la estructuración de materiales e infraestructura civil, esto significa que, recurrirán al suministro de agua que es abastecida por AGUAPEN EP, para lo cual, no se necesita la autorización administrativa. Así mismo, dentro del proceso constructivo, bajo ninguna circunstancia efectuará aprovechamiento en nacimientos de agua o similares.
- Respecto a la utilización de aguas subterráneas para la materialización del proyecto, en ninguna de sus etapas constructivas se prevé el aprovechamiento de las aguas provenientes de pozos profundos o aljibes; indicando que no contempla la solicitud de aprovechamiento para el uso y afectación de aguas subterráneas y NO se solicita concesión de aguas subterráneas.
- Según lo establecido en la descripción del proyecto y el alcance constructivo detallado para el desarrollo del sistema de alcantarillado, en lo correspondiente al componente establecido, el proyecto NO prevé realizar intervenciones de recursos naturales relacionados con la extracción de material de construcción, por lo que se proyecta realizar compra a fuentes ya licenciadas por la Concesión establecidas previamente en la zona, las cuales deberán contar con los respectivos permisos ambientales y mineros.

1.1.4 Análisis de alternativas

Dentro del análisis de alternativas realizado, la jerarquización establece el orden de prioridades a considerar para, la selección de la alternativa de mayor viabilidad ambiental, lo cual se logra a través de la sumatoria de los puntajes obtenidos para los criterios de evaluación utilizados en el proceso comparativo. En base a la sumatorias generales, la secuencia que tendría el proyecto de acuerdo a las alternativas basado en los indicadores de beneficio ambiental, considerando la conjunción de los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, la alternativa más favorable desde la perspectiva de esquema de aprovechamiento integral, es la Alternativa 2 (construir y operar las lagunas de tratamiento con una capacidad mayor a 1000 habitantes y con la ejecución de las medidas de mitigación previstas en el Plan de Manejo Ambiental, es la que genera menores impactos ambientales, puesto que la magnitud en cuanto a los riegos de la intervención es menor), considerándose en primera instancia la construcción proyecto de saneamiento.

1.1.5 Inventario Forestal

Para el capítulo de inventario forestal, en general el área de estudio corresponde a una zona intervenida. Debido al alto grado de intervención en el área tanto comercial, urbanística y actividades antrópicas, en el área donde se ejecutará el proyecto CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA



LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, así como en su zona de influencia directa e indirecta, no se evidencian árboles. Predomina la escasez de cobertura vegetal, por el grado de intervención antropogénica. El área de estudio, se encuentra totalmente intervenida, por lo que no es necesario realizar acciones denominadas como CONVERSIÓN DE USO DE SUELO, dado que no hay vegetación Arbórea que inventariar y que pueda generar una afectación a los recursos naturales según corresponda. Por lo tanto, dentro del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, no aplica realizar un Inventario Forestal y la Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos; conforme lo determina en los Acuerdos Ministeriales No. 076 publicado en Registro Oficial No. 766 de 14 de agosto de 2012, y Acuerdo 134 publicado en Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012. Del análisis correspondiente se determina que no se realizará la conversión de uso de suelo, por lo tanto, NO APLICA realizar un inventario FORESTAL.

1.1.6 Área de influencia

Dentro de los mapas determinados, el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, se puede verificar los siguientes actores sociales dentro del área de influencia directa. La distancia se toma en cuenta desde el centro del área de implantación, hasta la intersección con los actores sociales involucrados:

Área de Influencia Directa

Área	62.58 hectáreas
Buffer	50 metros

Área de Influencia Indirecta

ÁREA	BUFFER	SUPERFICIE
GENERAL	200 metros	262,16 hectáreas
SISTEMA LAGUNAR	500 metros	104,12 hectáreas

1.1.7 Análisis de riesgos

Para el análisis de riesgo durante la fase de construcción, se determina en la valoración de riesgos, se determinó que los siguientes eventos presentan un RIESGO TOLERABLE lo siguiente:

- Inestabilidad de infraestructura por fallos en la construcción de las cámaras del sistema de alcantarillado.
- Gestión inadecuada de desechos por los escombros generados en la fase de construcción.
- Atropellamientos por el uso de las maquinarias de excavación y compactación.
- Accidentes de tránsito por el uso de las maquinarias de excavación y compactación.



- Fallas humanas u operacionales generadas por la falta de capacitación de los trabajadores que realizan actividades con mayor probabilidad de accidente

De acuerdo con los resultados obtenidos en la valoración de riesgos para la fase de operación, se determinó que los siguientes eventos presentan un RIESGO CRITICO:

- Fugas y derrames por sobresaturación en el sistema lagunar de aguas residuales
- Inestabilidad de infraestructura por derrumbe de los muros de contención del sistema lagunar
- Fallas humanas u operacionales que generan descargas de efluentes sin el tratamiento de efluente efectivo

Esto quiere decir que los mencionados y sus consecuencias, pueden presentar en el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, como en su entorno, un impacto negativo sobre el medio ambiente, así como al sector socioeconómico, aunque el tiempo de recuperación se puede determinar a medio plazo, la magnitud puede ser considerable, puesto que, estos eventos, con las medidas de contingencia necesaria, pueden ser mitigados.

1.1.8 Evaluación de impactos socioambientales

Una vez realizada la evaluación de impactos socioambientales, se verifica que dentro de la actividad INSTALACIÓN DE COLECTORES EN TODA LA COMUNIDAD DE INFLUENCIA DIRECTA, se evidencia el impacto SEVERA, que correspondería al de mayor afectación negativa, durante la fase de construcción, debido a la generación de material particulado que se forman en este tipo de actividades, sin embargo, que se provee los respectivos monitoreos de material particulado PM10 y PM2.5 para determinar las presuntas afectaciones a la calidad del aire; así mismo, dentro de la actividad DESCARGAS DE EFLUENTE TRATADO AL CUERPO DE AGUA DULCE MÁS CERCANO, se evidencia el impacto CRÍTICA, que correspondería al de mayor afectación negativa, durante la fase de operación, debido al manejo y descargas de efluentes, debido a que se debe determinar el tratamiento efectivo de las aguas negras. Los monitoreos se contemplan dentro del plan de manejo ambiental y acciones oportunas dentro del plan de contingencia. Se verifica un alto valor económico al sector, constituido primordialmente a la cantidad de áreas de actividades que colindan con el área de implantación.

1.1.9 Plan de Manejo Ambiental

Finalmente, el estudio de impacto ambiental establece un Plan de Manejo Ambiental, diseñado para la prevención, mitigación y/o corrección de los posibles impactos ambientales que se generan durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA. El cronograma ha sido elaborado para un período de 12 meses, considerando que luego de este periodo se deberá evaluar y actualizarlo para el siguiente periodo auditable. El costo del plan de manejo ambiental corresponde al siguiente:



- Fase de construcción: \$15500.00
- Fase de operación: \$27000.00

En base al cronograma de implementación, se realizará el seguimiento al plan de manejo ambiental. Los tiempos de inicio de la fase de construcción y generación de impactos ambientales, aplicarán, cuando el operador en este caso EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP, comunique a la autoridad ambiental competente, el inicio de las actividades, ya que la ejecución del mismo, no será inmediato.



1.2 FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA																																			
Regularización Ambiental	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL																																		
Nombre del Proyecto:	CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA																																		
Código:	MAATE-RA-2022-440117																																		
Fase:	Construcción – Operación y Mantenimiento																																		
Actividad principal CIU:	Servicio público de gestión de sistemas de alcantarillado y de instalaciones de tratamiento de aguas residuales; recolección y transporte de aguas residuales humanas o industriales de uno o diversos usuarios, así como de agua de lluvia, por medio de redes de alcantarillado, colectores, tanques y otros medios de transporte (camiones cisterna de recogida de aguas negras, etcétera); vaciado y limpieza de pozos negros y fosas sépticas, fosos y pozos de alcantarillados; mantenimiento y limpieza de cloacas y alcantarillas, incluido el desatasco de cloacas.																																		
Datos del Operador:	EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP RUC: 2460002550001 Representante legal: Ing. Vinicio Loaiza Luna. MBA Dirección: Cantón Salinas, diagonal a la concesionaria Chevrolet Teléfonos: 0996960796 - PBX: (04) 2775439 Correo: aguapen@aguapen.gob.ec																																		
Dirección del proyecto:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Provincia</th> <th>Cantón</th> <th>Parroquia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Santa Elena</td> <td>Santa Elena</td> <td>Santa Elena Chanduy</td> </tr> </tbody> </table>	Provincia	Cantón	Parroquia	Santa Elena	Santa Elena	Santa Elena Chanduy																												
Provincia	Cantón	Parroquia																																	
Santa Elena	Santa Elena	Santa Elena Chanduy																																	
Coordenadas geográficas UTM WGS84:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área-geográfica</th> <th>Shape</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>533010</td><td>9745716</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>533238</td><td>9745597</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>533498</td><td>9745394</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>533247</td><td>9745197</td></tr> <tr><td>1</td><td>5</td><td>533066</td><td>9745114</td></tr> <tr><td>1</td><td>6</td><td>532965</td><td>9744881</td></tr> <tr><td>1</td><td>7</td><td>532884</td><td>9744742</td></tr> </tbody> </table>			Área-geográfica	Shape	x	y	1	1	533010	9745716	1	2	533238	9745597	1	3	533498	9745394	1	4	533247	9745197	1	5	533066	9745114	1	6	532965	9744881	1	7	532884	9744742
Área-geográfica	Shape	x	y																																
1	1	533010	9745716																																
1	2	533238	9745597																																
1	3	533498	9745394																																
1	4	533247	9745197																																
1	5	533066	9745114																																
1	6	532965	9744881																																
1	7	532884	9744742																																



	1	8	532879	9744484
	1	9	533003	9744210
	1	10	533096	9743933
	1	11	533191	9743563
	1	12	533254	9743172
	1	13	533321	9742933
	1	14	533154	9742899
	1	15	532992	9743067
	1	16	532929	9743249
	1	17	532908	9743626
	1	18	532804	9744012
	1	19	532430	9743964
	1	20	532389	9744181
	1	21	532570	9744476
	1	22	532572	9744782
	1	23	532506	9744935
	1	24	532702	9745294
	1	25	533010	9745716
Coordenadas de implantación UTM WGS84:	Área- geográfica	Shape	x	y
	1	1	533107	9745648
	1	2	533399	9745430
	1	3	533372	9745333
	1	4	533258	9745293
	1	5	533161	9745355
	1	6	533161	9745325
	1	7	533196	9745253
	1	8	533147	9745228
	1	9	533092	9745306
	1	10	532919	9745065
	1	11	532956	9745048
	1	12	532853	9744824
	1	13	532792	9744856
	1	14	532745	9744701
	1	15	532676	9744676
	1	16	532656	9744701
	1	17	532680	9744725
	1	18	532618	9744772



	1	19	532661	9744820	
	1	20	532567	9744838	
	1	21	532571	9744926	
	1	22	532687	9744909	
	1	23	532855	9745005	
	1	24	532651	9745112	
	1	25	532782	9745294	
	1	26	532952	9745423	
	1	27	533111	9745509	
	1	28	533053	9745603	
	1	29	533107	9745648	
	1	1	532675	9744495	
	1	2	532779	9744527	
	1	3	532903	9744277	
	1	4	532944	9744277	
	1	5	532968	9744207	
	1	6	532890	9744178	
	1	7	532783	9744170	
	1	8	532775	9744205	
	1	9	532804	9744297	
	1	10	532675	9744495	
	1	1	532542	9744345	
	1	2	532624	9744332	
	1	3	532630	9744369	
	1	4	532725	9744348	
	1	5	532714	9744196	
	1	6	532686	9744186	
	1	7	532670	9744159	
	1	8	532681	9744086	
	1	9	532676	9744063	
	1	10	532649	9744074	
	1	11	532648	9744090	
	1	12	532559	9744117	
	1	13	532507	9744040	
	1	14	532481	9744053	
	1	15	532523	9744190	
	1	16	532542	9744345	
	1	1	533128	9743084	
	1	2	533237	9743123	
	1	3	533284	9742992	



	1	4	533244	9742978	
	1	5	533234	9743004	
	1	6	533165	9742980	
	1	7	533128	9743084	
Superficie del Proyecto:	34.08810 ha				
Equipo Auditor:	MSC. ALAMIR ÁLVAREZ LOOR CONSULTOR AMBIENTAL Código de Registro de Consultor: MAAE-SUIA-1273-CI Teléfono: 0939645476 Correo: alamiralvarez@hotmail.com				
FIRMA DE RESPONSABILIDAD					
MSC. ALAMIR ÁLVAREZ LOOR CONSULTOR AMBIENTAL REGISTRO MAAE-SUIA-1273-CI					
ING. VINICIO LOAIZA LUNA. MBA GERENTE GENERAL AGUAPEN-EP					



1.3 ABREVIATURAS Y SIGLAS

Afluente: es el agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un cuerpo de agua receptor, reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.

Agua dulce: es aquella que no contiene importantes cantidades de sales. En general se consideran valores inferiores a 0.5 UPS (unidad práctica de salinidad que representa la cantidad de gramos de sales disueltas por kg de agua).

Agua marina: es el agua de los mares y océanos. Se distinguen por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores, las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente.

Agua residual: es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.

Agua residual industrial: agua de desecho generada en las operaciones o procesos industriales.

Agua residual doméstica: mezcla de: desechos líquidos de uso doméstico evacuados de residencias, locales públicos, educacionales, comerciales e industriales.

Agua subterránea: es toda agua del subsuelo, especialmente la que se encuentra en la zona de saturación.

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, o presente en un cuerpo receptor expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Carga máxima permisible: Es el límite de carga de un parámetro que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Contaminación del agua: cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general.

Cuerpo receptor: río, cuenca, cauce o cuerpo de agua que sea susceptible de recibir directa o indirectamente el vertido de aguas residuales.

Descarga de aguas residuales: Acción de verter aguas residuales a un sistema de alcantarillado o cuerpo receptor.

Efluente: Descarga o vertido líquido proveniente de un proceso productivo o de una actividad determinada.

Punto de muestreo: lugar de extracción para toma de muestras de agua.



Saneamiento: conjunto de facilidades de evacuación (alcantarillado), tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

Servicio de Acreditación Ecuatoriano: Organismo oficial de acreditación del Ecuador, encargado de las tareas de evaluación de la conformidad, de acuerdo a la Ley del Sistema Nacional de Calidad.

Área natural protegida: Superficie definida geográficamente que haya sido designada por la ley u otra norma jurídica dictada por los órganos competentes de la Función Ejecutiva, cualquiera sea su categoría de manejo, a fin de cumplir los objetivos de conservación definidos por la ley o norma.

Desecho peligroso: Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables, y lo establecido en el presente Libro.

Disposición final: Es la última de las fases de manejo de los desechos y/o residuos sólidos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación de manera definitiva los desechos y/o residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano.

Línea base: Denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades productivas o humanas.

Reciclaje: Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recurso suelo: Tierras continentales e Insulares aptas para la agricultura, ganadería, forestación de reservas naturales, áreas protegidas, asentamientos humanos, entre otros.

Suelo Agrícola: Es la capa superficial de la corteza terrestre que sirve de sostén y alimento para las plantas, animales y el hombre, también se conoce como la actividad primaria, la producción de alimentos, usando los suelos para crecimientos de cultivos y



producción de ganado. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora nativa.

Suelo pecuario: Suelo, donde la actividad primaria es la crianza de ganado (vacas, caballos, ovejas, puercos o cabras) y otras especies de animales (abejas, aves y cultivo de peces y crustáceos) que se crían para consumo humano y producción de derivados para la industria.

Suelo residencial: Suelos, donde la actividad primaria es la ocupación de los suelos para fines residenciales y para actividades de recreación, no se considera dentro de esta definición las áreas silvestres, tal es el caso de los parques nacionales o provinciales.

Suelo comercial: Suelos, donde la actividad primaria se relaciona con operaciones comerciales y de servicios, por ejemplo, centros comerciales, y su ocupación no es para propósitos residenciales o industriales.

Suelo industrial: Suelo donde la actividad principal abarca la elaboración, transformación o construcción de productos varios.

Suelo contaminado: Todo aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas naturales, han sido alteradas debido a actividades antropogénicas y representa un riesgo para la salud humana o el ambiente.

Sustancias químicas peligrosas: Son aquellos elementos compuestos, mezclas, soluciones y/o productos obtenidos de la naturaleza o a través de procesos de transformación físicos y/o químicos, utilizados en actividades industriales, comerciales, de servicios o domésticos, que poseen características de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica dañina y pueden afectar al ambiente, a la salud de las personas expuestas, o causar daños materiales.

Uso industrial del suelo: El que tiene como propósito esencial servir para el desarrollo de actividades industriales, excluyendo las agrícolas y ganaderas.

Uso residencial del suelo: Aquel que tiene como propósito esencial la construcción de viviendas incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

Aire: también denominado “aire ambiente”, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como la mezcla gaseosa, cuya composición normal es, de por lo menos veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de las proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica. Para efectos de la corrección de las concentraciones de emisión sujetas bajo esta norma, se considera que la atmósfera se conforma de veinte y un por ciento (21%) de oxígeno y setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno, en relación volumétrica.

Chimenea: Es el conducto que facilita el transporte hacia la atmósfera de los productos de la combustión generados en la fuente fija.



Combustibles fósiles: Son los hidrocarburos encontrados en estado natural, como el petróleo, carbón, gas natural; y sus derivados.

Combustión: Es el proceso de oxidación rápida que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

Contaminación del aire: Es la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

Emisión: Se entiende por tal a la descarga de sustancias gaseosas puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera. Para el propósito de esta norma, la emisión se refiere a las concentraciones de descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

Fuente fija de combustión: Es aquella Instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, que emite o puede emitir contaminantes al aire debido a procesos de combustión, desde un lugar fijo e inamovible.

Material particulado: Se refiere al constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, emitido por la fuente fija hacia la atmósfera.

Monóxido de carbono: Es un gas incoloro, inodoro y tóxico, producto de la combustión incompleta de los combustibles.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Es la suma del óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El NO es un gas incoloro que se genera por la combinación del nitrógeno (N₂) y del oxígeno (O₂) de la atmósfera durante los procesos de combustión, El NO₂, que se forma a partir de la oxidación del NO.

Material particulado fino (PM_{2.5}): Es el material sólido o líquido, cuyas partículas presentan un diámetro menor a 2.5 micras.

Material particulado PM₁₀: Es el material sólido o líquido, cuyas partículas presentan un diámetro menor a 10 micras. La fracción correspondiente a tamaños entre 2.5 y 10 micras.

Ozono (O₃): Para efectos de esta Norma, es un contaminante secundario del aire, que se genera por las reacciones fotoquímicas de los NO_x y compuestos orgánicos volátiles.

Dióxido de azufre (SO₂). - Gas incoloro e irritante formado principalmente por la combustión de combustibles fósiles.

Dióxido de nitrógeno (NO₂). - Gas de color pardo rojizo, altamente tóxico, que se forma debido a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.



Material particulado. - Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Se designa como PM_{2,5} al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM₁₀ al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

Decibel (dB): Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión sonora en esta norma.

Generadores de Electricidad de Emergencia: Para propósitos de esta norma, el término designa al conjunto mecánico de un motor de combustión interna y un generador de electricidad, instalados en una ubicación fija o que puedan ser transportados e instalados en un lugar específico, y que es empleado para la generación de energía eléctrica de emergencia en instalaciones tales como edificios de oficinas y/o de apartamentos, centros comerciales, hospitales, clínicas, industrias, etc.

Fuente Emisora de Ruido (FER): Toda actividad, operación o proceso que genere o pueda generar emisiones de ruido al ambiente, incluyendo ruido proveniente de seres vivos.

Fuente Fija de Ruido (FFR): Para esta norma, la fuente fija de ruido se considera a una fuente emisora de ruido o a un conjunto de fuentes emisoras de ruido situadas dentro de los límites físicos y legales de un predio ubicado en un lugar fijo o determinado. Ejemplo de estas fuentes son: metal mecánicas, lavaderos de carros, fabricas, terminales de buses, discotecas, etc.

Fuente Móvil de Ruido (FMR): Para efectos de la presente norma, se entiende como fuentes móviles de ruido a todo vehículo motorizado que pueda emitir ruido al medio ambiente. Si una FMR se encontrase dentro de los límites de una FFR será considerada como una FER perteneciente a esta última.

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (Leq): Diez veces el logaritmo decimal del cuadrado del cociente de una presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión acústica de referencia, que se obtiene con una ponderación frecuencia normalizada.



1.4 ANTECEDENTES

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente establece lo siguiente: “Art. 420.- *Regularización ambiental. - La regularización ambiental es el proceso que tiene como objeto la autorización ambiental para la ejecución de proyectos, obras o actividades que puedan generar impacto o riesgo ambiental y de las actividades complementarias que se deriven de éstas...*”.

Por consiguiente, el operador EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP, inicia el proceso de regularización ambiental a través de la plataforma SITEAA, del cual registra el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA de código MAATE-RA-2022-440117, del cual la actividad principal CIU es *Servicio público de gestión de sistemas de alcantarillado y de instalaciones de tratamiento de aguas residuales; recolección y transporte de aguas residuales humanas o industriales de uno o diversos usuarios, así como de agua de lluvia, por medio de redes de alcantarillado, colectores, tanques y otros medios de transporte (camiones cisterna de recogida de aguas negras, etcétera); vaciado y limpieza de pozos negros y fosas sépticas, fosos y pozos de alcantarillados; mantenimiento y limpieza de cloacas y alcantarillas, incluido el desatasco de cloacas,* correspondiente a un trámite de licencia ambiental.

Se emite el CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN CON EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP), PATRIMONIO FORESTAL NACIONAL Y ZONAS INTANGIBLES Y CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA. El proceso de Regularización Ambiental de su proyecto debe continuar en: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA.

Del proceso automático ejecutado a las coordenadas geográficas registradas en el Sistema Único de Información Ambiental - SUIA, constantes en el anexo 1, se obtiene que el proyecto, obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, NO INTERSECA con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles.

Una vez completada la información preliminar solicitada por la plataforma SUIA, se procede a cumplir con las etapas del proceso de regularización, correspondiente al ingreso de Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 1-1. Coordenadas del área de geográficas

Área-geográfica	Shape	x	y
1	1	533010	9745716
1	2	533238	9745597
1	3	533498	9745394
1	4	533247	9745197



1	5	533066	9745114
1	6	532965	9744881
1	7	532884	9744742
1	8	532879	9744484
1	9	533003	9744210
1	10	533096	9743933
1	11	533191	9743563
1	12	533254	9743172
1	13	533321	9742933
1	14	533154	9742899
1	15	532992	9743067
1	16	532929	9743249
1	17	532908	9743626
1	18	532804	9744012
1	19	532430	9743964
1	20	532389	9744181
1	21	532570	9744476
1	22	532572	9744782
1	23	532506	9744935
1	24	532702	9745294
1	25	533010	9745716

Elaboración: MSC. Alamir Álvarez Loo

Tabla 1-2. Coordenadas del área de geográficas

Área- geográfica	Shape	x	y
1	1	533107	9745648
1	2	533399	9745430
1	3	533372	9745333
1	4	533258	9745293
1	5	533161	9745355
1	6	533161	9745325
1	7	533196	9745253
1	8	533147	9745228
1	9	533092	9745306
1	10	532919	9745065
1	11	532956	9745048
1	12	532853	9744824
1	13	532792	9744856
1	14	532745	9744701
1	15	532676	9744676



1	16	532656	9744701
1	17	532680	9744725
1	18	532618	9744772
1	19	532661	9744820
1	20	532567	9744838
1	21	532571	9744926
1	22	532687	9744909
1	23	532855	9745005
1	24	532651	9745112
1	25	532782	9745294
1	26	532952	9745423
1	27	533111	9745509
1	28	533053	9745603
1	29	533107	9745648
1	1	532675	9744495
1	2	532779	9744527
1	3	532903	9744277
1	4	532944	9744277
1	5	532968	9744207
1	6	532890	9744178
1	7	532783	9744170
1	8	532775	9744205
1	9	532804	9744297
1	10	532675	9744495
1	1	532542	9744345
1	2	532624	9744332
1	3	532630	9744369
1	4	532725	9744348
1	5	532714	9744196
1	6	532686	9744186
1	7	532670	9744159
1	8	532681	9744086
1	9	532676	9744063
1	10	532649	9744074
1	11	532648	9744090
1	12	532559	9744117
1	13	532507	9744040
1	14	532481	9744053
1	15	532523	9744190
1	16	532542	9744345



1	1	533128	9743084
1	2	533237	9743123
1	3	533284	9742992
1	4	533244	9742978
1	5	533234	9743004
1	6	533165	9742980
1	7	533128	9743084

Elaboración: MSC. Alamir Álvarez Loor



1.5 Objetivos del estudio

1.5.1 Objetivo general

- Predecir, identificar y evaluar los posibles impactos ambientales y socioambientales derivados de la construcción y operación del proyecto CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, con la finalidad de establecer medidas específicas para prevenir y controlar las alteraciones ambientales resultantes de su implementación.

1.5.2 Objetivo específico

- Levantar la Línea de Base Ambiental que permita establecer las características ambientales de los componentes físicos, bióticos y socio económicas, comprendidos en el área de influencia de la actividad productiva.
- Conocer la cantidad de trabajadores, capacitaciones realizadas, horarios de jornadas laborales y los servicios básicos utilizados.
- Identificar y evaluar los posibles riesgos que pueden generarse sobre los componentes socio-ambientales o la infraestructura, por causa de la ejecución del proyecto, obra o actividad o por fenómenos naturales.
- Determinar el área de influencia del proyecto, obra o actividad, del cual se considerará un área que permita delimitar en donde se evidencia los impactos socio-ambientales y ambientales, desarrollados durante el desarrollo del proyecto.
- Cumplir con la legislación ambiental nacional vigente aplicable al proyecto.
- De ser el caso, se valorará el inventario forestal según lo establezca la normativa.
- Predecir, identificar, valorar y evaluar los posibles impactos ambientales significativos generados por la actividad.
- Diseñar el Plan de Manejo Ambiental para las fases de operación y mantenimiento, orientado a prevenir, controlar, eliminar o atenuar los impactos ambientales, evitando los riesgos que potencialmente podrían afectar el ecosistema como consecuencias de las actividades a ejecutarse.
- Elaborar el Presupuesto económico y el cronograma de implantación de las medidas para la siguiente Auditoría Ambiental de Cumplimiento.
- Enlistar las conclusiones y recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental.



1.6 Alcance del estudio

1.6.1 Alcance Legal

Conforme a lo estipulado en el REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE Art. 434.- Contenido de los estudios de impacto ambiental. - Los estudios de impacto ambiental deberán contener, al menos, los siguientes elementos:

- a) Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnología implementarse con la identificación de las áreas geográficas a ser intervenidas;
- b) Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;
- c) Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para la utilización de dichos recursos;
- d) Diagnóstico ambiental de línea base, que contendrá el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- e) Inventario forestal, de ser aplicable;
- f) Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;
- g) Análisis de riesgos, incluyendo aquellos riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;
- h) Evaluación de impactos socio ambientales;
- i) Plan de manejo ambiental y sus respectivos sub-planes; y,
- j) Los demás que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

1.6.2 Alcance técnico

El estudio de impacto ambiental, abarcará los criterios mínimos de cumplimiento del marco legal aplicable al desarrollo de las actividades de construcción, operación – mantenimiento y cierre y abandono del proyecto obra o actividad CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA, del cual se especificará todas las características del proyecto que representen interacciones con el medio circundante. Se presentará también la caracterización de las condiciones ambientales previa la ejecución del proyecto, obra o actividad, el análisis de riesgos y la descripción de las medidas específicas para prevenir, mitigar y controlar las alteraciones ambientales resultantes de su implementación.

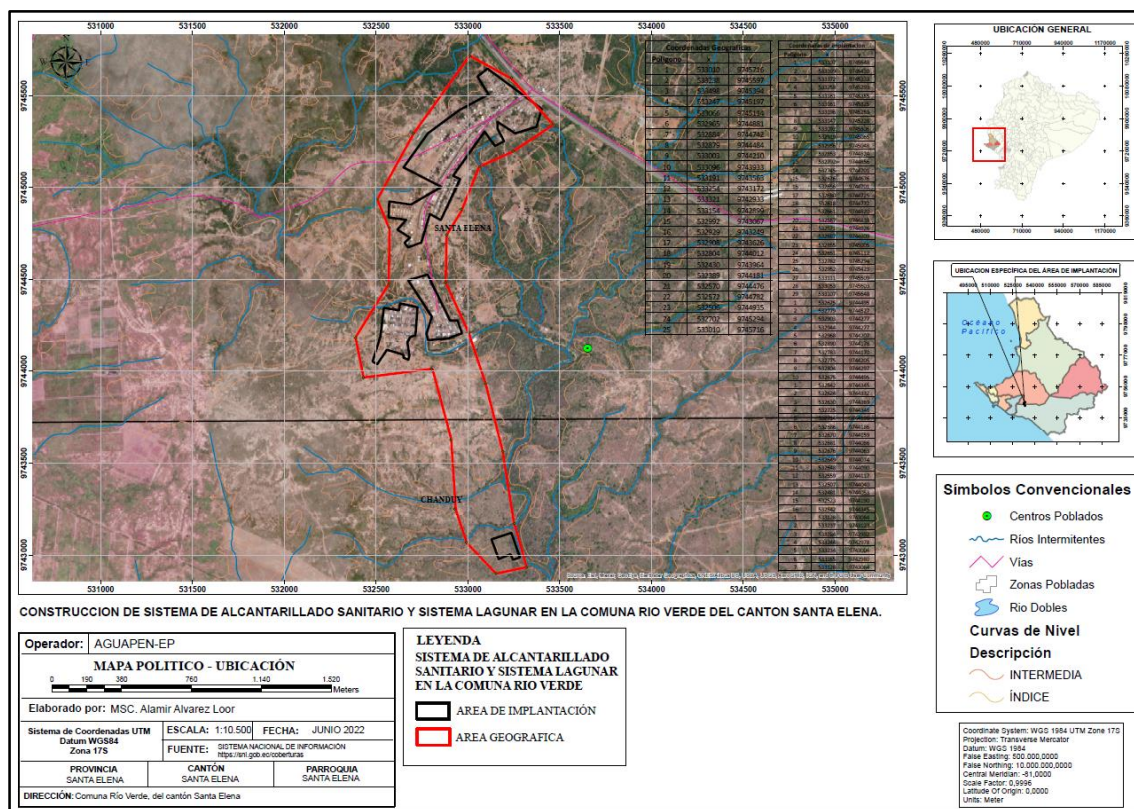
1.6.3 Alcance Geográfico

El alcance geográfico consideró el área determinada en los modelos/buffers propuestos para la delimitación del área de influencia directa e indirecta del presente Estudio de Impacto Ambiental. En el correspondiente Capítulo de “Área de influencia” se delimitará el área en km², con el fin de establecer las medidas correctivas y de protección integral para minimizar, controlar o eliminar los impactos ambientales que se identifiquen.

A continuación, se detalla la ubicación geográfica del proyecto:



Figura 1-1. Ubicación geográfica



FUENTE: Mapa Interactivo – Ministerio del Ambiente y Agua

ELABORACIÓN: MSC. Alamir Álvarez Looor



1.7 MARCO LEGAL

Instrumento Jurídico	Registro Oficial y Fecha de Publicación
Constitución de la República del Ecuador	R.O. N 44920 de octubre del 2008
<p>Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i>. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</p> <p>Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.</p> <p>Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en Un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.</p> <p>Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.</p> <p>Art. 72.- reconoce el derecho de restauración a la naturaleza, siendo este derecho independiente a la obligación del Estado y de las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. También se contempla que en casos de impacto ambiental grave o permanente, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración y adoptará medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.</p> <p>Art. 73.- inciso primero, dispone al Estado aplicar medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.</p>	



Código Orgánico del Ambiente (COA)	Registro Oficial N° 983, y puesto en vigencia desde el día 12 de abril de 2018
<p>LIBRO PRELIMINAR</p> <p>TÍTULO I</p> <p>OBJETO, ÁMBITO Y FINES</p> <p>Artículo 2.- Ámbito de aplicación. Las normas contenidas en este Código, así como las reglamentarias y demás disposiciones técnicas vinculadas a esta materia, son de cumplimiento obligatorio para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.</p> <p>Artículo 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración.</p> <p>TÍTULO II</p> <p>DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES</p> <p>Artículo 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente.</p> <p>Los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública, así como en las providencias judiciales en el ámbito jurisdiccional. Estos principios son:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Responsabilidad integral. La responsabilidad de quien promueve una actividad que genere o pueda generar impacto sobre el ambiente, principalmente por la utilización de sustancias, residuos, desechos o materiales tóxicos o peligrosos, abarca de manera integral, responsabilidad compartida y diferenciada. Esto incluye todas las fases de dicha actividad, el ciclo de vida del producto y la gestión del desecho o residuo, desde la generación hasta el momento en que se lo dispone en condiciones de inocuidad para la salud humana y el ambiente.2. Mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales. El Estado deberá promover en los sectores público y privado, el desarrollo y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, que minimicen en todas las fases de una actividad productiva, los riesgos de daños sobre el ambiente, y los costos del tratamiento y disposición de sus desechos. Deberá también promover la implementación de mejores prácticas en el diseño, producción, intercambio y consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y optimizar el uso del recurso natural.3. Desarrollo Sostenible. Es el proceso mediante el cual, de manera dinámica, se articulan los ámbitos económicos, sociales, culturales y ambientales para satisfacer las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente. Se establecerá una distribución justa y equitativa de los beneficios económicos y sociales con la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades.	



4. El que contamina paga. Quien realice o promueva una actividad que contamine o que lo haga en el futuro, deberá incorporar a sus costos de producción todas las medidas necesarias para prevenirla, evitarla o reducirla. Asimismo, quien contamine estará obligado a la reparación integral y la indemnización a los perjudicados, adoptando medidas de compensación a las poblaciones afectadas y al pago de las sanciones que correspondan.

5. In dubio pro natura. Cuando exista falta de información, vacío legal o contradicción de normas, o se presente duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, se aplicará lo que más favorezca al ambiente y a la naturaleza. De igual manera se procederá en caso de conflicto entre esas disposiciones.

6. Acceso a la información, participación y justicia en materia ambiental. Toda persona, comuna, comunidad, pueblo, nacionalidad y colectivo, de conformidad con la ley, tiene derecho al acceso oportuno y adecuado a la información relacionada con el ambiente, que dispongan los organismos que comprenden el sector público o cualquier persona natural o jurídica que asuma responsabilidades o funciones públicas o preste servicios públicos, especialmente aquella información y adopción de medidas que supongan riesgo o afectación ambiental. También tienen derecho a ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva del ambiente, así como solicitar las medidas provisionales o cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental. Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar el ambiente será consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente, de conformidad con la ley.

7. Precaución. Cuando no exista certeza científica sobre el impacto o daño que supone para el ambiente alguna acción u omisión, el Estado a través de sus autoridades competentes adoptará medidas eficaces y oportunas destinadas a evitar, reducir, mitigar o cesar la afectación. Este principio reforzará al principio de prevención.

8. Prevención. Cuando exista certidumbre o certeza científica sobre el impacto o daño ambiental que puede generar una actividad o producto, el Estado a través de sus autoridades competentes exigirá a quien la promueva el cumplimiento de disposiciones, normas, procedimientos y medidas destinadas prioritariamente a eliminar, evitar, reducir, mitigar y cesar la afectación.

9. Reparación Integral. Es el conjunto de acciones, procesos y medidas, incluidas las de carácter provisional, que aplicados tienden fundamentalmente a revertir impactos y daños ambientales; evitar su recurrencia; y facilitar la restitución de los derechos de las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas.

10. Subsidiariedad. El Estado intervendrá de manera subsidiaria y oportuna en la reparación del daño ambiental, cuando el que promueve u opera una actividad no asuma su responsabilidad sobre la reparación integral de dicho daño, con el fin de precautar los derechos de la naturaleza, así como el derecho de los ciudadanos a un ambiente sano. Asimismo, el Estado de manera complementaria y obligatoria exigirá o repetirá en contra del responsable del daño, el pago de todos los gastos incurridos, sin perjuicio de la imposición de las sanciones correspondientes. Similar procedimiento aplica cuando la afectación se deriva de la acción u omisión del servidor público responsable de realizar el control ambiental.



CAPÍTULO II

DE LAS FACULTADES AMBIENTALES DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS

Artículo 25.- Gobiernos Autónomos Descentralizados: En el marco del Sistema Nacional de Competencias y del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, los Gobiernos Autónomos Descentralizados en todos sus niveles, ejercerán las competencias en materia ambiental asignadas de conformidad con la Constitución y la ley. Para efectos de la acreditación estarán sujetos al control y seguimiento de la Autoridad Ambiental Nacional.

Artículo 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental: En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

9. Generar normas y procedimientos para prevenir, evitar, reparar, controlar y sancionar la contaminación y daños ambientales, una vez que el Gobierno Autónomo Descentralizado se haya acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental;

10. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido;

15. Establecer y ejecutar sanciones por infracciones ambientales dentro de sus competencias, y;

16. Establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la gestión ambiental, en los términos establecidos por la ley.

**Código Orgánico de Organización
Territorial, Autonomía y
Descentralización (COOTAD)**

**R. O. No. 303 de 19 de octubre de 2010, y
reformado principalmente en temas
administrativos, mediante Ley Orgánica
Reformatoria publicada en el R. O. No.
166 el 21 de enero de 2014, y
posteriormente el día 16 de enero de
2015**

TÍTULO I

PRINCIPIOS GENERALES

Art. 1.- Ámbito. - Este Código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial.

Capítulo IV

Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y



subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.; (y su cuarto inciso):

“En el caso de proyectos de carácter estratégico la emisión de la licencia ambiental será responsabilidad de la autoridad nacional ambiental. Cuando un municipio ejecute por administración directa obras que requieran de licencia ambiental, no podrá ejercer como entidad ambiental de control sobre esa obra; el gobierno autónomo descentralizado provincial correspondiente será, entonces, la entidad ambiental de control y además realizará auditorías sobre las licencias otorgadas a las obras por contrato por los gobiernos municipales.”

Código Orgánico Integral

R.O. Suplemento 180 Reformado 14 de febrero de 2018

Art 254.- Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas. - La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno

Código de Trabajo

R. O. No. 167 el 16 de diciembre del 2005

Capítulo IV

De las obligaciones del empleador y del trabajador

Art. 42.- Obligaciones del empleador. - Son obligaciones del empleador:

2. Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad;

Art. 47.- De la jornada máxima. - La jornada máxima de trabajo será de ocho horas diarias, de manera que no exceda de cuarenta horas semanales, salvo disposición de la ley en contrario.

Art. 49.- Jornada nocturna. - La jornada nocturna, entendiéndose por tal la que se realiza entre las 19H00 y las 06H00 del día siguiente, podrá tener la misma duración y dará derecho a igual remuneración que la diurna, aumentada en un veinticinco por ciento.

Art. 64.- Reglamento interno. - Las fábricas y todos los establecimientos de trabajo colectivo elevarán a la Dirección Regional del Trabajo en sus respectivas jurisdicciones, copia legalizada del horario y del reglamento interno para su aprobación; y su Tercer inciso:

“Copia auténtica del reglamento interno, suscrita por el director regional del Trabajo, deberá enviarse a la organización de trabajadores de la empresa y fijarse permanentemente en lugares visibles del trabajo, para que pueda ser conocido por los trabajadores. El reglamento podrá ser revisado y modificado por la aludida autoridad, por causas motivadas, en todo caso, siempre que lo soliciten más del cincuenta por ciento de los trabajadores de la misma empresa.”

Ley 67 – Ley Orgánica de Salud Libro Segundo, Salud y Seguridad Ambiental, Capítulo II, de los Desechos Comunes e Infecciosos, Especiales

R.O. Suplemento No 423 de fecha 22 diciembre de 2006

El Art. 95.- La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de



Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias. El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.

Art. 103.- Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Capítulo III, Calidad del aire y de la contaminación acústica

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

Capítulo V, Salud y Seguridad en el Trabajo

Art. 118.- Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores, dotándoles la información suficiente, equipos de protección, vestimenta apropiada, ambientes seguros de trabajo, a fin de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes y aparición de enfermedades laborales.

Ley de Defensa Contra Incendios

**R.O. No. 815 de fecha 19 de Abril de 1979
Última Modificación 09 de Marzo del 2009**

Art. 35.- Los primeros jefes de los cuerpos de bomberos del país, concederán permisos anuales, cobrarán tasas de servicios, ordenarán con los debidos fundamentos, clausuras de edificios, locales e inmuebles en general y, adoptarán todas las medidas necesarias para prevenir flagelos, dentro de su respectiva jurisdicción, conforme a lo previsto en esta Ley y en su Reglamento. Los funcionarios municipales, los intendentes, los comisarios nacionales, las autoridades de salud y cualquier otro funcionario competente, dentro de su respectiva jurisdicción, previamente a otorgar las patentes municipales, permisos de construcción y los permisos de funcionamiento, exigirán que el propietario o beneficiario presente el respectivo permiso legalmente otorgado por el cuerpo de bomberos correspondiente. Los primeros jefes de los cuerpos de bomberos y los funcionarios mencionados en el inciso anterior, que no den cumplimiento a estas disposiciones y todas aquellas que se refieran a la concesión de permisos anuales y ocasionales de edificios, locales e inmuebles en general que sean idóneos, serán personal y pecuniariamente responsables de los daños y perjuicios ocasionados, sin perjuicio de la destitución de su cargo.

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

**Registro Oficial, Año III - Nº 507,
miércoles 12 de junio de 2019**

Art. 433.- Estudio de impacto ambiental.- El estudio de impacto ambiental será elaborado en idioma español y deberá especificar todas las características del proyecto que representen interacciones con el medio circundante. Se presentará también la caracterización de las condiciones ambientales previa la ejecución del proyecto, obra o actividad, el análisis de riesgos y la descripción de las medidas



específicas para prevenir, mitigar y controlar las alteraciones ambientales resultantes de su implementación. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados por consultores ambientales calificados y/o acreditados, con base en los formatos y requisitos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional en la norma técnica expedida para el efecto.

Art. 434.- Contenido de los estudios de impacto ambiental.- Los estudios de impacto ambiental deberán contener, al menos, los siguientes elementos:

- a) Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnología a implementarse con la identificación de las áreas geográficas a ser intervenidas;
- b) Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;
- c) Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para la utilización de dichos recursos;
- d) Diagnóstico ambiental de línea base, que contendrá el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- a) Inventario forestal, de ser aplicable;
- e) Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;
- f) Análisis de riesgos, incluyendo aquellos riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;
- h) Evaluación de impactos socioambientales;
- i) Plan de manejo ambiental y sus respectivos sub-planes; y,
- j) Los demás que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 435.- Plan de manejo ambiental.- El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad.

El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados:

- a) Plan de prevención y mitigación de impactos;
- b) Plan de contingencias;
- c) Plan de capacitación;
- d) Plan de manejo de desechos;
- e) Plan de relaciones comunitarias;
- f) Plan de rehabilitación de áreas afectadas;
- g) Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable;
- h) Plan de cierre y abandono; y,
- i) Plan de monitoreo y seguimiento.

Los formatos, contenidos y requisitos del estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental, se detallarán en la norma técnica emitida para el efecto.

Art. 436.- Etapas del licenciamiento ambiental.- El proceso de licenciamiento ambiental contendrá las siguientes etapas:

- a) Pronunciamiento técnico del estudio de impacto ambiental;
- b) Pronunciamiento del proceso de mecanismos de participación ciudadana;
- c) Presentación de póliza y pago de tasas administrativas; y,



d) Resolución administrativa.

Art. 437.- Pronunciamiento técnico del estudio de impacto ambiental.- La Autoridad Ambiental Competente analizará y evaluará el estudio de impacto ambiental presentado, verificando su cumplimiento con los requisitos establecidos en este reglamento y la norma técnica aplicable.

La Autoridad Ambiental Competente podrá realizar inspecciones in situ al lugar del proyecto, obra o actividad con la finalidad de comprobar la veracidad de la información proporcionada.

La Autoridad Ambiental Competente notificará al proponente las observaciones realizadas al estudio de impacto ambiental directamente relacionadas al proyecto, obra o actividad.

En caso de existir observaciones, el proponente podrá solicitar, por una sola vez, una reunión

aclaratoria con la Autoridad Ambiental Competente. Durante la reunión aclaratoria se establecerán las observaciones, recomendaciones o sugerencias de la Autoridad Ambiental Competente al proponente respecto del Estudio de Impacto Ambiental, mismas que deberán constar en un acta firmada por los asistentes.

Art. 438.- Término de pronunciamiento técnico.- El término máximo para emitir el pronunciamiento técnico del estudio de impacto ambiental, incluyendo la reunión aclaratoria y las subsanación de las observaciones por parte del proponente, de ser el caso, será de setenta y cinco (75) días contados desde la fecha de inicio del trámite de regularización, siempre que el proponente haya cumplido todos los requisitos exigidos por la ley y normativa técnica emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

En caso de que el pronunciamiento fuere favorable, mediante el mismo acto se ordenará el inicio del proceso de participación ciudadana.

La Autoridad Ambiental Competente dispondrá de un término de treinta (30) días para la revisión inicial del estudio y notificación de todas las observaciones al proponente y posteriormente dispondrá del término de diez (10) días para la revisión de la subsanación de las observaciones presentadas por el proponente.

Art. 439.- Subsanación de observaciones.- El proponente subsanará las observaciones realizadas por la Autoridad Ambiental Competente en el término máximo de quince (15) días.

Este término podrá ser prorrogado por la Autoridad Ambiental Competente, por una única vez, por un término máximo de treinta (30) días adicionales, previa solicitud debidamente justificada por parte del interesado. En estos casos se suspende el cómputo de términos para el pronunciamiento técnico del estudio de impacto ambiental.

Si las observaciones realizadas al proponente no son subsanadas en el segundo ciclo de revisión en el término máximo de diez (10) días, el proponente deberá realizar un nuevo pago de tasas administrativas por revisión del estudio de impacto ambiental. Si en el tercer ciclo de revisión no se subsanan las observaciones realizadas en el término máximo de diez (10) días, la Autoridad Competente archivará el proceso.

**Reglamento de Seguridad y Salud de
los trabajadores y mejoramiento del
medio ambiente de trabajo.**

R.O. 565 D.E 2393

Art. 11. Obligaciones de los empleadores. - Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:



4. Organizar y facilitar los Servicios Médicos, Comités y Departamentos de Seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes.
5. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.
6. Efectuar reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas; y, especialmente, cuando sufran dolencias o defectos físicos o se encuentren en estados o situaciones que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.

Art. 14. De los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo

1. En todo centro de trabajo en que laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo integrado en forma paritaria por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores, quienes de entre sus miembros designarán un presidente y Secretario que durarán un año en sus funciones pudiendo ser reelegidos indefinidamente. Si el Presidente representa al empleador, el Secretario representará a los trabajadores y viceversa. Cada representante tendrá un suplente elegido de la misma forma que el titular y que será principalizado en caso de falta o impedimento de éste. Concluido el período para el que fueron elegidos deberá designarse al Presidente y Secretario.

Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales.

R.O. No 631 - A.M. No 161 de fecha 31 de agosto del 2011

Art. 152.- El Reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales en el territorio nacional tomando en cuenta los procedimientos y normas técnicas previstas en las leyes de Gestión Ambiental y de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Art. 181.- Todo generador de desechos peligrosos y especiales es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad: obtener obligatoriamente el registro de generador, almacenar acorde a las normas establecidas, identificar, caracterizar los desechos peligrosos y/o especiales, realizar la entrega únicamente a gestores autorizados, elaborar, formalizar y custodiar el manifiesto único de entrega, realizar la declaración anual.

Acuerdo Ministerial 100-A que expide el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE)

Registro Oficial 174 de 01-abr.-2020

Art. 25.- Instrumentos Técnicos Ambientales. - Constituyen herramientas técnicas que en conjunto mantienen una unidad sistemática y se clasifican en:

1. Estudio de Impacto Ambiental;
2. Diagnóstico Ambiental;
3. Estudios Complementarios;
4. Auditoría Ambiental; y,
5. Plan de Manejo Ambiental y su actualización.

Art. 26.- Autorización Administrativa Ambiental. - Previo al inicio de cualquier proyecto, obra o actividad el Operador presentará a la Autoridad Ambiental Competente, el



Estudio Ambiental de las fases o fase Hidrocarburíferas que ejecutará y de otras actividades inherentes a la industria, que se desarrollen dentro de la instalación, facilidades, campo o bloque y sus actividades conexas, a fin de obtener una única Autorización Administrativa Ambiental por área geográfica.

El operador deberá incluir dentro del estudio como documento habilitante, una copia del contrato o de la resolución de asignación de bloque o campo, o de la autorización de operación o factibilidad, según corresponda, emitida por la Autoridad Nacional de Hidrocarburos.

El estudio se realizará de acuerdo con la norma técnica para regularización ambiental y deberá ser elaborado por consultores ambientales calificados.

Las Actualizaciones del Plan de Manejo Ambiental podrán ser elaboradas directamente por el Operador o a su nombre por un consultor ambiental calificado.

Las actividades de Magnetometría, Gravimetría, Aero gravimetría, Estudios de sensores remotos, Estudios geoquímicos de superficie en sus diferentes fases y tipos, y otras relacionadas con el diseño de prefactibilidad de la fase de exploración, no requiere la obtención de una Autorización Ambiental Administrativa para iniciar las mismas.

Art. 34.- Póliza o garantía bancaria. - El operador mantendrá en vigencia una sola póliza o garantía bancaria de responsabilidad ambiental por Autorización Administrativa Ambiental, durante el periodo de ejecución de su actividad y hasta su cese efectivo.

Cuando a través de los estudios ambientales, se modifique el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental inicialmente autorizado u otra de las condiciones que rijan la póliza de responsabilidad ambiental, el operador procederá con su actualización.

El cese efectivo de la póliza o garantía bancaria se producirá en los siguientes casos:

1. Ante la devolución del bloque, área o campo al Estado o el o cambio de operador a una empresa pública, cuando la Autoridad Ambiental Competente haya aprobado el informe de ejecución del plan de acción de la auditoría ambiental que corresponda; y,
2. Ante el cambio de operador entre empresas privadas, la póliza o garantía bancaria del anterior operador, cesará una vez que la Autoridad Ambiental Competente acepte la póliza presentada por el nuevo operador.

La póliza o garantía bancaria se ejecutará a requerimiento motivado de la Autoridad Ambiental Competente.

Los operadores de obras, proyectos o actividades continuarán presentando la póliza o garantía de fiel cumplimiento del plan de manejo ambiental hasta la expedición del instrumento normativo que regule la póliza o garantía por responsabilidades ambientales, de conformidad con lo establecido por el Código Orgánico del Ambiente.

**Acuerdo Ministerial 1257.
Reglamento de prevención,
mitigación y protección contra
incendios.**

**R.O. No 114 - A.M. 1257 de fecha 02 de
abril del 2009**

Art. 29.- Todo establecimiento de trabajo, comercio, empresas, alojamiento, concentración de público, parqueaderos, industrias, transportes, instituciones educativas públicas y privadas, hospitalarios, almacenamiento y expendio de combustibles, productos químicos peligrosos, de toda actividad que representen riesgos de incendio; deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados y a la clase de riesgo.



Art. 32.- Para el mantenimiento y recarga de extintores se debe considerar los siguientes aspectos:

a) La inspección lo realizará un empleado designado por el propietario, encargado o administrador, que tenga conocimiento del tema debidamente sustentado bajo su responsabilidad. Esto se lo hace para asegurar que el extintor esté completamente cargado y operable, debe estar en el lugar apropiado, que no haya sido operado o alterado y que no evidencie daño físico o condición que impida la operación del extintor. La inspección debe ser mensual o con la frecuencia necesaria cuando las circunstancias lo requieran mediante una hoja de registro;

b) El mantenimiento y recarga debe ser realizado por personas previamente certificadas, autorizadas por el cuerpo de bomberos de cada jurisdicción, los mismos que dispondrán de equipos e instrumentos apropiados, materiales de recarga, lubricantes y los repuestos recomendados por el fabricante;

c) Los extintores contarán con una placa y etiqueta de identificación de la empresa, en la que constarán los siguientes datos: fecha de recarga, fecha de mantenimiento, tipo de agente extintor, capacidad, procedencia e instrucciones para el uso, todos estos datos estarán en español o la lengua nativa de la jurisdicción;

d) Al extintor se lo someterá a una prueba hidrostática cada seis (6) años. Estarán sujetos de mantenimiento anual o cuando sea indicado específicamente luego de realizar una inspección;

e) Todos los extintores deben ser recargados después de ser utilizados o cuando se disponga luego

de realizada una inspección si el caso así lo amerita;

f) Los extintores cuando estuvieren fuera de un gabinete, se suspenderán en soportes o perchas empotradas o adosadas a la mampostería, a una altura de uno punto cincuenta (1.50) metros del nivel del piso acabado hasta la parte superior del extintor. En ningún caso el espacio libre entre la parte inferior del extintor y el piso debe ser menor de cuatro (4) pulgadas (10 centímetros); y,

El certificado de mantenimiento del extintor, será emitido por la empresa que realiza este servicio bajo su responsabilidad, con la constatación del Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción

Art. 106.- Del Mantenimiento. - El mantenimiento preventivo y correctivo de los ascensores y montacargas estará a cargo de las empresas calificadas y registradas, a través de su respectiva patente.

Art. 115.- Todas las edificaciones deben contar con los sistemas y equipos necesarios para la prevención y el combate de incendios, los cuales deben mantenerse en condiciones de ser operados en cualquier momento, debiendo ser revisados y aprobados periódicamente y contar con la autorización anual del Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción

Acuerdo Ministerial No. 026

R. O. No. 334, publicado el 12 de mayo del 2008

Art. 1.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente, de acuerdo al procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos determinado en el Anexo A.

ANEXO A

PROCEDIMIENTO DE REGISTRO DE GENERADORES DE DESECHOS



PELIGROSOS

Auerdo Ministerial No. 097-A

Registro Oficial 387, 4-XI-2015

El Acuerdo Ministerial expide entonces los siguientes Anexos:

O Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

1. Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;
2. Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;
3. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
4. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
5. Permisos de descarga;
6. Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;
7. Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

o Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados:

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS INTRODUCCIÓN

1. Establecer Normas de aplicación general para diferentes usos del suelo
2. Definir criterios de calidad de un suelo.
3. Establecer criterios de remediación para suelos contaminados.

O Anexo 3 Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Emisiones Al Aire Desde Fuentes Fijas: Norma De Emisiones Al Aire Desde Fuentes Fijas.

NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS INTRODUCCIÓN

La presente norma tiene como objeto principal la preservación de la salud pública, la calidad del aire ambiente, las condiciones de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de la concentración de emisiones de contaminantes al aire, producidas por las actividades de combustión en fuentes fijas tales como, calderas, turbinas a gas, motores de combustión interna, y por determinados procesos industriales donde existan emisiones al aire; así como los métodos y procedimientos para la determinación de las concentraciones emitidas por la combustión en fuentes fijas.



O Anexo 4 Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente Norma De Calidad Del Aire Ambiente O Nivel De Inmisión Libro Vi Anexo 4: Norma De Calidad Del Aire Ambiente O Nivel De Inmisión Libro VI Anexo 4

NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE O NIVEL DE INMISIÓN LIBRO VI ANEXO 4

INTRODUCCIÓN

1. Los objetivos de calidad del aire ambiente.
2. Los límites permisibles de los contaminantes, criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente.
3. Los métodos y procedimientos para la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

O Anexo 5 Niveles Máximos De Emisión De Ruido Y Metodología De Medición Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles Y Niveles: Niveles Máximos De Emisión De Ruido Y Metodología De Medición Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES

INTRODUCCIÓN

1. Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes fijas de ruido (FFR).
2. Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes móviles de ruido (FMR).
3. Los métodos y procedimientos destinados a la determinación del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR.

Guías y Norma Técnicas

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013. TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

Esta norma presenta medidas, requisitos y precauciones que deben considerarse para el Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, por lo que guarda relación con las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y eliminación de sustancias químicas peligrosas.

Esta norma técnica es de uso obligatorio.

2. ALCANCE

2.2 Esta norma se aplica a las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

6. REQUISITOS

6.1.7.10 Almacenamiento, c) Localización

c.1) Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que fabriquen o procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos.

c.2) Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición.

c.3) El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles.

c.4) El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada



de personas no autorizadas.

c.5) Situar en un terreno o área no expuesta a inundaciones.

c.6) Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.

6.1.7.11 Envases

f) La industria y el comercio, en coordinación con las autoridades competentes, deben reducir los peligros estableciendo disposiciones para almacenar y eliminar de forma segura los envases y determinar los lugares de disposición final.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2288:2000. PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES PELIGROSOS. ETIQUETADO DE PRECAUCIÓN. REQUISITOS

Esta norma expedida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) presenta medidas para Etiquetado de Precaución de Productos Químicos Industriales Peligrosos, como se definen en ella, usados bajo condiciones ocupacionales de la industria. Recomendamos solamente el lenguaje de advertencia, mas no cuándo o dónde deben ser adheridas a un recipiente.

4. Selección del texto de la etiqueta de precaución

4.1 Generalidades

4.1.1 La tabla 1 clasifica los productos químicos sobre la base de las propiedades peligrosas que son lo más frecuentemente encontradas. Opuesta a cada clase de riesgo se da una palabra clave, declaraciones de riesgo, medidas de precaución, y, en la mayoría de los casos, instrucciones en caso de contacto o exposición y notas adicionales. Las declaraciones de precaución aplicables deben ser seleccionadas de 4.2 a 4.8 y de las tablas 1, 2 y 3.

4.4.1 Tambores de metal (para líquidos o semilíquidos):

- Mantener bien tapado para impedir goteo.
- Mantener el tambor a la sombra y lejos del calor.
- Reducir la presión interna a la recepción y por lo menos hasta una semana después aflojando despacio el tapón y ajustando de inmediato. Los tambores deben ser asentados y sujetados al momento de recibir el contenido de otros recipientes.
- No dejar caer sobre o resbalar junto a objetos agudos o cortantes.
- Nunca usar presión para vaciar; el tambor no es un recipiente a presión.
- Mantener luces, fuego y chispas lejos de los tambores.
- El tambor no debe ser anegado ni usado para otros propósitos.
- Reemplazar los tapones después de cada retiro y regreso del tambor vacío.
- No exponer el tambor a la luz solar directa por períodos prolongados.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2841:2014 GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA LOS RECIPIENTES DE DEPÓSITOS Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

REQUISITOS

Esta norma establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y la recolección selectiva.

Esta norma se aplica a la identificación de todos los recipientes de depósito y



almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en las diversas fuentes: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Se excluyen los residuos sólidos peligrosos y especiales.

5. REQUISITOS

5.1. Generalidades

La separación en la fuente de los residuos, es responsabilidad del generador, y se debe utilizar recipientes que faciliten su identificación, para posterior separación, acopio, aprovechamiento (reciclaje, recuperación o reutilización), o disposición final adecuada. La separación garantiza la calidad de los residuos aprovechables y facilita su clasificación por lo que, los recipientes que los contienen deben estar claramente diferenciados.

5.2. Recipientes

Los recipientes de colores, deben cumplir con los requisitos establecidos en esta norma, dependiendo de su ubicación y tipo de residuos.

5.3. Centros de almacenamiento temporal y acopio

Los residuos deben ser separados y dispuesto en las fuentes de generación (Estación con recipientes de colores), ya sea en un área específica para el efecto, definida como un área concurrida o pública a la que todas las personas tienen acceso; o un área interna, definida como un área con acceso condicionado solo a personal autorizado y deben mantenerse separados en los centros de almacenamiento temporal y acopio.

6. CÓDIGO DE COLORES

6.1 Clasificación general

6.2 Clasificación específica

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN ISO 3864-1 SÍMBOLOS GRÁFICOS. COLORES DE SEGURIDAD Y SEÑALES DE SEGURIDAD

Esta norma presenta medidas para los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

5. Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad

El significado general asignado a figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste, se presenta en las tablas 1 y 2.

6. Diseño para señales de seguridad

6.2 Señales de prohibición

6.3 Señales de acción obligatoria

6.4 Señales de precaución

6.5 Señales de condición segura

6.6 Señales de equipo contra incendios

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para desarrollar el diseño hidráulico y verificar el cumplimiento de los estándares de servicio y calidad que toda Municipalidad o Empresa de Agua y Saneamiento debe ofrecer a sus usuarios en general, incluyendo el diseño tubo a tubo bajo condiciones de flujo uniforme y la comprobación de diseño del sistema de alcantarillado operando como un todo, bajo condiciones de flujo gradualmente variado o de flujo no permanente. Las NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.



establecen los mecanismos, procedimientos y metodologías para la elaboración de los parámetros de diseño para los sistemas de recolección y transporte de aguas residuales urbanas.

1.9.1.1 Periodo de diseño

Con lo definido (periodo de análisis y diseño), el período de diseño debe ser de 20 años, según lo estipulado en las normas, esto asegura una economía de escala adecuada; por lo tanto, el horizonte de proyecto será el año 2041, considerando como año de inicio 2022.

1.9.1.2 Área de diseño del alcantarillado

Este sector se encuentra ubicado en la Parroquia Chanduy del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, que se encuentra localizada en el siguiente cuadro de coordenadas.

Figura 1-3. Área del proyecto de AASS Comuna Rio Verde

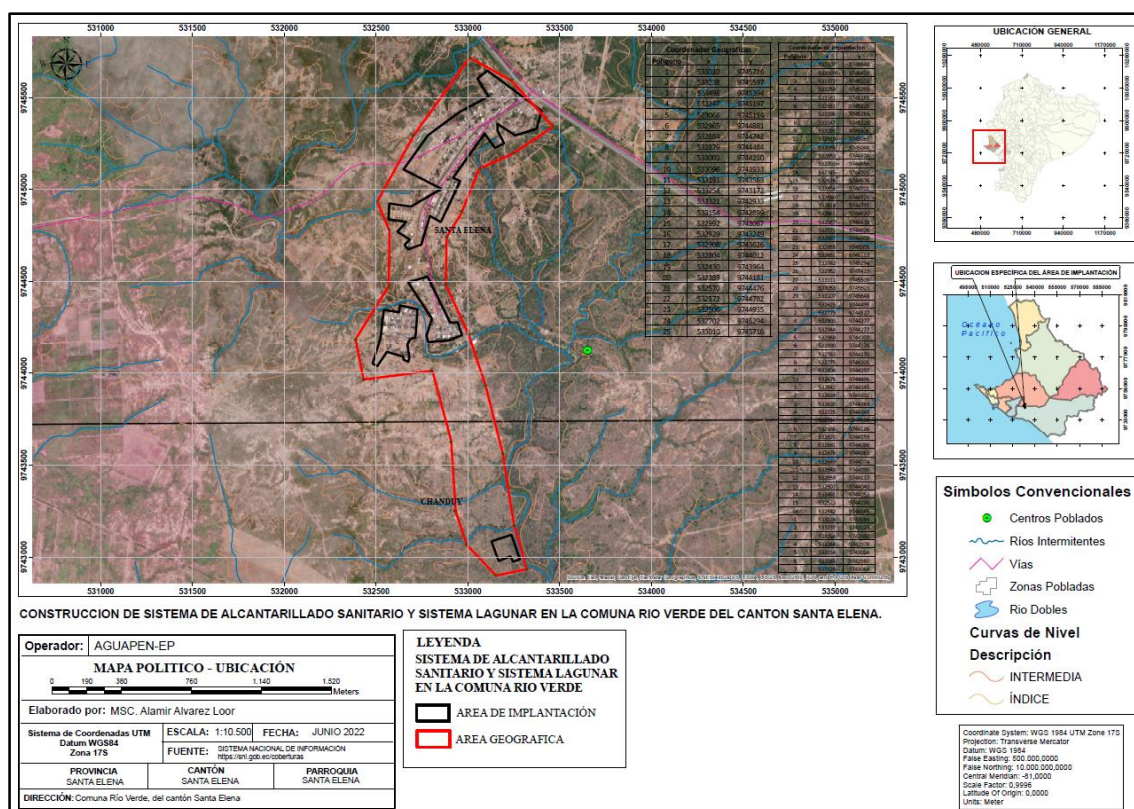


Tabla 1-3. Coordenadas de ubicación del proyecto AASS Comuna Rio Verde

AREA DE DISEÑO 1					
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	533107	9745648	15	532676	9744676



2	533399	9745430	16	532656	9744701
3	533372	9745333	17	532680	9744725
4	533258	9745293	18	532618	9744772
5	533221	9745355	19	532661	9744820
6	533161	9745325	20	532567	9744838
7	533196	9745253	21	532571	9744926
8	533147	9745228	22	532687	9744909
9	533092	9745306	23	532755	9745005
10	532919	9745065	24	532651	9745112
11	532956	9745048	25	532782	9745294
12	532853	9744824	26	532952	9745423
13	532792	9744856	27	533111	9745509
14	532745	9744701	28	533053	9745603

AREA DE DISEÑO 2		
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	532675	9744495
2	532779	9744527
3	532903	9744277
4	532944	9744277
5	532968	9744207
6	532890	9744178
7	532783	9744170
8	532775	9744205
9	532804	9744297
AREA DE DISEÑO 3		
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	532542	9744345
2	532624	9744332
3	532630	9744369
4	532725	9744348



5	532714	9744196
6	532686	9744186
7	532670	9744159
8	532681	9744086
9	532676	9744063
10	532649	9744074
11	532648	9744090
12	532559	9744117
13	532507	9744040
14	532481	9744053
15	532523	9744190

1.9.1.3 Densidad y población de diseño

Para establecer la población de diseño se tomó como datos las familias existentes en la Comuna Rio Verde y aplicando los siguientes parámetros tal como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 1-4. Datos de para proyección

CANTON:	Santa Elena	
SECTOR:	Rio Verde	
PROYECTO:	Alcantarillado sanitario de la Comuna Rio Verde Cantón de Santa Elena	
AÑO:	2021	
NUMERO DE FAMILIAS:	403	Viviendas
DENSIDAD POR VIVIENDA:	4	Habitantes/Viviendas
POBLACION ACTUAL:	1612	Habitantes
TASA DE CRECIMIENTO (GEOMETRICO):	0.02	Adimensional
TASA DE CRECIMIENTO (LINEAL):	2.8	Adimensional
DOTACION:	130	L/hab*día
K (MAXIMO DIARIO):	1.3	Adimensional
K (MAXIMO HORARIO):	2	Adimensional
COEFICIENTE DE RETORNO	0.8	
CAUDAL DE INFILTRACION	0.1	l/s *Ha



CAUDAL DE CONEXIONES ILICITAS	0.1	l/s *Ha
AREA DE APORTACION	29	Ha

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

En la tabla que se muestra a continuación se puede apreciar los datos de cálculo de población futura y caudales para el sector de Río Verde aplicando el factor de Harmon para el caudal máximo.

Tabla 1-5. Densidad y población futura

Coefficiente de mayoración (año 2041)	FACTOR DE HARMON		3.523					
1.1 Calculo de población futura y caudales para el sector de Rio Verde del Cantón de Santa Elena								
AÑO	METODO GEOMETRICO	METODO ARITMETICO	POBLACION FUTURA	AGUA SERVIDA				
				CAUDAL DE POBLACION (L/s)	CAUDAL MAXIMO INSTANTANEO (l/s)	CONEXIONES ILICITAS	CAUDAL DE INFILTRACION	CAUDAL DE DISEÑO DE TUBERIAS
2021	1612	1612	1612	1.94	6.835	2.9	2.9	12.635
2022	1645	1615	1645	1.98	6.976	2.9	2.9	12.776
2023	1678	1618	1678	2.02	7.116	2.9	2.9	12.916
2024	1711	1621	1711	2.06	7.257	2.9	2.9	13.057
2025	1745	1624	1745	2.1	7.398	2.9	2.9	13.198
2026	1780	1626	1780	2.143	7.55	2.9	2.9	13.35
2027	1816	1629	1816	2.186	7.701	2.9	2.9	13.501
2028	1852	1632	1852	2.229	7.853	2.9	2.9	13.653
2029	1889	1635	1889	2.274	8.011	2.9	2.9	13.811
2030	1927	1638	1927	2.32	8.173	2.9	2.9	13.973
2031	1966	1640	1966	2.366	8.335	2.9	2.9	14.135
2032	2005	1643	2005	2.413	8.501	2.9	2.9	14.301
2033	2045	1646	2045	2.462	8.674	2.9	2.9	14.474
2034	2086	1649	2086	2.511	8.846	2.9	2.9	14.646
2035	2127	1652	2127	2.56	9.019	2.9	2.9	14.819
2036	2170	1654	2170	2.612	9.202	2.9	2.9	15.002
2037	2213	1657	2213	2.664	9.385	2.9	2.9	15.185
2038	2258	1660	2258	2.718	9.576	2.9	2.9	15.376
2039	2303	1663	2303	2.772	9.766	2.9	2.9	15.566
2040	2349	1666	2349	2.828	9.963	2.9	2.9	15.763
2041	2396	1668	2396	2.884	10.16	2.9	2.9	15.96

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Para poder obtener el factor de mayoración se aplicó la siguiente ecuación de Harmon.

$$F = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Siendo

F: El Factor de mayoración

P: Población Futura



1.9.1.4 Dotación de diseño

Para hallar la dotación de diseño se tomó datos históricos que reposan en archivos de la empresa Aguapen E.P, teniendo como resultado un valor de dotación media igual a 130 l/hab/día el cual será fue utilizado para el cálculo de los caudales para el diseño.

1.9.1.5 Caudal de diseño

El caudal de diseño para cada una de las tuberías que conforman la red de alcantarillado de aguas residuales corresponde a la suma del caudal máximo horario final del día de mayor consumo de agua potable, más los aportes de caudal de infiltración y caudal de aguas lluvias por conexiones erradas.

Caudal de la población (Q). - Se lo calcula por medio de la ecuación 2.11 donde interviene el coeficiente de retorno (cr) el consumo (D, dotación de agua potable) y la densidad (Den), y esta expresado en l/s.

$$Q = \frac{cr * D * Den}{86400} \quad (2.11)$$

Porcentaje de área. - Es el aporte de área en porcentaje medido de plano en relación a los aportes que recibe cada colector.

Caudal medio diario Qi. - Se suma el aporte aferente más los caudales recibidos por el colector aguas arriba mediante la fórmula 2.13, y se expresa en l/s.

$$Q_i = q_i * A_i + \sum Q_{\text{Aguas arriba}} \quad (2.13)$$

Coeficiente de mayoración (M) .- Se lo determina con la fórmula 2.3. Factor de mayoración de Harmon.

Caudal máximo horario (QMH) .- Es el producto del caudal medio diario con el coeficiente de mayoración

Coeficiente de infiltración. - Se determina el coeficiente de infiltración con la permeabilidad de acuerdo al estudio de suelos si es alta media o baja.

Coeficiente de infiltración. - Es el producto de área total drenada con el coeficiente de infiltración.

Coeficiente de conexiones erradas. - Si existe alcantarillado pluvial se adopta 0.2 l/s*HA, si no existe el valor será 2 l/s*HA.

Caudal de conexiones erradas. - Es el producto de área total drenada con el coeficiente de conexiones erradas.

Caudal de evaluación. - Suma del caudal máximo horario, infiltración y conexiones erradas.



1.9.2 Especificaciones hidráulicas de diseño

1.9.2.1 Velocidades mínimas

La velocidad mínima en tuberías es un parámetro que se establece en sistemas de recolección de aguas residuales domesticas para poder controlar la sedimentación de los sólidos transportados y asegurar las características de auto limpieza, los valores mínimos de velocidades que recomiendan los diferentes autores se muestran a continuación:

- Según el CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 - 601 NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES define que “para que un sistema de alcantarillado tenga un correcto funcionamiento se debe evaluar que las velocidades de diseño no sean menores a 0.45 l/s y de preferencia mayores a 0.6 l/s”.
- Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. detalla “Con el fin de mantener limpias las tuberías y lavar los sólidos depositados durante períodos de bajo caudal, se debe establecer una velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida para una tubería de alcantarillado de aguas residuales de EPM es 0.45 m/s, para las condiciones encontradas al final del período de diseño”.
- (Waring Jr, 1879), en su libro Alcantarillado y desagüe de tierras determina que la velocidad mínima no debe ser menor a 0.45 o 0.5 m/s en las tuberías de alcantarillado sanitario.
- (OPS CEPIS, 2005), Macedo en su libro “Calculo do escoamento na rede de esgotos sanitarios do sistema absoluto” en base al expertísimo brasileño determina que el valor mínimo de velocidades en sistemas de alcantarillado debe ser de 0.6 m/s.
- (OPS CEPIS, 2005), Metcalf y Eddy (1995) en su libro “ingeniería de aguas residuales metcalf & eddy” establece que la velocidad mínima en la que puede funcionar la red de alcantarillado es de 0.3 m/s.
- (Azevedo Netto, 1992), la velocidad del flujo debe ser superior a 0.5 m/s para que el sistema tenga una óptima funcionalidad.
- En el libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados” se establece que para sistemas de recolección y transporte de aguas residuales domesticas se debe considerar como mínimo que el flujo mantenga una velocidad de 0.45 m/s, (López Cualla, 2003).

En el presente trabajo para realizar el diseño definitivo, en base a la literatura técnica redactada se determina verificar que las velocidades mínimas sean superiores a 0.45 m/s, para impedir la sedimentación en las tuberías.

1.9.2.2 Velocidades máximas

- Según el CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 - 601 NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES define que las velocidades máximas para tuberías de plástico no deben ser mayor a 4.5 l/s.



- Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. detalla " Los valores de la velocidad máxima deben quedar justificados, desde la etapa de diseño, teniendo en cuenta los manuales técnicos de los fabricantes de las tuberías, y deben ser aprobados por EPM. La velocidad media máxima será de 5 m/s para tuberías de concreto, GRP y acero, y de 10 m/s para tuberías plásticas de polietileno y pvc".

En el presente trabajo para realizar el diseño definitivo, en base a la literatura técnica redactada se determina verificar que las velocidades máximas no superen los 4.5 m/s.

1.9.2.3 Esfuerzo cortante

El área mojada que flujo recorre a lo largo de una tubería produce una fuerza tangencial en sentido contrario al material transportado, a esta fuerza se la denomina esfuerzo cortante, (OPS CEPIS, 2005). Este parámetro controla la sedimentación, erosión en tuberías además sirve para el criterio de auto limpieza en las redes. Los valores mínimos de esfuerzo cortante que recomiendan los diferentes autores se muestran a continuación:

- (OPS CEPIS, 2005), determina que el valor de esfuerzo cortante en colectores de arranque que por lo general presentan bajos caudales el valor mínimo que debe presentarse es de 0.6 Pa. Además, recomienda que los demás tramos se trabajen con un esfuerzo cortante mínimo de 1 Pa.
- (López Cualla, 2003). En el libro "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados" determina que el valor mínimo para esfuerzo cortante es de 1.2 Pa.
- (Tercero Talavera, 2010), referencia que Mara Duncan en su libro "Water Supply and Sanitation y su discurso UN-Habitat en diciembre del 2006, establece que el valor mínimo de tensión tractiva debe ser de 1 o 1.5 Pa.

En el presente trabajo para realizar el diseño definitivo, se plantea controlar que el valor del esfuerzo cortante este por encima de 1 Pa.

1.9.2.4 Tirante de agua

Según el CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 - 601 NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A

1000 HABITANTE define que las tuberías de una red no deben trabajar llenas asegurando un borde libre que permita la adecuada ventilación de gases tóxicos nocivos y perjudiciales para la salud. A continuación, se tiene la sugerencia bibliográfica en referencia a este criterio:

- (OPS-OMS-BVSDE, 2015), determina que el tirante máximo H/D máximo recomendado debe ser inferior al 90 %, en el caso de tener una relación en valores de 75 al 90 % se debe adoptar un diámetro mayor al que resultase del cálculo obtenido de la fórmula de Manning.
- (OPS CEPIS, 2005), en cuanto al criterio de tirante de agua determina que la relación H/D debe estar en el rango de 20% como mínimo y un máximo de 80 %.



Para el presente diseño se controla que el tirante de agua tenga una relación máxima del 80%.

1.9.2.5 Criterios generales de diseño

Según la recomendación de la normativa existente indica la red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,3 m cuando ellas sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen. El diseño contempla recubrimientos mayores a 1.25 m, se ha realizado el trazado en evitar la menor afectación posible con el agua potable, en los lugares que se pudo identificar se cumpliendo la recomendación de la normativa

Según la recomendación de la normativa existente indica las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo, el alcantarillado terciario existente estuvo diseñado para el abastecimiento al 100 % de la población en el presente estudio se ha propuesto mantener en lo general el mismo trazado, como se expuso en el párrafo anterior el recubrimiento mínimo es de 1.25 m.

Según la recomendación de la normativa existente indica el diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 0,2 m para alcantarillado sanitario, el diámetro mínimo de colectores es de 0.25 m.

Como lo recomienda la normativa vigente la conexión de las descargas domiciliarias en los colectores se hará: mediante una pieza especial que garantice la estanqueidad de la conexión, así como el flujo expedito dentro de la alcantarilla; o a través de ramales laterales. Estos ramales se instalarán en las aceras y receptorán todas las descargas domiciliarias que encuentren a su paso, los ramales laterales descargarán en un pozo de revisión del colector. La conexión de las descargas domiciliarias con los ramales laterales se la hará a través de las cajas domiciliarias o de piezas especiales que permitan las acciones de mantenimiento. El diámetro mínimo de los ramales laterales (red terciaria) será de 150 mm. En el presente diseño se considera un diámetro mínimo de 160 mm interno para redes terciarias con una pendiente mínima del 0.5 % y para tirantes de 200 mm interno con una pendiente mínima del 1.

Como lo recomienda la normativa vigente el diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado puede realizarse utilizando la fórmula de Manning, el método utilizado en el programa corresponde a esta recomendación

Como lo sugiere la normativa vigente para la selección del material de las tuberías se considerarán las características físico-químicas de las aguas y su septicidad; la agresividad y otras características del terreno; las cargas externas; la abrasión y otros factores que puedan afectar la integridad del conducto.



Como lo sugiere la normativa vigente En sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza. En el diseño todos los tramos cumplen con esta disposición.

1.9.2.6 Perfiles hidráulicos

Como lo determina la normativa vigente en el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.

1.9.3 Diseño del sistema de pre tratamiento

1.9.3.1 Estructura de llegada

Se determina la construcción de una cámara de llegada que reciba las aguas servidas recolectadas por el sistema terciario y dirigido hacia los colectores a implementar.

1.9.3.2 Canaletas Parshall de Flujo Libre

Caudal máximo y caudal mínimo

Hemos considerado el caudal máximo como el caudal máximo horario igual a 0.13 m³/s (comprende el caudal medio mayorado por el coeficiente de mayoración, más el caudal de infiltración y conexiones erradas) y como caudal mínimo se utiliza el mínimo caudal de la siguiente tabla donde se muestran los rangos de caudales para canaletas (Marais y Van Haandel, 1996).

Tabla 1-6. Muestra rangos de caudales para Canaletas Parshall con flujo libre

Ancho de Garganta, W m	Q _{min}		Q _{max}	
	m ³ /s	m ³ /día	m ³ /s	m ³ /día
0.076	0.0008	69	0.0538	4,648
0.152	0.0015	130	0.1104	9,539
0.229	0.0025	216	0.2519	21,764

0.305	0.0031	268	0.4556	39,364
-------	--------	-----	--------	--------

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

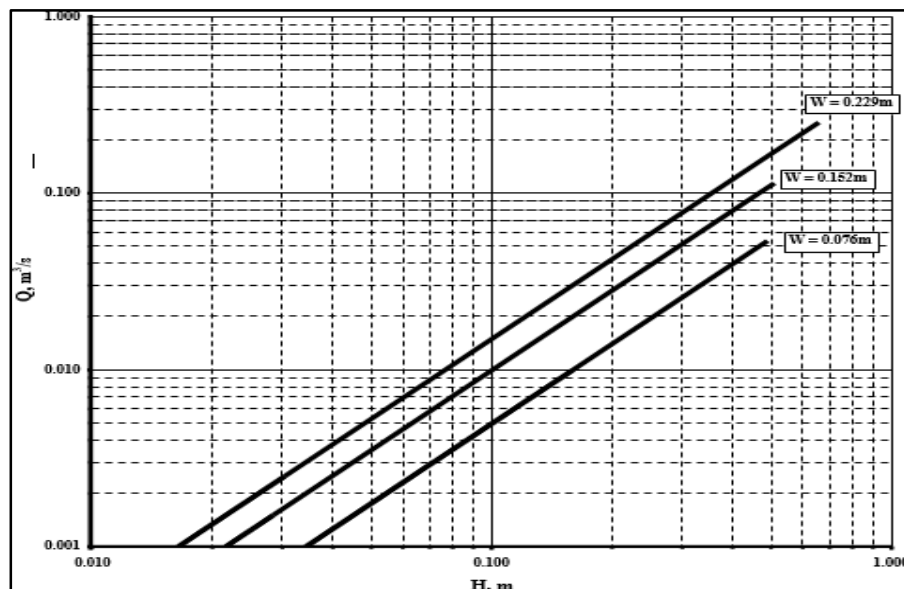
En la siguiente figura, se muestra la relación entre Q y H para varios anchos de garganta de canales Parshall donde se puede determinar:

W = Ancho de la garganta = 0.152 m (adoptado)

Q max = Caudal máximo de diseño = 0.13 m³/s

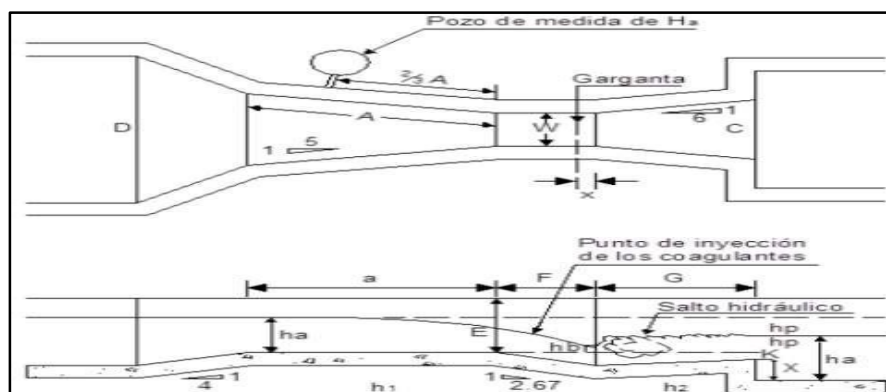
Donde se puede determinar la carga H max = 0.50 m; que es la carga en el canal del desarenador aguas arriba de una canaleta Parshall con flujo libre.

Figura 1-4. Muestra caudal versus carga, en el canal del desarenador aguas arriba de una canaleta Parshall, con determinado ancho de garganta.



Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Figura 1-5. Muestra Dimensionamiento de medidores Parshall



Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP



Tabla 1-6. Dimensiones típicas de Medidores Parshall

W	(Cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1"	2.5	36.6	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
3"	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	15.2	62.1	61.0	39.4	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	61.0	45.7	7.6	22.9
1'	30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1 1/2'	45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Para el presente proyecto se tomaron las medidas propuestas en el libro de Acevedo típicas de medidores Parshall, vistas en la tabla 5.5 El rango de caudales asume que la canaleta debe tener dimensiones que correspondan al ancho de garganta igual a 15.2 cm.

1.9.3.3 Desarenador rectangular

Resalto (Z)

El resalto, Z, es la diferencia entre la canaleta Parshall y el canal del desarenador, se determina mediante la ecuación (Babbitt y Baumann, 1958; Gloya v Van Haandel, 1996).

$$Z = ((R^{1/3} - 1)/R) * 1.1 * (Q_{max}/W^{2.27})^{2/3}$$

Donde:

R = Relación entre Q max / Q min

$$R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$$

$$R = \frac{0.13 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0015 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$R = 87$$

Remplazando para encontrar el resalto



$$Z = \left(\frac{8^{\frac{1}{3}} - 1}{87} \right) * 1.1 * \left(\frac{0.13}{2.27 * 0.152 \text{ m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$Z = 0.0226 \text{ m}$$

Profundidad máxima del canal desarenador (P max)

Se determina mediante:

$$P \text{ max} = H \text{ max} - Z$$

$$P \text{ max} = 0.50 \text{ m} - 0.022 \text{ m}$$

$$P \text{ max} = 0.48 \text{ m}$$

Ancho del canal del desarenador (Ad):

$$Ad = \frac{Q \text{ max}}{P \text{ max} * V \text{ max}}$$

Se la determina a través de la siguiente formula:

Donde:

V max = Velocidad horizontal máxima a través del desarenador = 0.3 m/s

$$\frac{0.13 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.48 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.3 \text{ m}}$$

$$Ad = 0.902 \text{ m} = 0.95 \text{ m}$$

Longitud del desarenador (L)

La ecuación para determinar la longitud del desarenador es basada en el criterio que la velocidad horizontal crítica para partículas de 0.2 mm de diámetro con gravedad específica de 2.65 para evitar arrastre por el fondo del desarenador es 0.23 m/s (ASCE/WPCF, 1977; Marais y Van Haandel, 1996).

$$45 V \text{ max} \leq L \leq 60 V \text{ min}$$

Donde:

V max = Se recomienda seleccionar 0.3 m/s para V max V min = 0.24 m/s para evitar arrastre en el fondo.

$$45 (0.3 \text{ m/s}) \leq 60 (0.24 \text{ m/s})$$

$$13.5 \text{ m} \leq L \leq 14.4 \text{ m}$$

$$L = 14 \text{ m}$$



Volumen de solidos arenosos acumulados (V_{sa})

Se asume que el tiempo de limpieza (T_{op}) es de 15 días y la carga de solidos arenosos (C_{sa}) es de 0.085 m³ / 1000 m³

El volumen de los sólidos arenosos se determina mediante la expresión:

$$V_{sa} = \frac{T_{op} * Q_{med} * C_{sa}}{1000}$$
$$V_{sa} = \frac{15 \text{ días} * 0.056 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 * 0.085}{1000}$$
$$V_{sa} = 6.17 \text{ m}^3$$

Profundidad de solidos arenosos acumulados (P_{sa})

$$V_{sa} = \frac{T_{op} * Q_{med} * C_{sa}}{1000 * A_d * L}$$
$$V_{sa} = \frac{15 \text{ días} * 0.056 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 * 0.085}{1000 * 0.95 \text{ m} * 14 \text{ m}}$$
$$V_{sa} = 0.46 \text{ m}$$

Dimensionamiento del Desarenador

El desarenador tiene dos cámaras con igual ancho correspondientes ambos a las siguientes dimensiones:

- Ancho del canal desarenador (A_d) = 950 mm
- Longitud del desarenador (L) = 14000 mm
- Profundidad del Desarenador = 800 mm

Canal aguas debajo de la canaleta parshall

Se diseña la cota del canal aguas abajo de la canaleta Parshall para que la carga en el canal sea ≤ 0.60 de la carga en el desarenador (H_{max}), todas medidas con referencia a la base de canaleta Parshall, para asegurar flujo libre en la canaleta Parshall.

1.9.3.4 Carga en el canal (H_c)

$$H_c = 0.6 * H_{max}$$

$$H_c = 0.6 * 0.50 \text{ m}$$

$$H_c = 0.1 \text{ m}$$



Dimensionamiento del canal aguas abajo de la canaleta:

- Ancho del canal (A_c) = 600 mm
- Longitud del canal (L) = 1500 mm
- Profundidad del canal (H_c) = 800 mm

1.9.3.5 Rejilla

Tabla 1-8. Diseño de rejillas

Parámetro	Norma Recomendada
Forma de barra	Rectangular No debe utilizar barras de refuerza
Ancho de barra	5—15 mm
Espesor de barra	25—40 mm
Espaciamiento (abertura) entre barras	25—50 mm 50 mm recomendado para que las heces humanas pasen por las barras
Inclinación con la vertical	45—60
Plataforma de drenaje	Suficiente para el almacenamiento temporal del material retenido en condiciones sanitarias
Canaleta de desvío (By-pass)	Suficiente para desviar el caudal máximo durante una emergencia
Material de construcción de barras y plataforma de drenaje	Acero inoxidable o galvanizado; aluminio
Velocidad de aproximación	0.45 m/s
Tiempo de retención en canal de aproximación	≥ 3 s
Largo de canal de aproximación	≥ 1.35 m
Velocidad a través de las barras	≤ 0.6 m/s para caudal promedio ≤ 0.9 m/s para caudal máximo
Pérdida de carga máxima	0.15 m
Cantidades de material retenido	0.008—0.038 m ³ /1,000 m ³
Disposición final de residuos	Solución técnica utilizando métodos sanitarios

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP



Dimensionamiento de rejillas:

- Ancho de cada barra (A_b) = 10 mm
- Espesor de la barra (E_s) = 30 mm
- Separación de barras (E_b) = 50 mm
- Longitud de cada barrote (L_b) = 1100 mm

Perdidas atreves de las rejillas (h_f)

Las pérdidas de carga se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$V_{sa} = \frac{1}{0.7} * \frac{V_{max}^2 - V_a^2}{2g}$$

Donde:

V_r = Velocidad max atreves de la rejilla =

$$V_{sa} = \frac{1}{0.7} * \frac{(6m/s)^2 - V_{0.5m/s}^2}{2 * 9.81}$$

$$V_{sa} = 0.008m$$

1.9.3.6 Canal de aproximación antes de la rejilla

Ancho del canal

$$Ac = \left(\frac{Q_{max}}{0.6 * P_{max}} \right) * \left(\frac{ab + eb}{eb} \right)$$

$$Ac = \left(\frac{0.013 \frac{m^3}{s}}{0.6 * 0.48m} \right) * \left(\frac{10mm + 50mm}{50mm} \right)$$

$$Ac = 0.54 m$$

Velocidad del canal de aproximación (V_a)

Se asume que la velocidad máxima (V_{max}) es igual a 0.6 m/s

$$Ac = \frac{V_{max}}{\frac{ab + eb}{eb}}$$

$$Ac = \frac{0.54 m/s}{\left(\frac{10 mm + 50 mm}{50 mm} \right)}$$

$$Ac = 0.45 m/s$$

Los canales de aproximación deben tener una velocidad de 0.45 m/s para que los sólidos arenosos no sedimenten y la velocidad atreves de las barras no excedan los



0.6 m/s. También, los canales deben tener un tiempo de retención hidráulica mínimo de 3 s y un largo mínimo de 1.35 m, para asegurar una velocidad uniforme a través de las barras.

Dimensionamiento del canal antes de las rejillas:

- Ancho del canal (A_c) = 600 mm
- Profundidad del canal (E_s) = 800 mm
- Longitud del canal (L_c) = 1400 mm

1.9.4 Diseño del sistema de tratamiento

1.9.4.1 Fundamentos para el dimensionamiento de lagunas de estabilización

1.9.4.1.1 Clasificación en función del lugar.

Primarias. - Se nombran así porque reciben el agua residual cruda y pueden ser lagunas facultativas o anaerobias.

Secundarias. - Cuando se recibe agua residual de un estanque primario o cualquier otro proceso de tratamiento.

Pulimiento o maduración. - Estas lagunas se utilizan cuando se pretende disminuir la concentración de coliformes fecales y son la última etapa del tratamiento con sistemas lagunares.

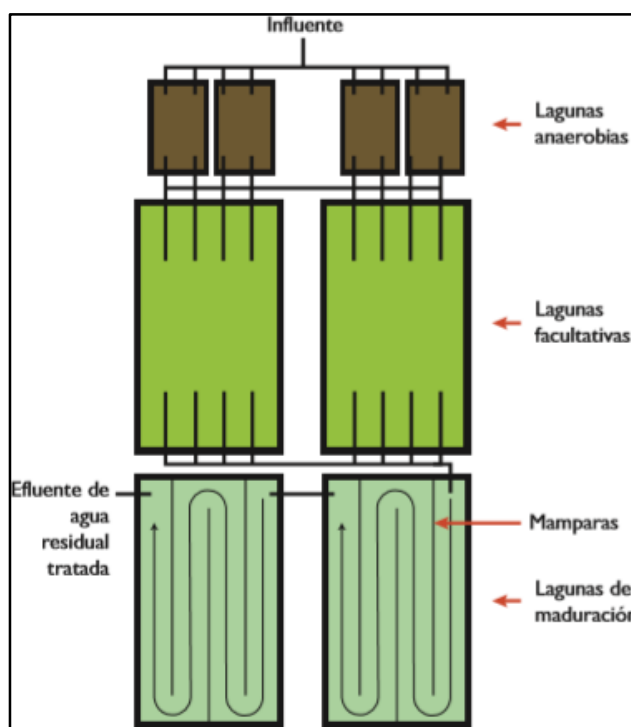
Alta tasa. - Son de poca profundidad y se utilizan principalmente para la producción de algas.

1.9.4.1.2 Clasificación de acuerdo con la secuencia de las unidades de tratamiento

Lagunas en serie. - En esta categoría se incluyen sistemas de tratamiento seguidos; es decir: anaerobia, facultativa y maduración, aunque también puede considerarse una laguna facultativa seguida de otra facultativa y luego una de maduración. Cuando se diseña solo una laguna, debe considerarse la facultativa.

Lagunas en paralelo. - Con el propósito de llevar a cabo un adecuado mantenimiento del sistema lagunar, se recomienda incluir en la construcción series de lagunas en paralelo. Según Metcalf y Eddy (1991), cuando se requiera una eficiencia mayor en la eliminación de contaminantes, en el diseño debe considerarse un arreglo de tres lagunas: anaerobia, facultativa y maduración, como se ilustra en la siguiente imagen.

Figura 1-7. Secuencia de las unidades de tratamiento



Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Funcionamiento

Las lagunas de estabilización constituyen el método más sencillo de tratamiento de aguas residuales. Estas remueven, principalmente, la materia orgánica y los coliformes fecales (Rolim, 2000)

1.9.4.1.3 Lagunas Anaerobias

Este tipo de estanques requieren pequeñas áreas, no se generan algas y tampoco existe un proceso fotosintético; es decir, no existe oxígeno disuelto. Las bacterias, huevos de helmineto y protozoarios son depositados en el fondo. Luego, son removidos por el proceso anaeróbico que se realiza. La eficiencia en la eliminación de los organismos indicados depende principalmente del tiempo de retención hidráulico (de uno a cinco días). El propósito de las lagunas anaerobias es el desbaste de la materia orgánica, por lo que pueden recibir altas concentraciones de cargas orgánicas: la remoción de la DBO₅ se lleva a cabo debido a la sedimentación de sólidos y el proceso anaerobio (Rolim, 2000). Los estanques anaerobios generan malos olores debido a la producción de sulfuro de hidrógeno (Mara et ál., 1992; Rolim, 2000). Según Kalbermatten et ál. (1982), la cinética de remoción de la DBO en una laguna anaerobia es similar al efectuado en un digestor convencional anaerobio. El tratamiento del agua residual en lagunas anaerobias necesita de dos condiciones importantes: a) como ya se indicó, no debe contener oxígeno disuelto en el fondo de la laguna, y b) la

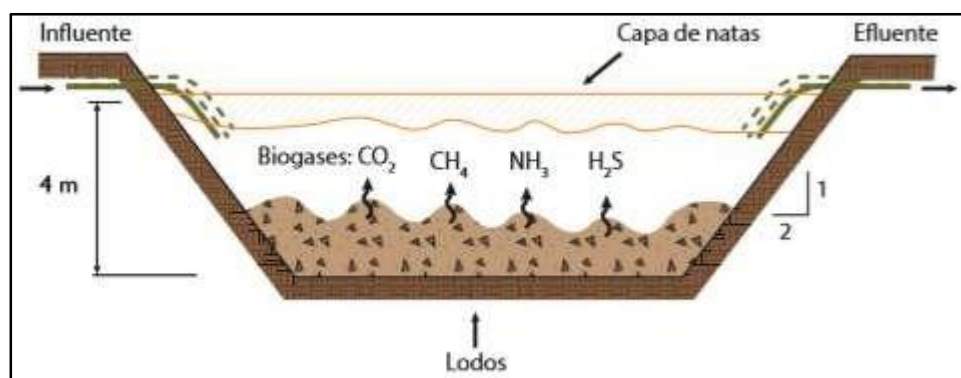
temperatura debe ser mayor a 15 °C. Una vez establecidas las condiciones anteriores, la materia orgánica pasa por las siguientes etapas:

Licuefacción. La materia orgánica presente es modificada por hidrólisis: las bacterias facultativas convierten los carbohidratos y gases en ácidos grasos. En esta etapa todavía no se presenta la remoción de la materia orgánica.

Gasificación. En esta etapa se lleva a cabo la remoción de la materia orgánica: las bacterias anaerobias generan gas metano (CH_4). Luego, el carbono orgánico (C) es convertido a bióxido de carbono (CO_2); de esta manera se presenta la reducción de la materia orgánica.

Las profundidades sugeridas son de 3.0 a 5.0 metros, y la recomendación de tiempo para realizar el desazolve, considerando una operación continua, es de dos a cuatro años (Rolim, 2000). En la siguiente figura se muestra el proceso de una laguna anaerobia.

Figura 1-8. Proceso de la laguna aerobia

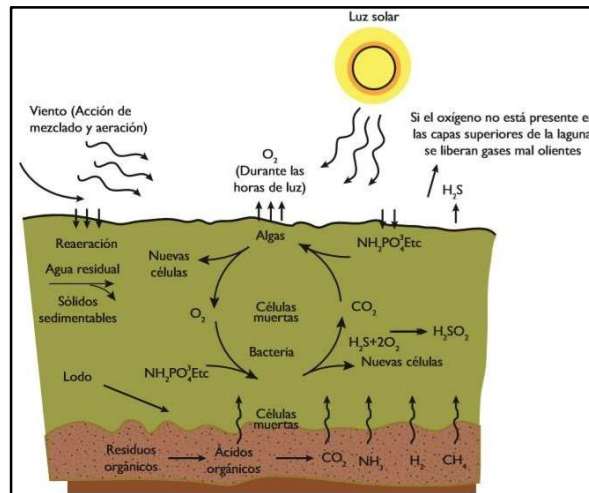


Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

1.9.4.1.4 Lagunas Facultativas

El tratamiento del agua residual en lagunas facultativas considera tres zonas: a) se establecen condiciones aerobias en la parte superior; es decir, existe oxígeno disuelto, b) una parte facultativa intermedia en donde las bacterias aerobias, anaerobias y facultativas (las bacterias facultativas pueden vivir tanto en condiciones anaerobias como aerobias) llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica (DBO), y c) una zona anaerobia en la parte inferior de la laguna, donde los sólidos que sedimentan se descomponen de manera fermentativa. Ver siguiente figura.

Figura 1-9. Proceso de lagunas facultativas



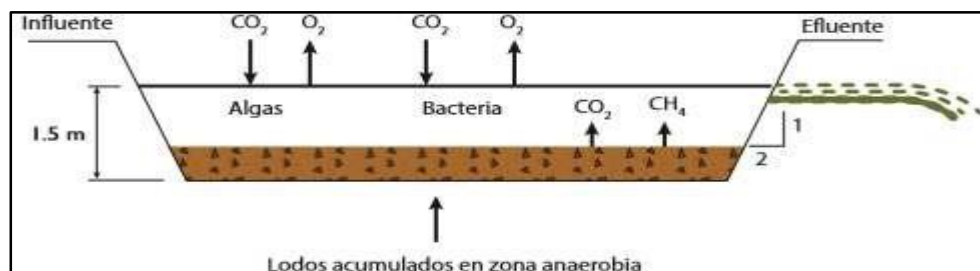
Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Los factores ambientales que favorecen el adecuado proceso son: radiación solar, sedimentación, elevado potencial de hidrógeno (pH), altas concentraciones de oxígeno disuelto y tiempo de retención hidráulico, entre otros. El pH determina el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Este puede encontrarse entre un rango de 0 a 14. Si el valor es 0, se dice que muy ácido; mientras que el 14 indica una alta alcalinidad. Una condición neutra se considera 7 (EPA, 1999).

La profundidad sugerida es de 1.5 a 2.5 metros. Si el proyecto solo considera lagunas facultativas y de maduración; es decir, lagunas facultativas como primarias, la profundidad mínima recomendada es de 1.5 metros.

Las algas, en este tipo de estanques, se generan por el contenido de nitrógeno, fósforo y carbono en el agua residual; luego, las algas producen oxígeno debido a la fotosíntesis. Enseguida, el oxígeno generado es usado por las bacterias aerobias; de esta forma se elimina la DBO. Después, las bacterias producen gas carbónico que, a su vez, es utilizado por las algas. Por dichas razones es que existe una relación simbiótica entre algas y bacterias (Gloyna, 1971; Feachem, et ál., 1977; Rolim, 2000; Oakley, 2005). Ver siguiente figura.

Figura 1-10. Ingreso y Salida en lagunas facultativas



Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP



1.9.4.1.5 Lagunas de Maduración o Pulimiento

Las condiciones del tratamiento son totalmente aerobias en toda la laguna. El propósito es reducir los coliformes fecales hasta cumplir con la norma de descarga del agua residual tratada a los cuerpos receptores. Los factores que intervienen para el tratamiento son: potencial de hidrogeno alto, rayos ultravioletas del sol, existencia de depredadores, existencia de oxígeno disuelto y carencia de nutrientes. Las lagunas de maduración o pulimiento pueden recibir aguas residuales previamente tratadas por otros sistemas de tratamiento secundario: lodos activados o biofiltros (Gloyne, 1971; Feachem et ál., 1977; Metcalf y Eddy, 1991; Conagua/IMTA, 2007b). Según Banda (2007) y Oakley (2005), el número de lagunas y sus dimensiones se determinan por el tiempo de retención necesario para la eliminación de coliformes fecales. Dos sugerencias importantes en el diseño de estas lagunas son: considerar la eliminación del organismo indicador hasta un 99.999% y definir la profundidad entre 0.6 a 1.5 metros (Rolim, 2000; Oakley, 2005).

Como se indicó, el propósito de las lagunas de maduración es la eliminación de coliformes fecales; no obstante, lo anterior, también remueven una cantidad pequeña de materia orgánica (Oakley, 2005).

1.9.4.2 Hidráulica de sistemas lagunares

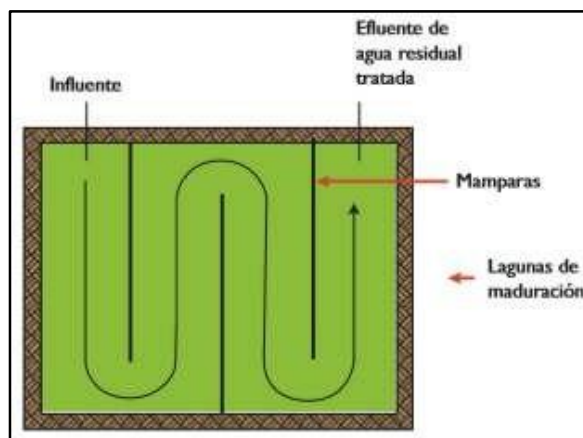
La existencia de cortocircuitos hidráulicos en una laguna de estabilización genera serios problemas en el proceso de tratamiento: zonas muertas en algunas áreas de la laguna. Lo anterior significa que el agua residual permanece estancada y las consecuencias son: a) disminuye el volumen de trabajo de la laguna, así como el área superficial, b) se generan malos olores y la eficiencia del tratamiento se reduce en forma importante; por lo tanto, es recomendable favorecer la mezcla de las aguas residuales.

1.9.4.2.1 Mezcla

Con el propósito de realizar el tratamiento adecuado del agua residual, se recomienda verificar que la distribución del agua residual sea uniforme; esto es, que se utilice todo el volumen de la laguna. Esta acción permitirá obtener lo siguiente: se establece el tiempo de retención proyectado, y como ya se indicó, se evita la formación de zonas muertas.

Las lagunas que requieren una mayor área son las facultativas. En ellas es posible instalar canales de flujo independiente, o bien, mamparas con flujo horizontal, tal como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 1-11. Flujo en las áreas facultativas



Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

Los investigadores Kilani y Ogunrombi (1984); Muttamara y Puetpaiboon (1996; 1997); Sperling et ál. (2003); Shilton y Harrison (2003); Shilton y Mara (2005); Abbas et ál. (2006), Cortés et ál. (2011; 2012; 2013) recomiendan la utilización de mamparas o deflectores, ya que según los resultados se obtienen las siguientes ventajas: a) aumenta la eficiencia en la remoción de contaminantes, b) se mejora la hidráulica dentro del estanque porque se establece el flujo pistón, y

c) se eliminan las zonas muertas. Según Polprasert y Agarwalla (1994), la eficiencia del tratamiento aumenta ya que se generan las condiciones para la eliminación de los contaminantes presentes en el agua residual.

1.9.4.2.1.1 Patrones de caudal y mezcla en lagunas de estabilización

Los sistemas del tipo lagunas de estabilización se consideran como reactores, ya que en estos se llevan a cabo procesos físicos, químicos y biológicos. Algunos factores importantes que influyen en la eficiencia del tratamiento del agua residual son: a) la profundidad, b) la forma y tamaño de los estanques, c) el tiempo de retención hidráulico y d) el patrón de flujo hidráulico que se establezca en las lagunas (Muttamara y Puetpaiboon, 1997; Lloyd et ál., 2003).

Según Guevara (1996) y Rolim (2000), los patrones de flujo hidráulico, así como la mezcla dentro de las lagunas, se dividen en dos tipos: reactores continuos y discontinuos. Los últimos son utilizados para estudios en laboratorio; sin caudal continuo; mientras que los continuos se clasifican en:

Flujo pistón

Según Guevara (1996), no se observa mezcla en la dirección del flujo, pero en el sentido perpendicular sí, y todos los contaminantes presentes en el agua residual son expuestos en el mismo tiempo de retención. El flujo pistón se establece en la laguna cuando la dispersión de contaminantes es pequeña y la relación largo-ancho es mayor a 3.



Mezcla completa

De acuerdo con Guevara (1996), este tipo de lagunas presenta zonas muertas y se establece cuando la dispersión de contaminantes es mayor o igual a 10. La relación largo-ancho es menor que 1. Una característica importante es que el caudal es homogéneo en toda el área de la laguna.

Flujo disperso

El flujo disperso se define como aquel en que cada elemento del caudal tiene un tiempo de detención para cada periodo. También llamado de flujo arbitrario y está comprendido entre dos límites, el flujo pistón ideal y la mezcla completa (Rolim, 2000). La relación largo-ancho es de 1 a 3.

1.9.4.3 Forma de la laguna

La forma rectangular de una laguna favorece la distribución uniforme de la carga orgánica; se tienen mejores resultados que en las lagunas circulares o irregulares. Las lagunas facultativas y anaerobias (primarias) deben ser, en la medida de lo posible, rectangulares con relación largo-ancho, de 2 o 3 a

1. La relación largo-ancho de las lagunas secundarias o de maduración es entre 3 y 8. Esta última relación (forma alargada) busca que las condiciones hidráulicas se realicen en forma de flujo pistón y se reduzca la posibilidad de que se presenten los problemas hidráulicos.

Como ya se dijo, la inclusión de mamparas o canales de flujo aumentan la eficiencia de tratamiento y ayudan a resolver el problema de los cortocircuitos. Las entradas y salidas múltiples a la laguna facultativa es otra condición que también ayuda a disminuir los efectos hidráulicos negativos.

1.9.4.3.1 Entradas y salidas de flujo en lagunas de estabilización

La entrada para las lagunas anaerobias, facultativas y maduración deben localizarse por debajo del nivel del espejo de agua, aproximadamente a media profundidad. Esta acción favorecerá la operación adecuada de las lagunas, puesto que se reduce la generación de cortocircuitos hidráulicos. Existen varios tipos de estructuras de salida, pero se recomienda se utilicen, de preferencia, las estructuras con dispositivos para manejar el nivel del agua; es decir, que pueda variarse el nivel. Lo anterior con fines de operación y mantenimiento de bordes del sistema lagunar (Lothar, 1980; Rojas y León, 1990; Oakley, 2005).

Es recomendable que la laguna de maduración o pulimiento, incluya solo una entrada y una sola salida, considerando mamparas.

1.9.4.4 Bases teóricas para diseño de lagunas de estabilización

Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua Edición Especial No. 387 – Registro Oficial – miércoles 4 Noviembre 2015, en el Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en la Tabla 9. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce.



Tabla 1-9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN"	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real 1	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kje dahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1



Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ 2	mg/l	1000
Sulfuros	S 2	mg/l	0,5
Temperatura	oC		Condición natural ± 3
Tenso activos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
1 La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida			

1.9.4.4.1 Características de las Aguas Residuales

Se refiere a la composición de las aguas residuales por tratar, o sea, a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que están presentes en el agua residual.

Calidad del Agua a tratar

Las lagunas de estabilización en el medio urbano se diseñan para tratar aguas residuales domésticas, por lo que es necesario contar con un padrón de descargas de aguas residuales de procesos industriales y comerciales vertidas al sistema de drenaje y alcantarillado municipal. Lo anterior, con el propósito de evitar interferencias en el sistema biológico de tratamiento (Cortés et ál., 2010). En la comunidad rural, posiblemente no sea necesario tomar en cuenta la recomendación del control de descargas de aguas residuales industriales, pero en comunidades más grandes es prudente realizar una verificación de descargas. Si existen industrias o comercios, entonces se deberán implementar sistemas de pretratamiento en las empresas.

Como se mencionó, los parámetros principales que se utilizan para calcular el dimensionamiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales de sistemas lagunares son: demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y coliformes fecales.

Demanda Bioquímica de Oxígeno. - Para determinar la concentración de la DBO5 en mg/L, lo prudente es llevar a cabo un muestreo de las aguas residuales, de acuerdo con la normatividad: muestras compuestas durante siete días para luego enviarlas al laboratorio.

Coliformes fecales. - El muestreo y análisis del agua residual para determinar los coliformes fecales con unidades de número más probable (NMP), debe realizarse de acuerdo con la normatividad vigente.



La Temperatura. - De acuerdo con Rolim (2000), la temperatura es un parámetro importante en el proceso de tratamiento del agua residual. Favorece el proceso de fotosíntesis y el metabolismo de las bacterias que limpian el agua. Temperaturas entre 20 y 25 °C generan condiciones óptimas para la producción de oxígeno en las lagunas facultativas. El rango de temperaturas mínimas y máximas donde disminuye la eficiencia en la remoción de contaminantes es entre 4 y 35 °C., mientras que la fermentación anaerobia se lleva a cabo después de los 22 °C y disminuye debajo de los 15.

Para el diseño de un sistema lagunar debe considerarse la temperatura media del aire del mes más frío. Esta información deberá obtenerse en la estación meteorológica más cercana del lugar donde se tenga pensado ejecutar el proyecto de tratamiento. El periodo de observación deberá ser de, por lo menos, diez años (Collí et ál., 1992).

Evaporación e infiltración

La evaporación e infiltración determinan la reducción del caudal en el efluente de una laguna; al reducirse el gasto, la concentración de contaminantes y salinidad es mayor. Los efectos anteriores perjudican el tratamiento biológico de la planta. La evaporación e infiltración dependen también de las condiciones climáticas y geológicas del lugar donde se piense hacer el estudio. Por ejemplo: temperatura, humedad del aire, viento y suelo. La evaporación que debe tomarse para el diseño de un sistema de tratamiento es la tasa neta de evaporación anual y la del mes más cálido (Collí et ál., 1992).

Localización y disponibilidad del terreno para la construcción de la planta de tratamiento.

Para la selección del terreno donde será construida una planta de tratamiento, es prudente considerar lo siguiente:

Debe existir terreno suficiente y de bajo costo.

De preferencia el terreno debe estar localizado cerca de donde se tenga proyectado reutilizar el agua tratada (cuerpo receptor). Lothar (1980) recomienda que la elección del terreno para el sistema lagunar se localice en áreas donde no estén sujetas a corrientes pluviales. Por otro lado, es importante considerar el diseño de un sistema de desvío para las aguas pluviales antes de ingresar a la planta de tratamiento. Lo anterior, con el propósito de proteger el sistema biológico de tratamiento.

Es recomendable que el terreno sea ubicado con respecto a la topografía; lo anterior, con el fin de excluir el uso de bombeo. Esta acción permitirá evitar costos en la operación y mantenimiento por el consumo de energía eléctrica (Lothar, 1980; Oakley, 2005).

El terreno debe localizarse en las áreas más bajas, tomando como referencia el sistema de alcantarillado y drenaje de toda la ciudad o comunidad bajo estudio. Es decir, el gasto debe fluir por gravedad hasta el terreno donde se ubica la planta de tratamiento (Oakley, 2005).



Rolim (2000) recomienda que el terreno seleccionado para la planta de tratamiento cuente con una pendiente suave para minimizar el movimiento de tierra y bajar los costos de construcción.

Cuando las lagunas de estabilización se ubiquen cerca de los aeropuertos, se recomienda considerar una distancia de por lo menos dos kilómetros, con el propósito de evitar que aves atraídas por las lagunas puedan ocasionar accidentes (Oakley, 2005).

El terreno para las lagunas debe localizarse considerando los vientos dominantes; es decir, no deben dirigirse en dirección a las viviendas. Rolim (2000) recomienda que las lagunas anaerobias y facultativas (las que pueden generar olores desagradables si son mal operadas), deban ubicarse a un mínimo de 500 y 1 000 metros de las zonas habitacionales.

Otra condición es que el terreno debe estar alejado de un área de crecimiento de población futuro (Oakley, 2005).

Los dispositivos de entrada y salida del agua residual en las lagunas deben proyectarse de manera que la dirección de los vientos dominantes se realice del efluente al afluente. Lo anterior tiene como objetivo evitar la formación de cortocircuitos en las lagunas; estos interfieren con el adecuado tratamiento de las aguas residuales (Rolim, 2000).

Se debe asegurar el diseño adecuado del terraplén incluyendo la inclinación de los taludes. Se recomienda que la geometría del dique considere la relación 1 a 3 (1 en la parte vertical y 3 en la horizontal), aunque puede tomarse en cuenta también la 1 a 2, pero solo en caso de contar con suelos duros (Rojas y León, 1990).

Los terrenos rocosos no son viables debido a que encarecen de forma importante la construcción. En resumen, se recomienda hacer la caracterización y clasificación del suelo a fin de determinar la compresibilidad, permeabilidad y capacidad de carga. Es importante mencionar que el problema de filtración puede ser eliminado con el uso de revestimientos sintéticos, también llamadas “geo membranas”.

1.9.4.4.2 Conceptos básicos de diseño

Para calcular las dimensiones de un sistema de tratamiento con base en lagunas de estabilización, es necesario entender claramente las siguientes definiciones. En estas se basan el diseño y los criterios de cálculo.

Carga orgánica superficial de diseño. -

Es la masa diaria de sustrato aplicado a la laguna por unidad de área superficial. Se expresa en

$kgDBO_5/ha * día$

Carga volumétrica de diseño. -



Es la masa diaria de sustrato aplicado a la laguna por unidad de volumen y tiempo. Se expresa en

$kgDBO$ o $DQO/m^3 * dia$

Tiempo de retención hidráulico. -

Es el tiempo determinado teóricamente, en donde el agua permanece en el tratamiento biológico; sus unidades son en días.

Tabla 1-10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Temperatura °C	Carga volumétrica (Gdbos/m ³ -día)	Remoción del DBO %
< 10	100	40
10 - 20	20T – 100	2T + 20
>20	300	60

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

A continuación, se presentan las ecuaciones para el diseño de las lagunas de estabilización con su respectivo desarrollo.

1.9.4.4.3 Diseño del sistema lagunar

El presente diseño será realizado con la finalidad de cumplir con los parámetros de descarga a cuerpo de agua dulce.

Previo al diseño final, se consideraron varios arreglos y configuraciones para poder determinar la menor área posible de terreno necesario, siendo estas las siguientes:

- Anaerobia + facultativa + maduración 1 + maduración 2
- Anaerobia + facultativa con 2 mamparas + maduración
- Anaerobia + facultativa con 2 mamparas + maduración 1 + maduración 2
- Anaerobia + facultativa + maduración con 4 mamparas
- Facultativa con 3 mamparas
- Anaerobia + facultativa con 1 mamparas + maduración con 1 mamparas
- Facultativa con 2 mamparas + maduración con 1 mampara
- Anaerobia + facultativa + maduración 1 con 4 mamparas y maduración 2 con 4 mamparas
- Facultativa + maduración con 6 mamparas

De las mencionadas anteriormente, la configuración de lagunas: ANAEROBIA + FACULTATIVA CON 1 MAMPARAS + MADURACION CON 1 MAMPARAS, es la opción más relevante respecto al área a utilizar, y, además, cumple con los parámetros de la Tabla 9.

Los contaminantes con sus valores de concentración requeridos en el efluente de la planta de tratamiento son los siguientes: DBO₅ 100 mg/l., para descarga cuerpos de agua dulce, y coliformes fecales igual o menor a 2000 NMP/100 ml.



En el área de estudio, existen descargas industriales y comerciales, mismas que deberán tener su propio sistema de tratamiento de aguas residuales, para que de esta manera no causen interferencia con el sistema biológico de la planta de tratamiento; es decir, no exista alta concentración de carga orgánica. Los metales pesados se consideran bajo norma.

Para el diseño del presente sistema de tratamiento, se establecieron los siguientes datos:

Tabla 1-11. Detalles del caudal inicial

Datos:	Caudal inicial	Qi= 3.73 l/s Qi= 322.27 m3/día
	Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5i= 220.00 mg/l
	Temperatura del aire del mes más frío	T= 17.00 °C
	Evaporación	ev= 2.00 mm/día
	Coliformes fecales	Ni= 10000000 NMP/100 ml
Laguna anaerobia	Profundidad de la laguna	Z= 2.50 m
	Largo/ancho	X= 3
	Talud	2:1 V:H
Laguna facultativa	Profundidad de la laguna	Z= 2.00 m
	Largo/ancho	X= 3
	Talud	2:1 V:H
Laguna maduración	Profundidad de la laguna	Z= 1.50 m
	Largo/ancho	X= Igual que laguna facultativa
	Talud	2:1 V:H

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

1.9.4.4.3.1 Diseño de laguna anaerobia

- Carga Orgánica (C.O.)**

$$C.O. = \frac{Qi * DBOi}{1000} = \frac{322.27 * 220}{1000} = 70.90 \text{ kg/día}$$

Donde:

Qi: Caudal en el influente (m3/día)



DBO_i: Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la entrada de la Laguna (mg/l) 1000: Factor de Conversión

- **Carga Volumétrica de Diseño (γv):**

Para valores entre 10 y 20 °C, se utiliza la siguiente expresión:

$$\gamma v = 20T - 100 = 20(17) - 100 = 240 \text{ gDBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$$

Donde:

T: Temperatura mínima mensual del mes más frío °C.

- **Remoción de la DBO₅**

$$\%DBO_{\text{removido}} = 2T + 20 = 2(17) + 20 = 54\%$$

La variable T, ya fue definida anteriormente.

- **Volumen de Laguna (V_a)**

$$V_a = \frac{L_i \cdot Q_i}{\gamma v} = \frac{220 \cdot 322.27}{240} = 295.41 \text{ m}^3$$

L_i : Concentración de la materia orgánica en la entrada de la laguna en (mg/l)

Q_i y γv : Estas variables ya fueron definidas anteriormente.

- **Área Promedio de la Laguna (A_p)**

$$A_p = \frac{V_a}{Z} = \frac{295.41}{2.50} = 118.164 \text{ m}^2$$

Donde:

Z: Profundidad de laguna anaerobia (m)

V_a y A_p : Estas variables fueron definidas anteriormente.

- **Tiempo medio de retención hidráulico (O_a)**

$$O_a = \frac{V_a}{Q_i} = \frac{295.41}{322.27} = 0.92 \text{ días}$$

- **Concentración de la DBO₅ en el efluente de la laguna (DBO_e)**

$$DBO_5 = (100 - \%DBO_{\text{removido}}) \cdot DBO_i = \frac{100 - 54}{100} \cdot 220 = 101.20 \text{ mg/l}$$

Las variables ya fueron definidas.

- **Caudal en el efluente corregido por evaporación (Q_e)**

Para calcular el caudal en la salida de la laguna anaerobia se debe contar, previamente, con el dato estadístico de la evaporación (ev), el mismo que para efectos del presente diseño será de 2 mm/día.

$$Q_e = Q_i - 0.001 A_p \text{ ev} = 322.27 - 0.001 \cdot 118.16 \cdot 2 = 322.03 \text{ m}^3/\text{día}$$



Las variables ya fueron definidas.

- **Remoción de Coliformes fecales (N_e)**

Factor de decaimiento

$$(d-1) = 2.6 * 1.19T^{-20} = 2.6 * 1.1917^{-20} = 1.5429 (d-1)$$

Donde:

($d-1$): Constante global de decaimiento

$$N_e = \frac{N_i}{1 + KtO_a} = \frac{10000000}{1 + (1.5429 * 0.92)} = 4133140.01 \text{ NMP/100ml}$$

Donde:

N_e : Coliformes fecales en la salida de la laguna en (NMP/100ml)

N_i : Coliformes fecales en la entrada de la laguna en (NMP/100ml) Las demás variables, ya fueron definidas.

- **Cálculo de la materia orgánica incluyendo la evaporación (DBO_{corr})**

$$DBO_{corr} = \frac{DBO_e * Q_i}{Q_e} = \frac{101.20 * 2418.34}{2416.86} = 101.26 \text{ mg/l}$$

Las variables ya están definidas.

- **Coliformes fecales corregidos por evaporación (N_{ecorr})**

$$N_{ecorr} = \frac{N_e * Q_i}{Q_e} = \frac{4133140.01 * 322.27}{322.03} = 4136220.00 \text{ NMP/100ml}$$

Las variables ya están definidas.

- **Dimensionamiento de la Laguna Anaerobia**

Se considera una relación largo ancho de $x = 3$

$$B_{prom} = \sqrt{\frac{A_p}{x}} =$$

$$B_{prom} = \sqrt{\frac{118.16}{3}}$$

$$B_{prom} = 6.28 \text{ m}$$

La longitud promedio se la calcula con la siguiente expresión:

$$L_{prom} = \frac{A_{prom}}{B_{prom}} = \frac{118.16}{6.28} = 18.82$$

Para determinar el ancho superior de la laguna anaerobia se tiene:

$$B_{sup} = B_{prom} + (talud) = 6.28 + 2.5(2) = 11.28 \text{ m}$$



Para determinar el largo superior de la laguna anaerobia se tiene:

$$B_{sup} = B_{prom} + (talud) = 6.28 + 2.5(2) = 11.28 \text{ m}$$

$$L_{sup} = L_{prom} + (talud) = 18.82 + 2.5(2) = 23.82 \text{ m}$$

Calculo para la determinación del área superficial

$$A_{sup} = B_{sup} * L_{sup} = 11.28 * 23.82 = 268.69 \text{ m}^2$$

Donde:

B_{prom} : Ancho Promedio de la laguna (m)

L_{prom} : Longitud promedio de la laguna (m)

B_{sup} : Ancho superior de la laguna (m)

L_{sup} : Longitud superior de la laguna (m)

A_{sup} : Área superior de la laguna (m) Z: Altura de laguna anaerobia

Para determinar el ancho inferior de la laguna anaerobia se tiene:

$$B_{inf} = B_{prom} - (talud) = 6.28 - 2.5(2) = 1.28 \text{ m}$$

Para determinar el largo inferior de la laguna anaerobia se tiene:

$$L_{inf} = L_{prom} - (talud) = 18.82 - 2.5(2) = 13.82 \text{ m}$$

Donde:

B_{inf} : Ancho inferior de la laguna (m)

L_{inf} : Longitud inferior de la laguna (m)

1.9.4.4.3.2 Diseño de Laguna Facultativa con 1 Mamparas

- **Carga Orgánica (C.O.)**

$$C.O. = \frac{Q_i * DBO_i}{1000} = \frac{322.03 * 101.28}{1000} = 32.62 \text{ kg/día}$$

Donde:

Q_i : Caudal en el influente (m³/día)

DBO_i : Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la entrada de la Laguna (mg/l)

1000: Factor de Conversión

- **Carga Superficial de Diseño (γ_s):**

$$\gamma_s = 250 * 1.085^{T-20} = 250 * 1.085^{17-20} = 195.73 \text{ kgDBO}_5/\text{ha} * \text{día}$$



Donde:

T: Temperatura mínima mensual del mes más frío °C.

- **Área Promedio de la Laguna (A_p)**

$$(A_p) = \frac{10L_i * Q_{med}}{Y_s} = \frac{10 * 101.28 * 322.03}{195.73} = 1666.34 \text{ m}^2$$

Donde:

L_i : DBO_5 corregida por evaporación de laguna facultativa (mg/l)

- **Volumen de Laguna (V)**

$$V = A_p * Z = 1666.34 * 2 = 3332.68 \text{ m}^3$$

- **Tiempo medio de retención hidráulico (Q_a)**

$$Q_f = \frac{V}{Q_i} = \frac{3332.68}{322.03} = 10.35 \text{ días}$$

- **Dimensionamiento de la Laguna Facultativa.**

Se considera una relación largo ancho de $x = 3$

$$B_{prom} = \sqrt{\frac{A_p}{x}} = \sqrt{\frac{1666.34}{3}} = 23.57 \text{ m}$$

La longitud promedio se la calcula con la siguiente expresión:

$$L_{prom} = \frac{A_{prom}}{B_{prom}} = \frac{1666.34}{23.57} = 70.70 \text{ m}$$

Para determinar el ancho superior de la laguna facultativa se tiene:

$$B_{sup} = B_{prom} + (talud) = 23.57 + 2(2) = 27.57 \text{ m}$$

Para determinar el largo superior de la laguna facultativa se tiene:

$$L_{sup} = L_{prom} + (talud) = 70.70 + 2(2) = 74.70 \text{ m}$$

Calculo para la determinación del área superficial

$$A_{sup} = B_{sup} * L_{sup} = 27.57 * 74.70 = 2059.48 \text{ m}^2$$

Donde:

B_{prom} : Ancho Promedio de la laguna (m)

L_{prom} : Longitud promedio de la laguna (m)

B_{sup} : Ancho superior de la laguna (m)



L_{sup} : Longitud superior de la laguna (m)

A_{sup} : Área superior de la laguna (m) Z: Altura de laguna facultativa

Para determinar el ancho inferior de la laguna facultativa se tiene:

$$B_{inf} = B_{prom} - (talud) = 23.57 - 2(2) = 19.57 \text{ m}$$

Para determinar el largo inferior de la laguna facultativa se tiene:

$$L_{inf} = L_{prom} - (talud) = 70.70 - 2(2) = 66.70 \text{ m}$$

Donde:

B_{inf} : Ancho inferior de la laguna (m)

L_{inf} : Longitud inferior de la laguna (m)

- **Caudal en el efluente corregido por evaporación (Q_e)**

Para calcular el caudal en la salida de la laguna facultativa se debe contar, previamente, con el dato estadístico de la evaporación (ev), el mismo que para efectos del presente diseño será de 2 mm/día.

$$Q_e = Q_i - 0.001 A_{sup} ev = 322.03 - 0.001 * 2059.48 * 2 = 317.91 \text{ m}^3/\text{día}$$

Las variables ya fueron definidas.

- **Remoción de coliformes fecales (N_e).**

Para obtener el valor de los coliformes fecales se deben calcular las variables que a continuación se detallan:

Relación larga – ancho (x)

Este valor depende del número de mamparas a utilizar en el diseño y toma el 70% de la longitud promedio de la laguna facultativa.

$$x = \frac{L_{prom} * 0.7 * (No. de mamparas + 1)}{B_{prom} / (No. de mamparas + 1)} = \frac{70.70 * 0.7 * (1 + 1)}{23.57 / (1 + 1)} = 8.40 \text{ m}$$

Coefficiente de Dispersión (d)

$$d = \frac{x}{-0.26118 + 0.25392x + 1.0136x^2} = \frac{8.40}{-0.26118 + 0.25392(8.40) + 1.0136(8.40)^2}$$
$$d = 0.115$$

Coefficiente de reducción bacteriana (k_b) Este valor depende de la Temperatura

$$k_b = 0.841(1.075)^{T-20} = 0.841(1.075)^{17-20} = 0.677(d-1)$$

Constante (a)

$$a = \sqrt{1 + 4k_b O_f d} = \sqrt{1 + 4 * 0.677 * 10.35 * 0.115} = 2.0516$$



Coliformes fecales en el efluente de la laguna Facultativa ($\frac{N_f}{N_o}$)

$$\frac{N_f}{N_o} = \frac{4ae^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1+a)^2} = \frac{4 * 2.0516 * e^{\left(\frac{1-2.0516}{2*0.115}\right)}}{(1+2.0516)^2} = 0.00892805$$

Al multiplicar este valor con los Coliformes fecales en el influente, se obtiene:

$$Ne = \frac{N_f}{N_o} * N_{e\text{ corr enaerobia}} = 0.00892805 * 4136220.00 = 36928.38 \text{ NMP}/100\text{ml}$$

Las constantes ya fueron definidas.

Coliformes fecales corregidos por evaporación ($N_{e\text{ corr}}$)

$$N_{e\text{ corr}} = \frac{N_e * Q_i}{Q_e} = \frac{36928.38 * 322.03}{317.91} = 37406.96 \text{ NMP}/100\text{ml}$$

Las variables ya están definidas.

• **Concentración de la DBO5 en el efluente de la laguna (DBO5)**

Constante de decaimiento para lagunas facultativas

$$k_f = \frac{1.2}{(1.085)^{35-T}} = \frac{1.2}{(1.085)^{35-17}} = 0.2763 \text{ (d}^{-1}\text{)}$$

Las variables ya fueron definidas.

$$DBO_5 = \frac{DBO_i}{k_f t + 1} = \frac{101.26}{(0.2763 * 1035) + 1} = 26.24 \text{ mg/l}$$

• **Eficiencia de remoción de la DBO5 (%)**

$$\% = \frac{DBO_i - DBO_e}{DBO_i} * 100 = \frac{101.26 - 26.24}{101.26} * 100 = 74.09$$

• **DBO5 corregida por evaporación (DBOcorr)**

$$DBO_{corr} = \frac{DBO_e * Q_i}{Q_e} = \frac{26.24 * 322.03}{317.91} = 26.58 \text{ mg/l}$$

Las variables ya están definidas.

1.9.4.4.3.3 Diseño de Laguna de Maduración con 1 Mamparas:

Para el cálculo de la laguna de maduración, se propone un tiempo de retención y luego se verifica tanto en materia orgánica como los coliformes fecales. Para efectos del presente diseño se escoge un tiempo de retención $Om1 = 6$ días.

1.- Volumen de Laguna (V)

$$V = Q_i * Om1 = 317.91 * 6 = 1907.46 \text{ m}^3$$

Las variables ya fueron definidas.



2.- Área de la Laguna con $z=1$

$$A_m = \frac{V}{Z} = \frac{1907.46}{1.5} = 1271.64 \text{ m}^2$$

3.- Dimensionamiento de la Laguna de Maduración.

Se considera una relación largo ancho promedio igual que la laguna facultativa.

$$B_{prom} = 23.57 \text{ m}$$

La longitud promedio se la calcula con la siguiente expresión:

$$L_{prom} = \frac{A_{prom}}{B_{prom}} = \frac{1271.64}{23.57} = 53.95$$

Para determinar el ancho superior de la laguna de maduración se tiene:

$$B_{sup} = B_{prom} + (talud) = 23.57 + 1.5(2) = 26.57 \text{ m}$$

Para determinar el largo superior de la laguna de maduración se tiene:

$$L_{sup} = L_{prom} + (talud) = 53.95 + 1.5(2) = 56.95 \text{ m}$$

Calculo para la determinación del área superficial

$$A_{sup} = B_{sup} * L_{sup} = 26.57 * 56.95 = 1513.16 \text{ m}^2$$

Donde:

B_{prom} : Ancho Promedio de la laguna (m)

L_{prom} : Longitud promedio de la laguna (m)

B_{sup} : Ancho superior de la laguna (m)

L_{sup} : Longitud superior de la laguna (m)

A_{sup} : Área superior de la laguna (m) Z : Altura de laguna de maduración

Para determinar el ancho inferior de la laguna de maduración se tiene:

$$B_{inf} = B_{prom} - (talud) = 23.57 - 1.5(2) = 20.57 \text{ m}$$

Para determinar el largo inferior de la laguna de maduración se tiene:

$$L_{inf} = L_{prom} - (talud) = 53.95 - 1.5(2) = 50.95 \text{ m}$$

Donde:

B_{inf} : Ancho inferior de la laguna (m)

L_{inf} : Longitud inferior de la laguna (m)

4.- Caudal en el efluente corregido por evaporación (Q_e)



Para calcular el caudal en la salida de la laguna de maduración se debe contar, previamente, con el dato estadístico de la evaporación (ev), el mismo que para efectos del presente diseño será de 2 mm/día.

$$Q_e = Q_i - 0.001 A_{supe} v = 317.91 - 0.001 * 1513.16 * 2 = 314.88 \text{ m}^3/\text{día}$$

Las variables ya fueron definidas.

5.- Remoción de coliformes fecales (N_e).

Para obtener el valor de los coliformes fecales se deben calcular las variables que a continuación se detallan:

5.1.- Relación largo – ancho (x)

Este valor depende del número de mamparas a utilizar en el diseño y toma el 70% de la longitud promedio de la laguna de maduración.

$$x = \frac{L_{prom} * 0.7 * (No. de mamparas + 1)}{B_{prom} / (No. de mamparas + 1)} = \frac{53.95 * 0.7 * (1 + 1)}{23.57 / (1 + 1)} = 6.41 \text{ m}$$

5.2.- Coeficiente de Dispersión (d)

$$d = \frac{x}{-0.26118 + 0.25392x + 1.0136x^2} = \frac{x}{-0.26118 + 0.25392(6.41) + 1.0136(6.41)^2} = 0.149$$

5.3.- Coeficiente de reducción bacteriana (kb) Este valor depende de la Temperatura

$$kb = 0.841(1.075)^{T-20} = 0.841(1.075)^{17-20} = 0.677(d-1)$$

5.4.- Constante (a)

$$a = \sqrt{1 + 4kbOm1d} = \sqrt{1 + 4 * 0.677 * 6 * 0.149} = 1.8496$$

5.5.- Coliformes fecales en el efluente de la laguna de Maduración (N_o)

$$\frac{N_f}{N_o} = \frac{4ae^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1+a)^2} = \frac{4 * 1.8496 * e^{\left(\frac{1-1.8496}{2*0.149}\right)}}{(1 + 1.8496)^2} = 0.05264941$$

Al multiplicar este valor con los coliformes fecales en el influente, se obtiene:

$$N_e = \frac{N_f}{N_o} * N_{e \text{ corr anaerobia}} = 0.05264941 * 37406.96 = 1969.45 \text{ NPM}/100 \text{ ml}$$

9.- Coliformes fecales corregidos por evaporación ($N_{e \text{ corr}}$)

$$N_{e \text{ corr}} = \frac{N_e * Q_i}{Q_e} = \frac{1969.45 * 317.91}{314.88} = 1988.40 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$$

Las variables ya están definidas.

10.- Concentración de la DBO_5 en el efluente de la laguna (DBO_e)



10.1.- Constante de decaimiento para lagunas de maduración

$$k_f = \frac{1.2}{(1.085)^{35-T}} = \frac{1.2}{(1.085)^{35-17}} = 0.2763 (d)^{-1}$$

Las variables ya fueron definidas.

$$DBO_5 = \frac{DBO_i}{k_f O_m + 1} = \frac{26.58}{(0.276 * 6) + 1} = 10.00 \text{ mg/l}$$

11.- Eficiencia de remoción de la DBO5 (%)

$$\% = \frac{DBO_i - DBO_e}{DBO_i} * 100 = \frac{26.58 - 10.00}{26.58} * 100 = 62.38$$

12.- DBO5 corregida por evaporación (DBO_{corr})

$$DBO_{corr} = \frac{DBO_e * Q_i}{Q_e} = \frac{10.00 * 317.91}{314.88} = 10.10 \text{ mg/l}$$

Las variables ya están definidas.

A continuación, se presenta una tabla de resumen con los arreglos mencionados anteriormente, prevaleciendo la configuración ANAEROBIA + FACULTATIVA CON 1 MAMPARAS + MADURACION CON 1 MAPARAS, como la opción más óptima, respecto al Área a utilizar.

Tabla 1-12. Ciclo de vida del sistema lagunar

Arreglos y configuraciones	Área Superficial (m2)					Tiempo de Retención Total (días)
	Anaerobia	Facultativa	Maduración		Total	
			1	2		
A+F+M1+M2	270.72	2059.48	2468.88	1726.25	6525.34	28.27
A+F(2MAMP)+M	270.72	2059.48	2946.61	-	5276.81	23.27
A+F(2MAMP)+M1+M2	270.72	2059.48	1513.16	1262.87	5106.23	22.27
A+F+M(4 MAMP)	270.72	2059.48	2707.75	-	5037.95	22.27
F(3MAMP)	-	4194.30	-	-	4194.30	22.48
A+F(1MAMP)+M(1MAMP)	268.69	2059.48	1513.16	-	3841.33	17.27
F(2MAMP)+M(1MAMP)	-	4192.75	1249.90	-	5442.65	27.48
A+F+M1(4MAMP)+M2(4MAMP)	270.72	2059.48	1513.16	1262.87	5106.23	22.27
F+M(6MAMP)	-	4192.75	2159.30	-	6352.05	31.48

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP

El sistema funcionara en paralelo, para efectos de mantenimientos futuros, es decir, el sistema constara de 2 Lagunas Anaeróbicas, 2 Lagunas Facultativas y de Maduración con sus respectivas Mamparas.



El sistema descargara a un cauce existente en el sector, que es más cercano, respecto a la ubicación de las lagunas de estabilización propuestas.

1.9.4.5 Obras de construcción

Las unidades que conforman las obras de construcción son las siguientes: Anaerobia

El humedal de pulimiento tiene dimensiones de 23.90 m y 11.30 m de largo y ancho respectivamente; la altura de la lámina de agua residual es de 0.5 m, con una profundidad de 2 m y una relación de taludes de 1.5:1; la cota de la corona es de 40.00 m y la del fondo es de 37.50 m.

1.9.4.5.1 Lagunas facultativas

La laguna facultativa primaria tiene una profundidad de 2.00 m con una altura útil de agua residual de 1.5 m, y tiene medidas de 74.75 m de largo y 27.60 m de ancho con dos cámaras de ingreso para simular el flujo de pistón, una relación de taludes de 2:1; la cota de la corona de la laguna es igual a 40 y del fondo es igual a 38.

1.9.4.5.2 Laguna de maduración

La laguna de maduración correspondiente a la segunda fase tiene una profundidad de 1.5 m con una altura útil de maduración igual a 1, tiene medidas de 57 m y 26.70 m de largo y ancho respectivamente, la cota de corona es de 40 m y la cota de fondo es de 38.50 m y una relación de taludes de 2:1.

Figura 1-12. Sistema lagunar

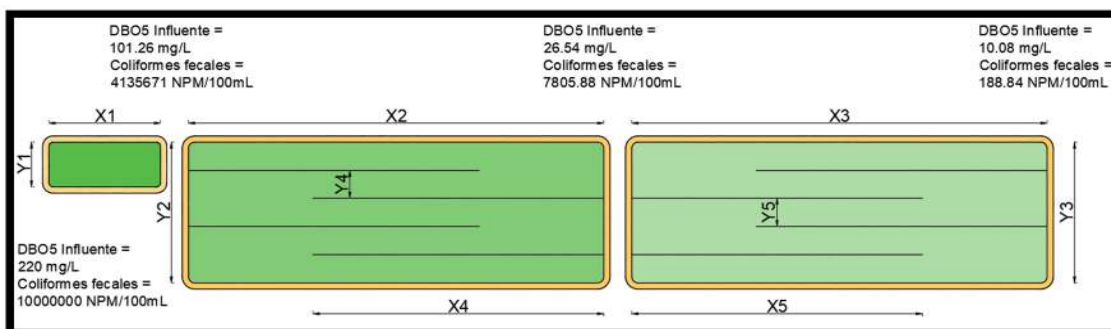


Tabla 1-13. Dimensiones del sistema lagunar

DESCRIPCION	LARGO	DESCRIPCION	ANCHO	AREA /HA)
X1	23.90 m	Y1	11.30 m	0.027007
X2	74.75 m	Y2	27.60 m	0.206310
X3	57.00 m	Y3	26.70 m	0.152190
X4	52.30 m	Y4	0 m	
X5	40.00 m	Y5	0 m	
TOTAL				0.385507



1.9.4.6 Actividades complementarias

1.9.4.6.1 Excavación de Zanjas

Los trabajos de excavaciones para instalación de las tuberías, se ejecutarán manteniendo las secciones y profundidades de diseño, que constan en los planos de taller aprobados, prevaleciendo dichos datos de acuerdo a los diseños del proyecto.

El procedimiento consiste en utilizar medios mecánicos idóneos: retroexcavadoras y herramientas manuales, con las que se puedan realizar las operaciones necesarias para efectuar la remoción del material de excavación, su colocación a los lados de la zanja, en forma tal que no haya interferencias con el desarrollo de los trabajos.

Las dimensiones de las excavaciones, variarán en función del diámetro nominal de la tubería, dejando espacios adecuados, para que los instaladores (tuberos), realicen los trabajos de asiento de los tubos y unión de los diferentes tramos.

La profundidad de la zanja podría variar según el proyecto, pero en ningún caso podrá tener una altura de relleno sobre la corona del tubo menor a 0,90 m en zonas con tráfico vehicular, y a 0,40 m en zonas sin tráfico vehicular. Además de considerar el espesor del replantillo y el diámetro propio de la tubería.

El material producto de la excavación se colocará a un costado de la zanja, a una distancia no menor a 0,60 m del borde, una altura máxima de 0,80 m para evitar que la carga produzca derrumbes en la zanja. No se excavarán las zanjas con mucha anticipación a la instalación de la tubería.

1.9.4.6.2 Desalojos

Los materiales producto de la excavación, que no vayan a utilizarse en el relleno de las zanjas, serán desalojados a la mayor brevedad. El material no aprovechable se transportará a los botaderos municipales o a los sitios que indiquen la Fiscalización, cumpliendo con el Plan de Manejo Ambiental, es decir reducir los impactos como presencia de polvo y afectación a la salud de los pobladores e interrupciones de tráfico vehicular y peatonal.

Comprende todas las actividades necesarias para cargar, transportar y botar los escombros generados por las actividades de demolición. Los escombros pueden ser toda clase de materiales proveniente de la demolición como aceros, hormigones, plásticos, madera, aluminio, cobre y en general aquellos materiales clasificados como desechos no aprovechables en la misma obra y que deben ser retirados del área. La remoción se llevará a cabo de acuerdo con los límites señalados en los planos de ingeniería y presentados por la contratista a la fiscalización para su aceptación.

Este rubro contempla el transporte de escombros desde el sitio de los trabajos hasta el sitio dispuesto por la fiscalización y/o el propietario

El contratista debe proveer todos los materiales, equipos, mano de obra, seguridad y control de calidad necesarios para lograr la buena ejecución del rubro cumpliendo con los estándares de calidad, limpieza del área y exigencias de la fiscalización según las



normas y especificaciones del proyecto, así como con las buenas prácticas de ingeniería y construcción de la industria ecuatoriana.

1.9.4.6.3 Relleno compactado

El relleno con material granular de buena calidad y graduación se lo realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto y apegado a la recomendación del Estudio de Geotécnico, respetando las características del suelo de préstamo con cualidades para servir como rellenos estructurales según se especifique y al porcentaje de densidad indicada en los planos. La compactación se la realizará cuidadosamente, a máquina, en capas no mayores a 20 cm cada una, controlando la densidad en cada capa. Si así lo permite el proyecto, el relleno compactado podrá ser sustituido por vertido de arena-cemento fluido (slurry) con resistencia a la compresión cercana a 40 kgf/cm² o lo que indiquen los planos y el estudio de suelos al respecto.

1.9.4.6.4 Instalación de Tubería

Bajo esta denominación se involucran el conjunto de actividades para colocar en los lugares que indiquen los planos, las tuberías necesarias para la construcción de las redes de agua servidas.

Estas actividades incluyen entre otras, la protección de la integridad del tubo, las maniobras para distribuir las a lo largo de las zanjas, la operación de bajada, la instalación y unión de los tubos, todo esto de acuerdo a las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes de las tuberías.

Una vez conformada la sub-rasante se coloca la tubería de la siguiente manera:

Se ubicará la tubería en la parte superior de la zanja en forma longitudinal paralela a la línea de excavación de la zanja (traslado manual). Previo a la bajada de la tubería debe hacerse un chequeo de la misma para establecer si se encuentra en buen estado (sin roturas, rasgaduras o despostillados). La tubería será bajada ya sea con equipo pesado o a mano.

La unión de los tubos se efectuará de acuerdo al procedimiento que se describe a continuación:

- Limpieza de los extremos de los tubos
- Las tuberías poseen el mecanismo de unión junta soldada (cementada o fundida) La unión se efectuará mediante el uso de soldadura líquida
- Se inserta el extremo de un tubo al otro hasta la marca tope
- Se puede cortar el tubo a longitudes cuando sea necesario para completar un tramo exacto; los bordes deben quemar rectos y lisos.
- Replanteo – Recubrimientos – Rellenos

Es el conjunto de operaciones a efectuar para rellenar hasta el nivel original o los señalados en el proyecto, las excavaciones serán realizadas para la instalación de tuberías de las redes de alcantarillado sanitario.



Los tipos de materiales y las dimensiones de los rellenos se ejecutarán conforme a lo indicado en los planos y especificaciones técnicas generales. El material para relleno podrá ser material selecto obtenido de la excavación y no será volcado directamente sobre tubos o estructuras. Será colocado en capas cuyo espesor tendrá correspondencia con el sistema y equipo de compactación utilizado.

Los materiales bajo esta especificación guardarán conformidad con los estándares de calidad requeridos.

La compactación se la hará con bailarina (sapo – compactador). Se continúa el mismo trabajo hasta alcanzar un nivel de 0,30 m arriba de la corona del tubo y con un grado de compactación del 95% del Proctor Standard.

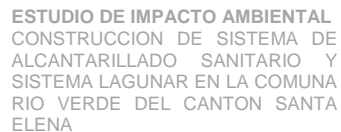
El resto del relleno se lo efectuará con equipo mecánico apropiado. La compactación debe alcanzar el 95% del Proctor Standard.

Cuando se utilicen tablestacas de madera o entibados metálicos, a los costados de la tubería, se los removerá inmediatamente antes de la colocación del relleno. Se deberá ejecutar por etapas, asegurándose que el todo el espacio que ocupaba la tabla estacada sea relleno completamente.

Una vez que la zanja hay sido rellena y compactadas se limpiará la calle de todo el material sobrante.

1.9.4.6.5 Cronograma de ejecución de actividades

A continuación, se detalla el cronograma de actividades tentativo, que se realizará en la fase de construcción:



CAPÍTULO 1 - PÁGINA 85 | 104

[illegible]



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA

MAATE-RA-2022-440117

CAPÍTULO 1 - PÁGINA 86 | 104

[illegible]



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA

MAATE-RA-2022-440117

CAPÍTULO 1 - PÁGINA 87 | 104

[illegible]

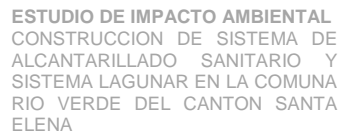


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA

MAATE-RA-2022-440117

CAPÍTULO 1 - PÁGINA 88 | 104

[illegible]



CAPÍTULO 1 - PÁGINA 89 | 104

[illegible]

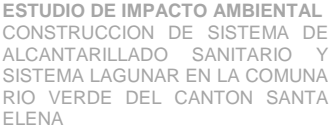


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA RIO VERDE DEL CANTON SANTA ELENA

MAATE-RA-2022-440117

CAPÍTULO 1 - PÁGINA 90 | 104

[illegible]



MAATE-RA-2022-440117

[illegible]

Fuente: Estudios y Diseño – AGUAPEN EP



1.9.4.7 Equipos y maquinarias

A continuación, se detalla las maquinarias y equipos que intervendrán en la fase de construcción de la actividad:

Tabla 1-15. Detalle de equipos y maquinarias

Maquinaria/Equipo	Cantidad	Descripción
Camioneta doble cabina	8	Fiscalización de obra
Excavadora de oruga	10	Fase de construcción
Motoniveladoras	10	Fase de construcción
Vibro-compactadores	5	Fase de construcción
Volquetas de 14 m3 de capacidad	3	Fase de construcción
Retroexcavadoras	2	Fase de construcción
Equipo de medición de resistividad del terreno y resistencia de puesta a tierra.	1	Equipos Eléctrico
Poleas para tendido de aleación de aluminio con fondo de garganta recubierto con nylon. (Diámetro = 1metro)	2	Fase de construcción
Transformador	1	Eléctrico
Caja de conexiones	N/D	Eléctrico
Generadores Portátiles	2	Caso de emergencia
Excavadora	1	Se empleará para la excavación y movimiento de tierras u otros materiales
Cargadora	1	Trabajos de manipulación de materiales y de carga sean más seguros, rápidos, precisos y rentables.
Volquetas de 8 m ³	1	Transporte de materiales de construcción
Motoniveladora		Empleada para nivelar terrenos
Máquina hidráulica y juego de dados para conductor	1	Mantenimiento vehículos
Equipo de medición de resistividad del terreno y resistencia de puesta a tierra.	1	Mediciones in situ
Retroexcavadora	2	Excavación para cimentaciones y fosas tanques de almacenamiento de combustible.
Compactador	1	Compactación de superficies.
Rodillo liso	1	Compactado de base y sub-base de pavimentos, y base de pisos.
Concretera	2	Preparación de concreto para cimentaciones, estructuras, pisos y elementos estructurales.
Soldadora	1	Armado de estructuras metálicas.
Compresor	1	Pintado de superficies y piezas metálicas.
Andamios	3	Parte de equipamiento de seguridad para trabajos de alturas.



Escaleras extensibles	3	Herramienta para subir y bajar en distintos niveles de altura.
Dobladoras de varillas de acero	N/D	Mezcla y dosificación de cemento para enlucido, masillado, etc.
Baterías Sanitarias	2	Uso para las necesidades biológicas

Elaboración: MSC. Alamir Álvarez Loo

1.9.4.8 Predicción de la generación de desechos

Las actividades contempladas durante la etapa de construcción estiman la entrada de materia prima y energía, los cuales a través de la ejecución de los procesos correspondientes generan desechos líquidos, sólidos y gaseosos/energéticos cuyo efecto se corresponderá con el manejo que el contratista le dé a cada uno de estos en su responsabilidad como promotor del proyecto.

Se detalla a continuación los posibles desechos que genere la actividad:

Tabla 1-16. Predicción de Desechos Generados – Fase de Construcción

Entrada	Salida		
Materia prima y energía	Desechos		
	Líquidos	Sólidos	Gaseosos y energéticos
Agua potable, maquinaria y equipos, material de relleno, arena, ripio, madera, hierro, cemento, bloques de mampostería, ladrillos, material de gasfitería, material eléctrico, pinturas, solventes, combustible, aceites lubricantes, energía eléctrica, herramientas, hormigón, concreto, entre otros no contemplado.	No se generan descargas de efluentes durante la fase de construcción. El único uso es para la mezclas de concreto, el mismo que no genera aguas residuales	Metálicos: recortes de acero, recortes de aluminio, restos de mallado, cables y cajetines en mal estado, restos de gasfitería	Emisiones por Niveles de presión sonora (ruido). Generación de material particulado (PM10 – PM2.5)
		Madera: Puntales y encofrados que no puedan ser reutilizados por la empresa en futuros proyectos	
		Mampostería: restos de bloques de todo tipo.	
		Papel, plástico, vidrio y cartón: sacos de cemento, bolsas plásticas, material de embalaje de azulejos, cajas de cartón, recortes de tuberías, restos de tarrinas y cubiertos plásticos, botellas de vidrio y plástico de bebidas	
		Material orgánico: restos vegetales de rastrojo retirado, restos de comida de los trabajadores.	



		<p>Materiales de construcción: desechos de hormigón retirado de la planta temporal de hormigón, mixer y demás equipos empleados. Desechos de asfalto retirado de vehículos y equipos empleados.</p>	
--	--	---	--

Elaboración: MSC. Almir Álvarez Loo

1.9.4.9 Fuentes contaminantes

Tabla 1-17. Tipo de descargas-emisiones en la fase de construcción

Descargas – Vertientes - Emisiones	Aplica / No Aplica	Normativa de referencia	Información Complementaria
Gases en Fuente Fija	No Aplica	-	La fase de construcción, no contempla fuentes de emisiones fijas significativas, por lo que no aplica determinar la calidad de emisiones al aire
Material Particulado PM 10 y PM 2.5	Aplica	AM 097-A Anexo 4. Norma de calidad del aire ambiente – 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente	Material particulado menor a 10 micrones (PM10) continuo durante 24 horas Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5) continuo durante 24 horas
Emisiones de Ruido	Aplica	Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5, Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido	La Autoridad ambiental competente podrá practicar las visitas, inspecciones, mediciones y comprobaciones que sean necesarias para verificar el adecuado cumplimiento de las disposiciones contenidas
Calidad de agua	No Aplica	-	La fase de estudio, no contempla generación de aguas residuales

Elaboración: MSC. Almir Álvarez Loo



1.9.5 Etapa de operación y mantenimiento

Los sistemas de lagunas de oxidación se utilizan generalmente en las zonas rurales, para el tratamiento de las aguas residuales.

Este tipo de lagunas son frecuentemente utilizados por pequeños municipios y también por algunas industrias, en la creencia, errónea, por cierto, de que funcionan con muy poco mantenimiento.

Si bien el mantenimiento no requiere mano de obra intensiva, sí necesita controlarse adecuadamente la biomasa de este, de manera que pueda lograr el objetivo primordial de sanear el efluente para ser volcado a los cuerpos receptores sin contaminar.

Por lo general, están constituidos por tres lagunas: la primera anaeróbica, la segunda facultativa y la tercera aeróbica.

Estos sistemas si no son correctamente mantenidos, transcurrido cierto tiempo de funcionamiento, comienzan a colapsar provocando sobrenadantes en superficie y emanaciones de olores desagradables. Esto a su vez, provoca el vuelco posterior a cursos de agua sin cumplir con los parámetros estipulados en las normativas vigentes.

Generalmente estos problemas se deben a dos temas fundamentales:

- El diseño y construcción
- La administración del sistema

Con respecto a la construcción, es particularmente importante, la forma en que ingresa el afluente y como son conectadas. En el diseño deben establecerse las profundidades correctas, a fin de lograr los sistemas biológicos adecuados en cada una de ellas.

En cuanto a la administración, no basta con hacer simplemente un mantenimiento de limpieza, sino que es fundamental generar y conservar la biomasa correcta.

Los microorganismos en su proceso de degradación actúan como bio-polímeros, formando Flock que, al precipitar, forma un lecho bacteriano.

Este lecho puede trabajar en forma anaeróbica, generando gas metano; cuando esto ocurre y la cantidad de gas supera a través de su presión el peso de los barros, éstos se liberan hacia la superficie, generando olor a pantano.

Otras veces ocurre esto mismo cuando, debido al proceso de fermentación en los barros aumenta la temperatura; esto hace bajar la densidad del agua y se produce “la inversión”, o sea, suben los barros hacia la superficie. En este caso el beneficio es que se pone en contacto con el afluente crudo, una mayor cantidad de microorganismos contenidos en dichos barros.

En un sistema administrado adecuadamente, se puede manejar la incorporación de distintas cepas microbianas; por ejemplo, podemos aplicar más bacilos para solubilizar los sólidos, o podemos detectar si necesitamos enzimas y de qué tipo, según tengamos proteínas y/o grasas, y en qué cantidad se necesitan; de esta forma se logra



que las otras bacterias tengan la eficiencia buscada para metabolizar la materia presente.

Todo esto nos indica que además de diseñar correctamente el sistema de lagunas, es fundamental controlar el tipo de biomasa que se desarrollará en el sistema por la existencia de diversas procedencias de los efluentes depositados en las piscinas de tratamiento, evitando las emanaciones desagradables y logrando un vuelco de efluentes dentro de las normas establecidas.

Estas piscinas de tratamiento se pueden construir haciendo excavaciones de terreno, generalmente tienen una profundidad de 1 a 3 metros lo ancho y forma depende del terreno con que se cuenta para dicha actividad.

1.9.5.1 Estado actual

Estas tienen por objeto remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación, eliminar microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud y utilizar su efluente para ser reutilizada.

Hay que considerar que aun la población se maneja con pozos sépticos llegando a las lagunas cantidades estándares apropiadas para un buen manejo y aprovechamiento de estas aguas residuales que se descarta, sin que exista un riesgo para el medio ambiente y las especies de flora y fauna que viven y visitan las lagunas.

1.9.5.2 Eficiencia

La eficiencia de la depuración del agua residual en los sistemas lagunares depende ampliamente de las condiciones climáticas de la zona, temperatura, radiación solar, frecuencia y fuerza de los vientos locales, y factores que afectan directamente a la biología del sistema.

Los sistemas lagunares operan con concentraciones reducidas de biomasa que ejerce su acción a lo largo de periodos prolongados. La eliminación de la materia orgánica en las lagunas de estabilización es el resultado de una serie compleja de procesos físicos, químicos y biológicos, entre los cuales se pueden destacar dos grandes grupos.

- Sedimentación de los sólidos en suspensión, que suelen representar una parte importante (40-60 % como DBO5) de la materia orgánica contenida en el agua residual, produciendo una eliminación del 75-80 % de la DBO5 del efluente.
- Transformaciones biológicas que determinan la oxidación de la materia orgánica contenida en el agua residual.

La materia orgánica que ingresa en la laguna se halla en estado de sólidos sedimentables y sólidos en suspensión, éstos a su vez en estado coloidal y diluido. Los sólidos sedimentables y coloidales floculados, sedimentan en el fondo de la laguna y particularmente en la zona de ingreso.



1.9.5.3 Manejo de lodos residuales

En las estaciones depuradoras que reciben aguas residuales urbanas, en las fosas sépticas y en otras estaciones depuradoras de aguas residuales que traten aguas de composición similar, se generan como resultado de las distintas etapas de depuración de las aguas residuales, los llamados lodos de depuración.

Estos lodos tienen como característica principal su alto contenido de agua (más de 90%), y su composición final obedece a la carga de contaminantes iniciales del agua en tratamiento y las especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas empleados en su depuración; lo cual amplía la diversidad de materias suspendidas o disueltas en su composición.

Si bien es cierto los estudios han demostrado el alto valor agronómico de los lodos de depuración, de igual forma se ha identificado una alta carga de materiales contaminantes entre ellos metales pesados, patógenos orgánicos, y contaminantes orgánicos.

El problema radica en el tratamiento y disposición final que se da a estos lodos de depuración, principalmente a la falta de caracterización físico, químico y microbiológica de los mismos, lo cual se presenta como un potencial riesgo al ambiente, debido a que no se tiene un criterio sólido de la disposición final necesaria por tipo y característica de lodo generado en cada uno de los sistemas lagunares.

Toda actividad del ser humano, sea esta doméstica o industrial, genera aguas residuales, lo que conduce a implementar tratamientos, en lo posible modernos y eficientes, con el fin de evitar daños al ambiente.

El tratamiento de aguas residuales, incluye como subproductos el agua tratada y lodos residuales (Llagostera & Salgot, 2005). El lodo, dentro de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es el subproducto con mayor volumen, por lo que su manejo, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final son más complejos (Metcalf & Eddy, 1995). El lodo obtenido, se caracteriza por la presencia de patógenos, materia orgánica y humedad. Por lo tanto, es necesario evaluar alternativas sostenibles de disposición y/o aprovechamiento.

A nivel mundial, el destino final de los lodos residuales es principalmente la incineración y el depósito en rellenos sanitarios. Sin embargo, pueden ser aprovechados una vez sean tratados térmicamente. Este proceso requiere de una costosa infraestructura, pero incorpora productos de valor para fines agrícolas, forestales, entre otros usos.

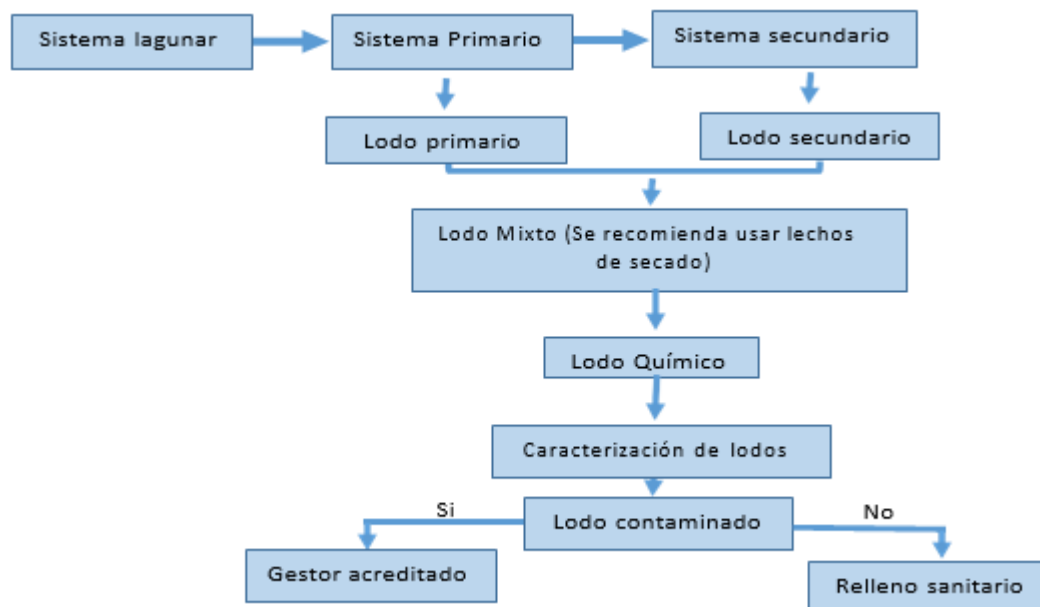
En los sistemas lagunares, los lodos residuales son los principales subproductos del tratamiento de aguas residuales. Estos lodos, provienen de procesos y operaciones como: rejillas, desarenadores, sedimentadores primarios y sedimentadores secundarios. Los lodos, están constituidos por una mezcla de agua residual tratada y sólidos sedimentados, siendo líquidos o semilíquidos y con un contenido de sólidos entre un 0,25 a 12% en peso.

En un sistema lagunar, con base a los procesos que se aplican, los lodos que se generan pueden ser clasificados en: i) Primarios, ii) Secundarios, iii) Mixtos y iv) Químicos.

- Lodos primarios: son aquellos lodos que se extraen del sedimentador primario. Están constituidos principalmente por arenas, materiales grasosos y sólidos orgánicos e inorgánicos de mayor tamaño.
- Lodos secundarios: son lodos, subproducto del tratamiento secundario biológico. Estos lodos se generan en los reactores biológicos y en el sedimentador secundario son separados del agua. Consisten en lodos biológicos, compuestos principalmente por materia orgánica.
- Lodos mixtos: estos lodos, constituyen los lodos primarios y secundarios, los cuales presentan propiedades similares a cada lodo que lo conforma.
- Lodos químicos: son los lodos, que se generan al agregar compuestos químicos, como sales de aluminio o hierro y/o cal, con el fin de mejorar los procesos de sedimentación para remover sólidos suspendidos o precipitar sustancias.
- La gestión de lodos residuales producidos, debe incluir las características del lodo a procesar, ya que de la naturaleza de estos depende la capacidad de reutilización y el éxito del tratamiento al que serán sometidos antes de su disposición final.

1.9.5.4 Flujograma del proceso generador

Figura 1-13. Flujo de ruta de los lodos depuradores



1.9.5.5 Procedimiento de obtención de lodos

- El programa de limpieza de las lagunas tendrá un intervalo de 15 días entre sí, modificándose solo en los casos que se requiera atención urgente.



- La cuadrilla procede a la limpieza y remoción de maleza ubicada en los bordes de cada laguna.
- Se procede a la limpieza y remoción de sólidos de las rejillas de ingreso.
- Se realiza la remoción de la “natas” de la superficie del espejo de agua de cada laguna.
- Se realiza la limpieza integral de los desarenadores, cuyo lodo también será dispuesto en los lechos de secado.
- Se aplica “mata maleza” a razón de 100 ml/20litros y se dosifica por aspersión
- Se aplica sustrato biológico líquido a razón de 20 litros por cada laguna.
- Se aplica Zeolita o bentonita a una concentración de 5 ppm por piscina.
- Se realiza la medición de caudales del efluente de salida.
- Se aplica Cloro en cada salida (3 libras)
- Se realiza la limpieza de las arquetas y colectores de sólidos.
- Se procede a recolectar los lodos de los bordes de las piscinas, y se trasladan a los lechos de secado.
- Finalmente se ejecuta conforme a lo indicado los literales 7 y 8 del presente instrumento.

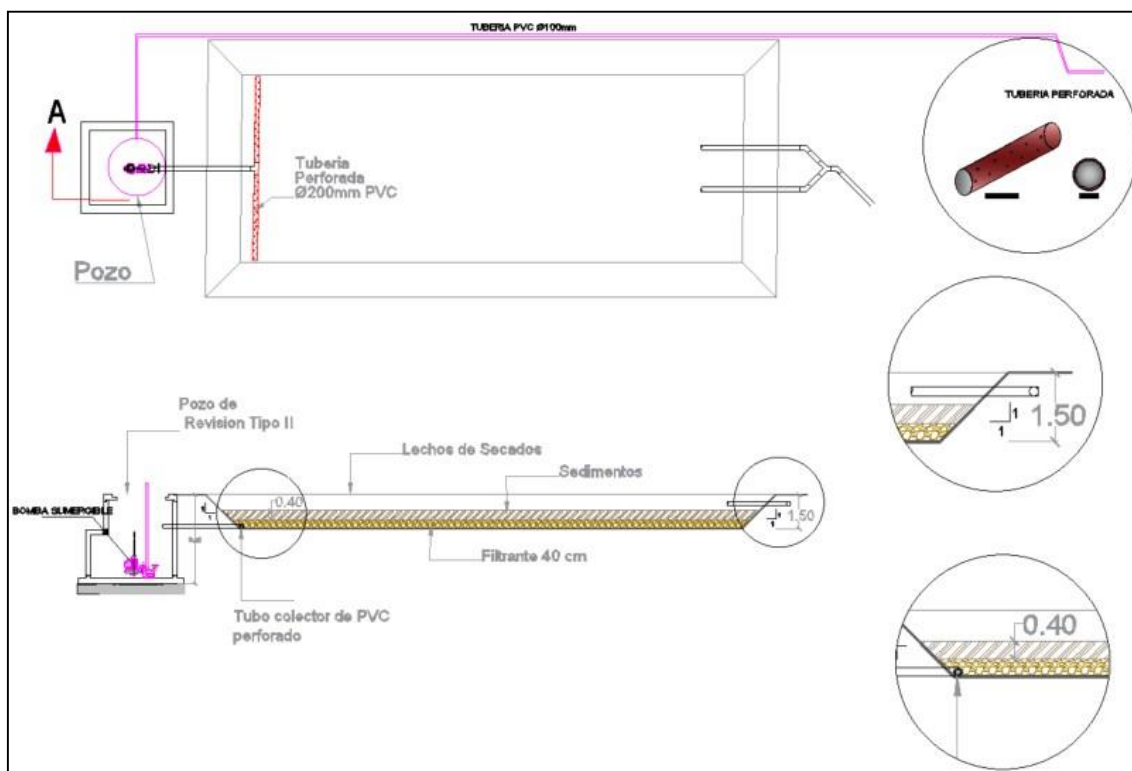
1.9.5.6 Deshidratación de lodos generados

Es un proceso que consiste en disminuir el volumen, mediante la disminución del agua capilar de adhesión contenida en el lodo, con el fin de abaratar costos de transporte y facilitar la manipulación. Para ello, se emplean métodos estáticos mediante lechos de secado y lagunas, pero representan mayor tiempo de deshidratado, y métodos mecánicos que incluyen filtros al vacío, de banda y prensa o centrífugas que acortan el tiempo de deshidratado; sin embargo, se limitan a cantidades pequeñas de lodo y son más costosas. Al momento de elegir entre una de éstas, se debe considerar la cantidad y estructura del lodo, disponibilidad de espacio y personal para operación y mantenimiento.

1.9.5.6.1 Lecho de secado

Los lechos o eras de secado, son los más utilizados para disminuir el contenido de agua de lodos. La remoción de agua consiste en colocar una capa de grava, arena y una tubería de desagüe, de esta forma el lodo se deshidrata por drenaje y por evaporación.

Figura 1-14. Esquema de lecho de secado



Fuente: Estudios y diseño – AGUAPEN-EP

De acuerdo al estudio batimétrico elaborado en el año 2019 por el Ing. Antonio Cantos, se define los diseños necesarios para la elaboración de lechos de secado para los sistemas lagunares, los cuales se indican a continuación:

1.9.5.7 Estabilización alcalina de lodos

Una vez retirados de las piscinas, los lodos son colocados en los lechos de secado, usando los criterios recomendados por la US-EPA, esto es por cada 5kg de lodo se dosifica 1kg de CAL, se realizarán mediciones diarias de pH, y se determinará completado el proceso cuando el pH se mantenga estable sobre 12 por al menos 3 días seguidos.

Valoración de lodos generados

Para la valoración de los lodos generados, se realizará la caracterización física química a través de un Laboratorio Acreditado por la SAE.

Es importante recalcar que debido a la falta de criterios normativos en la Legislación ambiental ecuatoriana se usará como marco de referencia la norma US-EPA CFR 40 PARTE 503: Normas para el Uso o Eliminación de Lodos Residuales” de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), con la finalidad de determinar cómo no peligrosos, los lodos generados.

Los parámetros a analizar se detallan a continuación:



Parámetro	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES PARA APLICACIÓN [mg/kg] en base seca	CONCENTRACIÓN MÁXIMA [mg/kg] en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cobre	1500	4300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Selenio	100	100
Zinc	2800	7500

Fuente: Estudios y diseño – AGUAPEN-EP

Adicionalmente se tomarán los siguientes parámetros los cuales serán evaluados en concordancia con la Tabla 2 del anexo 2 del A.M. 097-A:

Parámetro	LMP (mg/Kg)
Hidrocarburos totales (TPH)	<150

Como referencia se tomará en consideración la concentración máxima del contaminante, para determinar si el lodo debe ser tratado como un desecho peligroso o no.

Para términos de control, y cumplimiento se recomienda que dicho análisis, sea efectuado una vez al año.

1.9.5.8 Disposición final de lodos

1.9.5.8.1 Lodos considerados no peligrosos

Una vez obtenidos los resultados del análisis de laboratorio, y verificando que estos cumplan con los LMP establecidos en el literal 9, los lodos serán recolectados y dispuestos en el botadero Municipal de la localidad.

Dichos desechos podrán ser trasladados por AGUAPEN EP., o por la empresa Municipal de Aseo de la Localidad, previo a solicitud debidamente motivada.

La frecuencia de traslado de los desechos a su destino final, dependerá de la disponibilidad de espacio en los lechos de secado.



1.9.5.8.2 Lodos con componentes peligrosos.

En caso de que, una vez obtenidos los resultados del análisis de laboratorio, y verificando que estos NO cumplan con los LMP, los lodos serán recolectados, almacenados, etiquetados y entregados a un Gestor Acreditado por el MAATE, los tiempos de almacenamiento no podrán exceder a lo establecido en el A.M. 026. Así mismo, se realizarán las acciones pertinentes, de conformidad lo indica la normativa ambiental.

1.9.5.9 Ubicación del sistema de tratamiento y punto de descarga

Criterios de selección de los puntos de muestreo de calidad de agua

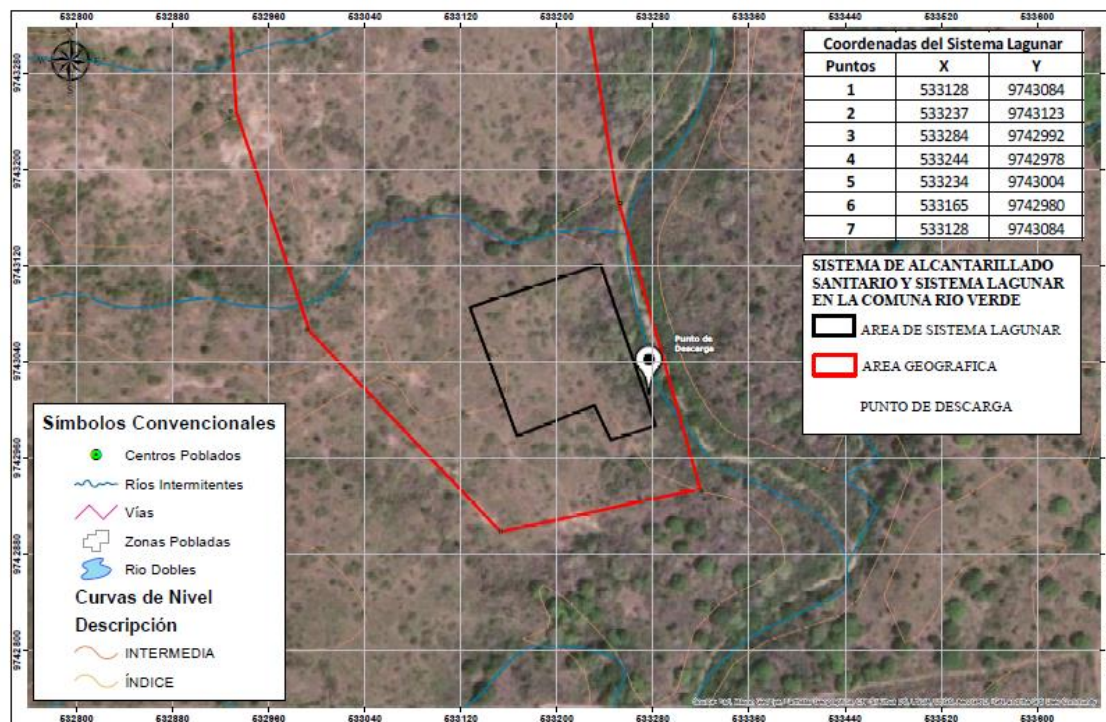
- a) Asentamientos humanos: El proyecto, realizará el tratamiento de las aguas residuales que se generan en la comuna Río Verde.
- b) Cuerpo receptor: Corriente No perenne / Intermitente / fluctuante. Esta corriente más o menos continua desemboca en el Río Verde o en su defecto, algunas veces sus aguas se pierden por infiltración.
- c) Naturaleza del proyecto: Sanitario

Tabla 4-18. Ubicación de los Puntos de Muestreo para calidad del agua

Número de muestra	Coordenadas (WGS -84)		Tipo de cuerpo receptor	Descripción del cuerpo receptor
	X	Y		
1	533281	9743038	Cuerpo de agua dulce	Corriente No perenne / Intermitente / fluctuante. Esta corriente más o menos continua desemboca en el Río Verde o en su defecto, algunas veces sus aguas se pierden por infiltración.

Elaboración: MSC. Alamir Álvarez Loo

Figura 1-15. Ubicación del punto tentativo de descarga



Elaboración: MSC. Alamir Álvarez Loo

1.9.5.10 Generación de desechos

Tabla 4-19. Predicción de desechos generados en la fase operativa

Entrada	Salida		
Materia prima y energía	Desechos		
	Líquidos	Sólidos	Emisiones
Aguas negras de la población	Efluentes tratados que serán descargados a un cuerpo de agua dulce, de conformidad con lo establecido en el ítem 1.9.6.9 Ubicación del sistema de tratamiento y punto de descarga	Lodos generados de la materia biodegradada establecido en el ítem 1.9.6.8 Disposición final de lodos	Malos Olores



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSTRUCCION DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y
SISTEMA LAGUNAR EN LA COMUNA
RIO VERDE DEL CANTON SANTA
ELENA

MAAE-RA-2022-426793

CAPÍTULO 1 - PÁGINA 104 | 104