



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Plan de Investigación de fin de carrera titulado:

**“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES &
NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN
SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”**

Realizado por:

GINO AMADEUS BARAHONA SANCHEZ

Director del proyecto:

ING. KATTY CORAL

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

2014



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

DECLARATORIA JURAMENTADA

Yo, Gino Amadeus Barahona Sánchez, con cédula de identidad #1003278114, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que ha consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Att.

GINO AMADEUS BARAHONA SÁNCHEZ

C.I.:1003278114



ECUADOR
**UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES &
NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN
SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”**

Realizado por:

GINO AMADEUS BARAHONA SANCHEZ

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO

Ha sido dirigido por el/la Profesor (a):

ING. KATTY CORAL

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**ING: KATTY CORAL
DIRECTOR**



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

ING. KATTY CORAL

Dr. CARLOS ORDÓÑEZ

ING. ESTEBAN OVIEDO

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno **GINO AMADEUS
BARAHONA SÁNCHEZ**

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador.

ING. KATTY CORAL
DIRECTORA

Dr. CARLOS ORDÓÑEZ
TRIBUNAL

ING. ESTEBAN OVIEDO
TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres principalmente, quienes fueron el pilar fundamental para que el día de hoy yo pueda convertirme en un profesional. A mi hermano, quien siempre ha sido un ejemplo de lucha y a quien le guardo mucha admiración, y, a toda la gran familia a la que estoy orgulloso de pertenecer.

A mis amigos quienes conocí en la Universidad, a los que se fueron, y quienes permanecieron hasta el final; todos ellos quienes de una u otra forma se cruzaron en mi camino, y a todos ellos con los que supimos cultivar una gran hermandad.

Y no olvidarme de mi fiel amigo, quien supo acompañarme en todos mis momentos más solitarios, BROW.

AGRADECIMIENTOS

A la Ingeniera Katty Coral por haber sido una fuente de gran conocimiento a lo largo de mi trayectoria estudiantil, y por sus acertados criterios en esta tesis. Su cooperación fue imprescindible para la ejecución del presente trabajo.

Al Ing. Esteban Oviedo y al Dr. Carlos Ordóñez, quienes se convirtieron en una clara guía para aportar las mejores ideas a esta investigación.

Al Municipio de Santa Cruz, al Sr. Alcalde Leopoldo Buchelli, al director del Departamento de Medio Ambiente Mario Piu, y, al personal del Departamento de Agua por abrirme las puertas de esta Ilustre Institución y brindarme el apoyo necesario en cada requisito para esta investigación.

Finalmente, a mi tío Vicente Barahona y, a mis buenos amigos Sophia Mora y Andrés Salazar, quienes fueron una fuente de apoyo e inspiración para el emprendimiento y culminación de este trabajo.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un diagnóstico del Sistema de Depuración de Aguas Residuales, denominado “Pantanos Secos Artificiales (PSA)” en Puerto Ayora, cantón Santa Cruz, provincia de Galápagos. Las tareas se desarrollaron en base a un cronograma cumplido entre marzo y julio del año 2014. Inicialmente se tomaron muestras de aguas residuales y éstas fueron enviadas a Quito para someterlas a los correspondientes análisis físico-químicos. Esto permitió evaluar la eficiencia y eficacia de la gestión ejecutada por el Gobierno local en este importante campo. Para medir la calidad del agua, se definieron una serie de parámetros estándares.

Esta investigación se ejecutó por iniciativa del Municipio de Santa Cruz, y se convierte en una primera herramienta de análisis de su propia gestión respecto a las aguas residuales, ya que aparentemente el cabildo no dispone de procesos de evaluación, y tampoco de una profunda caracterización de las aguas grises y negras que se tratan en estos sistemas de depuración.

El estudio de la gestión del municipio de Santa Cruz respecto al sistema de depuración de aguas residuales, permitirá fortalecer el compromiso adquirido principalmente ante la ciudadanía y, además, establecer responsabilidades para la protección del extraordinario entorno natural que representan las islas Galápagos para el mundo. Paralelamente se busca promover mejoras continuas, no solamente desde punto de vista del manejo ambiental, sino, además, de la administración de los servicios prestados por el municipio.

A corto plazo se reforzará el cuidado de su reserva de biósfera, de las especies que conforman la flora y fauna únicas en el mundo y de los espacios naturales, para evitar los múltiples efectos contaminantes causados por la inadecuada gestión de las aguas residuales.

Palabras clave: Sistema de Depuración, Aguas Residuales, Pantano Secos Artificiales (PSA), Gestión Municipal, Efectos Contaminantes, Caracterización, Aguas Grises y Negras, Parámetros, Calidad del agua

ABSTRACT

In this report we analyze the wastewater treatment system "Artificial Dry Swamps - (PSA)" performed in Puerto Ayora, Santa Cruz County, province of Galapagos. Our tasks were developed between March and July 2014. Initially samples of wastewater were taken in Puerto Ayora and sent to Quito to undergo relevant physico-chemical analysis. The results allowed us to evaluate efficiency and effectiveness of management implemented by the local government in this important field. To measure water quality, a series of standard parameters were defined.

It was Santa Cruz City Hall's initiative to carry out this research, and it has become one of the first analysis tools regarding wastewater treatment management. This is apparently because Santa Cruz authorities do not conduct permanent evaluations of the waste water treatment system, nor do they use a deep system to differentiate the gray and black waters.

The study of Santa Cruz management of wastewater treatment system will strengthen the commitment to the local people and also establish responsibilities for protecting the extraordinary natural environment that represent the Galapagos Islands to the whole world. At the same time, the research is looking forward to promoting continuous improvement not only for environmental management, but also for the administration of the services provided by the Santa Cruz local government.

This research, in the short-term, is also expecting a reinforced care of the Galapagos Islands Biosphere Reserve, of natural areas and of the species that make up a world unique flora and fauna. This all will preserve this paradise from multiple pollutant effects, caused by improper management of wastewater treatment system.

Keywords: treatment system, wastewaters, Artificial Dry Swamps (PSA), City Hall Management, Pollution Effects, Characterization, grey and black waters, Parameters, Water quality.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	19
1.1.1.2. PRONÓSTICO.....	34
1.1.1.3. CONTROL DE PRONÓSTICO	36
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	36
1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	36
1.1.4. OBJETIVO GENERAL.....	36
1.1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	37
1.1.6. JUSTIFICACIONES.....	37
1.2. MARCO TEÓRICO	38
1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA	38
1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA	39
1.2.3. MARCO CONCEPTUAL	40
1.2.3.1. DEFINICIONES	40
1.2.3.2. NORMATIVA LEGAL	42
1.2.3.3. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	42
1.2.3.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS), DECRETO EJECUTIVO 3516, 31 DE MARZO DEL 2003. 43	
1.2.4. HIPÓTESIS	44
1.2.5. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES	44
2. MÉTODO.....	45
2.1. NIVEL DE ESTUDIO	45
2.1.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	45
2.1.2. MÉTODO	45
2.1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
2.1.4. METODOLOGÍA DE MUESTREO	46
2.1.5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	47
2.1.5.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	47
2.1.5.2. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS	48

2.1.6.	SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	52
2.2.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	52
2.3.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
3.	RESULTADOS.....	54
	TABLA N°1. ENSAYO 1-A.....	55
	TABLA N°2. ENSAYO 1-B.....	55
	TABLA N°3. PROMEDIO 1-A-B.....	55
	TABLA N°4. ENSAYO 2-A.....	56
	TABLA N°5. ENSAYO 2-B.....	56
	TABLA N°6. PROMEDIO 2-A-B.....	56
	TABLA N°7. ENSAYO 3-A.....	57
	TABLA N°8. ENSAYO 3-B.....	57
	TABLA N°9. PROMEDIO 3-A-B.....	57
	TABLA N°10. ENSAYO 4-A.....	58
	TABLA N°11. ENSAYO 4-B.....	58
	TABLA N°12. PROMEDIO 4-A-B.....	58
	TABLA N°13. ENSAYO 5-A.....	59
	TABLA N°14. ENSAYO 5-B.....	59
	TABLA N°15. PROMEDIO 5-A-B.....	59
	TABLA N°16. ENSAYO 6-A.....	60
	TABLA N°17. ENSAYO 6-B.....	60
	TABLA N°18. PROMEDIO 6-A-B.....	60
	TABLA N°19. ENSAYO 7-A.....	61
	TABLA N°20. ENSAYO 7-B.....	61
	TABLA N°21. PROMEDIO 7-A-B.....	61
	TABLA N°22. ENSAYO 8-A.....	62
	TABLA N°23. ENSAYO 8-B.....	62
	TABLA N°24. PROMEDIO 8-A-B.....	62
	TABLA N°25. ENSAYO 9-A.....	63
	TABLA N°26. ENSAYO 9-B.....	63
	TABLA N°27. PROMEDIO 9-A-B.....	63
	TABLA N°28. ENSAYO 10-A.....	64
	TABLA N°29. ENSAYO 10-B.....	64
	TABLA N°30. PROMEDIO 10-A-B.....	64

4. DISCUSIÓN..... 65

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 65

4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MÉTODO DE HANSSEN 65

 4.2.1. ANÁLISIS INICIAL..... 66

 4.2.2. ANÁLISIS FINAL 77

4.3. PROPUESTA DE UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN PARA EL
CONTROL DE LAS AGUAS RESIDUALES 87

4.4. CONCLUSIONES..... 88

4.5. RECOMENDACIONES..... 90

5. MATERIALES DE REFERENCIA 95

5.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 95

5.2. ANEXOS 98

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: DIAGRAMA PANTANOS SECOS ARTIFICIALES (PSA).	21
ILUSTRACIÓN 2: TANQUE SEDIMENTADOR.	22
ILUSTRACIÓN 3: PANTANO SECO #1.....	23
ILUSTRACIÓN 4: PANTANO SECO #2.....	23
ILUSTRACIÓN 5: TANQUE DE ALMACENAMIENTO FINAL.	24
ILUSTRACIÓN 6: MUESTRA DE AGUA RESIDUAL PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	32
ILUSTRACIÓN 7: COOLER PARA TRANSPORTE DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL.	47
ILUSTRACIÓN 8: DIGESTOR ANAEROBIO DE BAJA CARGA.	92
ILUSTRACIÓN 9: DIGESTOR ANAEROBIO DE ALTA CARGA.	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. CAUDALES MEDIOS (L/hab.día) DE AGUAS NEGRAS Q_m EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN.	25
Tabla 2. Fragmento “DATOS POZOS 2007”	27
Tabla 3. Fragmento “DATOS POZOS 2008”	28
Tabla 4. Fragmento “DATOS POZOS 2010”	28
Tabla 5. Fragmento “DATOS POZOS 2011”	29
Tabla 6. Fragmento “DATOS POZOS 2012”	29
Tabla 7. Fragmento “DATOS POZOS 2013”	29
Tabla 8. Fragmento “DATOS POZOS 2014”	30
Tabla 9. Descripción de datos de facturas	30
Tabla 10. Desglose de costos por servicio de extracción y utilización del Hidrocleaner.	31
Tabla 11. Efectos de la polución por aguas residuales:	34
Tabla 12. Recepción de muestras.	48
Tabla 13. Parámetros de calidad de aguas.	48
TABLA 14. ENSAYO 1-A.	55
TABLA 15. ENSAYO 1-B.	55
TABLA 16. PROMEDIO 1-A-B	55
TABLA 17. ENSAYO 2-A	56
TABLA 18. ENSAYO 2-B	56
TABLA 19. PROMEDIO 2-A-B	56
TABLA 20. ENSAYO 3-A	57
TABLA 21. ENSAYO 3-B	57
TABLA 22. PROMEDIO 3-A-B	57
TABLA 23. ENSAYO 4-A	58
TABLA 24. ENSAYO 4-B	58
TABLA 25. PROMEDIO 4-A-B	58
TABLA 26. ENSAYO 5-A	59
TABLA 27. ENSAYO 5-B	59
TABLA 28. PROMEDIO 5-A-B	59
TABLA 29. ENSAYO 6-A	60
TABLA 30. ENSAYO 6-B	60
TABLA 31. PROMEDIO 6-A-B	60
TABLA 32. ENSAYO 7-A	61
TABLA 33. ENSAYO 7-B	61

TABLA 34. PROMEDIO 7-A-B	61
TABLA 35. ENSAYO 8-A	62
TABLA 36. ENSAYO 8-B	62
TABLA 37. PROMEDIO 8-A-B	62
TABLA 38. ENSAYO 9-A	63
TABLA 39. ENSAYO 9-B	63
TABLA 40. PROMEDIO 9-A-B	63
TABLA 41. ENSAYO 10-A	64
TABLA 42. ENSAYO 10-B.....	64
TABLA 43. PROMEDIO 10-A-B	64
Tabla 43. Análisis estadístico de pH.....	67
Tabla 44. Percentiles y valores notables.....	68
Tabla 45. Análisis estadístico de Conductividad.	69
Tabla 46. Percentiles y valores notables.....	70
Tabla 47. Análisis estadístico de DBO₅.	71
Tabla 48. Percentiles y valores notables.....	72
Tabla 49. Análisis estadístico de DQO.	73
Tabla 51. Análisis estadístico de Sólidos sedimentables.	75
Tabla 53. Análisis estadístico de pH.....	77
Tabla 55. Análisis estadístico de Conductividad.	79
Tabla 57. Análisis estadístico de DBO₅.	81
Tabla 59. Análisis estadístico de DQO.	83
Tabla 61. Análisis estadístico de Sólidos Sedimentables.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. pH de aguas residuales..... 67

Gráfico 2. Conductividad de aguas residuales. 69

Gráfico 3. DBO5 de aguas residuales..... 71

Gráfico 4. DQO de aguas residuales. 73

Gráfico 5. Sólidos Sedimentables de aguas residuales..... 75

Gráfico 6. pH de aguas residuales..... 77

Gráfico 7. Conductividad de aguas residuales. 79

Gráfico 8. DBO5 de aguas residuales..... 81

Gráfico 9. DBO5 de aguas residuales..... 83

Gráfico 10. DBO5 de aguas residuales..... 85

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el constante crecimiento poblacional genera demanda de servicios para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Estos, a su vez, producen desechos que pueden afectar a los factores ambientales como el aire, el agua, el suelo, factores bióticos, entre otros. Estos factores son esenciales para la vida ya que son aprovechados por la humanidad y la naturaleza para cumplir con su ciclo de vida. Uno de estos factores ambientales es el agua que, debido a su trascendencia como recurso natural, se convierte en el enfoque principal del presente estudio.

La magnitud de importancia del recurso agua no tiene límites; así lo expresa Shiva, V. (2002), en su libro “Las Guerras del Agua” de donde se resalta el siguiente fragmento: *“El agua es el principio de la vida y origen de las culturas. El agua ha sido un elemento fundamental para el bienestar material y cultural de las sociedades del mundo entero. Lamentablemente, este preciado recurso se encuentra ahora amenazado”*. Partiendo de este y otros conceptos de diversos autores se destaca la obligación que el mundo tiene, no solamente proteger el agua como un bien de la humanidad, sino también, de aprovecharlo de la mejor manera posible y, de reutilizarlo aplicando conocimientos indispensables para su saneamiento.

El agua es un líquido incoloro, inodoro e insaboro, esencial para la vida humana, vegetal y animal, está compuesta de la lluvia, el mar, los lagos y los ríos. El agua pura no existe en la naturaleza, pues esta recoge desechos mientras pasa a través del aire. Los ríos y las quebradas recogen impurezas provenientes del suelo y de las descargas de aguas residuales, transportándolas a los lagos, embalses y mares (Romero, 2002). Tal es el caso de las aguas residuales que provienen de diferentes sectores y tipos de usuario, como por ejemplo: industriales, domésticas, hoteleras, restaurantes, instituciones públicas y privadas. *“Estas aguas contienen características físico-químicas y bacteriológicas, las cuales producirían efectos biológicos y fisiológicos indeseables de forma inmediata”* (Romero, 2002). Por lo que representan un grave y determinante problema ambiental, si estas no son gestionadas y procesadas de una forma adecuada.

La generación de aguas residuales es una situación inevitable de la actividad humana. El tratamiento y disposición apropiada de estas aguas supone el conocimiento de las

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas; de su significado y de sus efectos principales (Romero, 2000).

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Aguas residuales domésticas (ARD) son básicamente producto del abastecimiento de una población, después de haberse alterado sus características originales por diversos usos. Estas aguas tienen su origen a partir de la combinación de líquidos y desechos arrastrados por las mismas, procedentes de los domicilios, establecimientos comerciales, instituciones públicas, privadas, entre otras (Falcón, 1990).

Las aguas residuales provenientes de inodoros, también denominadas *aguas negras*, son aquellas que transportan excrementos humanos y orina, sustancias ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales. Mientras que *aguas grises* son las aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, aportantes de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), sólidos suspendidos, fósforo, grasas y coliformes fecales, es decir, son las aguas residuales de origen doméstico, excluyendo las de los inodoros (Romero, 2000).

Las impurezas en el agua pueden encontrarse en solución o en suspensión. La materia suspendida debe removerse al igual que toda sustancia disuelta que se halle en exceso, o que convierta el agua en inadecuada para uso doméstico o industrial. El tipo de polución que puede ocurrir en el agua y las medidas que deben tomarse para prevenirla o removerla, varían con la fuente de donde proviene el agua. Los medios por los cuales la polución puede alcanzar un agua son muchos (Romero, 2002).

Conociendo su procedencia y sus constituyentes, es necesario mencionar que las aguas grises y negras representan un problema ambiental potencial, debido a la numerosa cantidad de efectos secundarios que pueden ocasionar por el hecho de no contar con un sistema de gestión eficaz que permita alcanzar una mejora en la calidad de la misma.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

El desarrollo de áreas urbanas es una de las fuentes generadoras de aguas grises y negras. Ciertas áreas que aún mantienen su estado natural de conservación, se han visto afectadas por éste fenómeno que contribuye con la contaminación del agua, por lo que es necesario aplicar urgentes sistemas de gestión.

El tratamiento de las aguas residuales es una medida de saneamiento que ha otorgado gran reconocimiento a diferentes industrias, ciudades y países; dicha distinción se obtiene luego del cumplimiento fiel de varias normas de regulación vigentes, ante un sin número de tipos de contaminación que el agua puede recibir.

En Ecuador, las Islas Galápagos pertenecen a la Región Insular, éstas son consideradas Patrimonio Cultural de la Humanidad (UNESCO, 1979). Se conoce por historia que estas Islas fueron el escenario donde Charles Darwin desarrolló la teoría de la evolución de las especies, y es precisamente aquí donde se mantiene un alto nivel de conservación biológica.

El Municipio de Santa Cruz, junto a otras entidades, trabajan por la conservación y preservación de las especies y hábitats, pues consideran que las Galápagos son reserva de biósfera (UNESCO, 1979), lo cual las han convertido en un destino turístico por excelencia, esto incrementó la atracción y visita a las islas encantadas.

Debido a las características mencionadas, se plantea la necesidad de implementar medidas oportunas ante la demanda de servicios. En este contexto, el presente estudio estará enfocado en el “Diagnóstico de la gestión de las aguas residuales (grises y negras) de los sistemas sépticos de Puerto Ayora, cantón Santa Cruz”.

Actualmente en este lugar se desarrolla un sistema sencillo de depuración de aguas residuales, el cual será analizado para determinar su grado de eficacia y eficiencia.

1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En la isla Santa Cruz, cantón Puerto Ayora, el Municipio local cuenta con un Departamento de Medio Ambiente, dependencia encargada de desarrollar toda clase de proyectos que buscan un mejor porvenir para la ciudadanía. Es así que el

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Departamento de Agua existe con la finalidad de brindar el servicio de extracción y gestión de las aguas residuales (grises y negras).

Para cumplir con éste servicio de gran importancia para la comunidad, la municipalidad adquirió un vehículo tipo tanquero, mismo que fue modificado y acoplado para realizar la función de HIDROCLEANER que posee una capacidad de 12m³, que se encarga de retirar las aguas negras y grises de los pozos sépticos de la ciudad, pero ésta es la única unidad existente para abastecer los requerimientos de la población de Santa Cruz en lo que respecta al servicio de extracción de las aguas residuales.

Complementando el servicio, se adecuaron distintas extensiones territoriales ubicadas en sectores estratégicos de la isla, adaptando en estas, un sencillo sistema de depuración de aguas residuales conocidos como “Pantanos Secos Artificiales (PSA)”. La fuente de esta información fue brindada por el personal a cargo del Departamento de Agua del Municipio de Santa Cruz en una entrevista realizada al Ingeniero Delio Sanango.

El trabajo que cumplen los pantanos secos artificiales, los detallamos en el siguiente proceso; cabe recalcar que la siguiente información fue obtenida mediante una entrevista al personal encargado del Departamento de Agua del Municipio de Santa Cruz, el Ingeniero Delio Sanango.

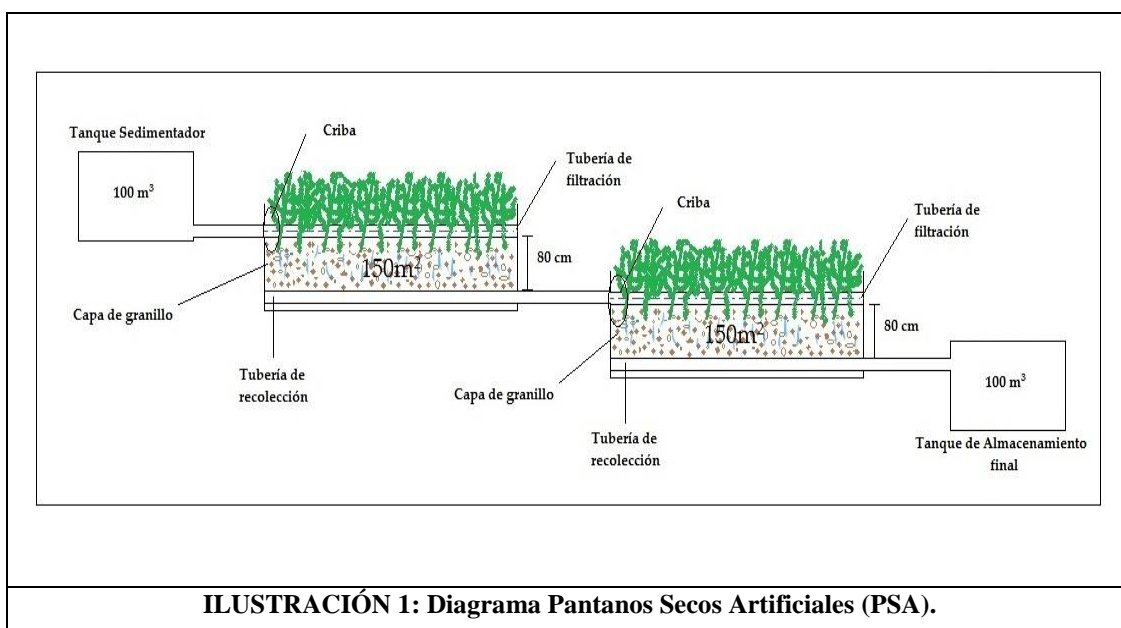
1. Un tanque sedimentador se encarga de almacenar el agua procedente del servicio de extracción que brinda el HIDROCLEANER (tanquero de extracción).
2. Se inyecta el agua del tanque sedimentador hacia el primer pantano seco artificial, atravesando una pequeña rejilla denominada criba, ésta permite eliminar sólidos gruesos como plásticos, ramas, piedras u otros de tamaño relativamente grandes. Estas cribas contienen una luz de poro lo suficientemente amplias como para dejar pasar el efluente y los sólidos de menos tamaño.
3. El agua residual (aguas grises y negras) se distribuye mediante una tubería de filtración, colándose en una capa de granillo (80cm), la

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

cual se encarga de retener las impurezas y sólidos de gran tamaño (palitos, materia orgánica, entre otros).

4. En la zona superior de los pantanos secos artificiales se realizó el sembrío de “pasto elefante”, esta planta se encuentra en las zonas altas de la Isla y, mediante sus raíces, se encarga de absorber los nutrientes de la materia orgánica y de esta forma clarificar el agua.
5. En el fondo del pantano seco artificial se encuentra una segunda tubería de recolección que posee una malla en su superficie, para asegurar que el efluente llegue con la menor cantidad de impurezas.
6. Cumplida la primera fase en este proceso, la acción se repite en un segundo pantano seco artificial ubicado a desnivel, con esto se espera que el efluente haya disminuido su carga contaminante de forma significativa.
7. Finalmente, el agua residual tratada por los pantanos secos es recopilada en un tanque de almacenamiento, para ser utilizada en procesos de riego.

Cabe recalcar que, el objetivo principal de este sistema de depuración de aguas residuales, es reducir los niveles de contaminación en el efluente, ya que finalmente el agua tratada no será bajo ningún concepto reutilizada para el consumo humano.



Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



ILUSTRACIÓN 2: Tanque sedimentador.

Autor: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



ILUSTRACIÓN 3: Pantano Seco #1.

Autor: Barahona G., 2014.



ILUSTRACIÓN 4: Pantano Seco #2.

Autor: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



ILUSTRACIÓN 5: Tanque de almacenamiento final.

Autor: Barahona G., 2014.

Los Pantanos Secos Artificiales (PSA), en sus inicios fueron propuestos como una medida alternativa, pues, al no existir ninguna otra opción, los efluentes eran vertidos en grandes extensiones de terreno inhabitados que no contaban con vegetación ni fauna a sus alrededores, esperando que las altas temperaturas simplemente evaporaran las aguas residuales, y que su materia orgánica fuera degradándose de forma natural. Con el tiempo esto provocó la proliferación de plagas, malos olores, un ambiente desagradable, insalubridad e inseguridad para quienes ejecutaban dicha gestión.

Santa Cruz se posiciona como la isla que cuenta con la mayor cantidad de habitantes, 15.393 según el último censo (INEC, 2010), acompañada de un mayor porcentaje de desarrollo y crecimiento en relación a las otras islas habitadas. Estas son razones suficientes para que se requiera una mayor atención ante la demanda de servicios.

Según Hernández & Hernández (2004), en su libro “MANUAL DE SANEAMIENTO URALITA: Sistemas de Calidad en Saneamiento de Aguas”, se establecen:

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 1. CAUDALES MEDIOS (L/hab.dia) DE AGUAS NEGRAS Q_m EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN.¹

POBLACIONES	CAUDAL MEDIO
Núm. Habitantes	DE AGUAS NEGRAS
	Q_m (L/hab.dia)
Hasta 500	85
De 500 a 1.000	128
De 1.000 a 3.000	150
De 3.000 a 12.000	160
De 6.000 a 12.000	170
De 12.000 a 25.000	190

Elaborado por: Barahona, 2014.

En la actualidad, Santa Cruz posee un sistema de alcantarillado que abastece a un 10% del territorio habitado, es decir sólo en la calle principal, sin embargo, al no existir una planta de tratamiento, el sistema de alcantarillado tampoco está dotado de canalización adecuada que permita conducir los efluentes residuales, razón por la que, el sistema únicamente recoge las aguas pluviales y las dirige hacia grietas que finalmente desembocan en las aguas oceánicas.

Es importante señalar que al estar las islas Galápagos alejadas del territorio continental ecuatoriano, las dificultades para adquirir nuevas tecnologías suponen una inversión económica muy fuerte, lo cual representa un gran inconveniente para el desarrollo de las islas.

Con lo expuesto podemos deducir que los Pantanos Secos Artificiales (PSA) se transformaron en una medida oportuna, los resultados fueron inmediatos; se atendió

¹ Relación con la tabla 2.7 del libro “MANUAL DE SANEAMIENTO URALITA: Sistemas de Calidad en Saneamiento de Aguas, (Hernández & Hernández, 2004). Págs. 40”.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

la demanda del servicio de tratamiento de aguas residuales, adecuando un lugar estratégico y siguiendo los parámetros técnicos correspondientes a esta gestión.

Sin embargo, entre los años 2007 y 2014 se presentaron diferentes variables que afectaron el servicio de extracción y gestión de las aguas residuales (grises y negras), los más importantes son los siguientes:

- Crecimiento poblacional
- Aumento de viviendas,
- Incremento de locales comerciales,
- Apertura de instituciones públicas y privadas,
- Incremento de nuevos restaurantes e infraestructura hotelera.

De la misma manera, durante la investigación se identificaron algunos inconvenientes que desdibujan el trabajo que desarrolla el Departamento de Agua del Municipio de Santa Cruz Galápagos:

- No existen datos de ningún tipo respecto a los desalojos y extracción, tales como:
 - Formatos de recolección de datos y registro de los desalojos de las aguas residuales (volumen desalojado, medidas de los pozos sépticos).
 - No hay un registro de datos para atención al cliente.
 - Se desconocen valores reales acerca de: costo por desalojo, costos por tiempo de utilización del hidrocleaner.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- No se ejecutan análisis de aguas posterior al tratamiento por pantanos secos.
- Se desconoce la eficiencia y eficacia del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Se desconocen o no existen estadísticas sobre de filtración del Sistema de Tratamientos de Pantanos Secos.
- No se ejecutan acciones de tratamiento para lodos.

A continuación se adjuntan fragmentos de registros de datos, en las cuales se puede apreciar los formatos utilizados con anterioridad y los que son utilizados actualmente para el servicio de extracción de aguas residuales que ha prestado el Municipio de Santa Cruz en el periodo 2007 hasta el presente año.²

Tabla 2. Fragmento “DATOS POZOS 2007”

NOMBRES	No.- CEDULA	TIEMPO	TIEMPO	TOTAL	TOTAL MINUTOS
		LIMPIEZA MIN.	TRANSPORTE		
AGUIRRE CASTANEDA RUTH IRENE	ARRAYAN ES -I. SANTIAGO - DAPHNE	2000029013	65	60	125
ANDRADE BALLESTEROS ALFREDO HUMBERTO	200001343- 9	60	60	120	
ANDRADE GALLARDO MARTHA CECILIA	PELIKAN BAY - ADOLFO HANNY	1706319884	30	60	90
ARIAS SOLIS MIGUEL ANGEL	ALBORAD A .GRAL RODRIGUE Z LARA	1600032922	15	60	75

Elaborado por: Barahona G., 2014.

² Base de datos del Departamento de Agua – Municipio de Santa Cruz.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 3. Fragmento “DATOS POZOS 2008”

NOMBRES	No.- CEDULA	TIEMPO	TIEMPO	TOTAL	TOTAL MINUTOS
		LIMPIEZA MIN.	TRANSPORT E		
ANDRADE FREIRE MARJORIE	MIRAFLORES- FRAGATA / SAN CRISTOBAL	2000028320	60	60	120
ASTUDILLO ARCOS JUAN EDUARDO	UNION - CALLE MICONIA	1708275209	90	60	150
BALLESTEROS PUENTES ROBERTO ANIBAL	ACACIAS - FRAGATA/ SAN CRISTOBAL	2000014197	40	60	100
BURGOS ZAMBRANO GLADYS	EDEN -JUAN LEON MERA / MARCHENA	0911730927	30	60	90

Elaborado por: Barahona G., 2014.

NOTA: EN EL AÑO 2009 NO EXISTEN INFORMACION NI FORMATOS

Tabla 4. Fragmento “DATOS POZOS 2010”

fecfac	totnet	totdes	totiva	toffac	totbas	clicxc	Nomcxc
20/10/2010 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	0602324402	ALTAMIRANO MORALES HOLGER
22/07/2010 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	2000066601001	ANDINO ROBALINO ANGELICA Y HNOS.
28/06/2010 00:00:00	81,42	0	8,62	81,42	71,8	0909195620	CAICEDO CAICEDO FELIX
19/10/2010 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	2000027348	CALAPUCHA AGUINDA JACOBO EUSEBIO

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 5. Fragmento “DATOS POZOS 2011”

fecfac	totnet	totdes	totiva	totfac	totbas	clicxc	Nomcxc
19/04/2011 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	0602324402	ALTAMIRANO MORALES HOLGER
15/09/2011 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	2000011896	ANDRADE TORRES DIEGO ENRIQUE
26/05/2011 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	1708108582	ARROBA JACOME MARIA ISABEL
11/04/2011 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	0990005737001	BANCO DEL PACIFICO S. A

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Tabla 6. Fragmento “DATOS POZOS 2012”

fecfac	totdes	totiva	totfac	totbas	clicxc	Nomcxc	Observ
30/08/2012 00:00:00	91,01	3	9,64	91,01	80,37	0906482369	AGURTO RAMOS JENNY ESTELA
18/10/2012 00:00:00	121,02	6	12,86	121,02	107,16	1001266673001	ALBARADO RUIZ CLARA ELENA
31/05/2012 00:00:00	91,01	3	9,64	91,01	80,37	1700658964	ANDINO OLMEDO ANGEL MARIA
19/11/2012 00:00:00	111,42	5	11,83	111,42	98,59	1000804292001	BAQUERO MARCILLO CECILIA INES VICTORIA

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Tabla 7. Fragmento “DATOS POZOS 2013”

fecfac	totnet	totdes	totiva	totfac	totbas	clicxc	Nomcxc
13/05/2013 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	0602324402	ALTAMIRANO MORALES HOLGER
23/10/2013 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	1802892123	ALVAREZ HARO DARWIN ESAUL
18/10/2013 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	1705182077	ANDRADE GALLARDO MIRYAN ELENA
09/01/2013 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	2000034971	ARIAS MONTALVO JHONSON MIGUEL

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 8. Fragmento “DATOS POZOS 2014”

fecfac	totnet	totdes	totiva	totfac	totbas	clicxc	nomcxc
07/02/2014 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	0908834419001	AGUILAR ANDRADE MERCY MARILU
27/01/2014 00:00:00	76,01	0	8,04	76,01	66,97	0904180205	AGUIRRE ABAD LUIS ANTONIO
07/01/2014 00:00:00	121,02	0	12,86	121,02	107,16	2000010286001	AGUIRRE FUENTES ELENA GENOVEVA
05/03/2014 00:00:00	91,01	0	9,64	91,01	80,37	0201309853001	AZOGUE YANCHALQUIN MARIA CECILIA

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Tabla 9. Descripción de datos de facturas³

TOTNET:	Valor económico a cancelar
TOTDES:	Total descuento
TOTIVA:	IVA aplicado
TOTFAC:	Total de la factura incluido IVA (% 12) y servicio administrativo (\$1,00)
TOTBAS:	Total básico, no incluye IVA ni servicio administrativo.
CLICXC:	Nombre del cliente o cédula de ciudadanía.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Se puede verificar que para el manejo de la información no existen formatos adecuados o debidamente elaborados, esto genera desorden y confusión al momento de realizar un análisis de la administración. Adicionalmente, se tiene conocimiento que el municipio fijó una tasa de cobro por el servicio de extracción de aguas residuales y otro rubro por hora de servicio del HIDROCLEANER, sin embargo no consta en este formato de recolección de datos.

Como se muestra en las tablas 2 - 3, la tasa de cobro está relacionada al tiempo de uso del HIDROCLEANER y la tarifa de extracción; sin embargo en las tablas 4 - 8 podemos observar que el formato impide relacionar la tasa de cobro con el tiempo de uso del HIDROCLEANER y tarifa de extracción, por tanto consideramos que

³ Base de datos del Departamento de Agua – Municipio de Santa Cruz.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

también deben corregirse o reelaborarse para garantizar una información precisa y clara.

Los costos se desglosan de la siguiente manera:

Tabla 10. Desglose de costos por servicio de extracción y utilización del Hidrocleaner.

COSTO DEL SERVICIO DE EXTRACCIÓN	
Hora del HIDROCLEANER	\$53,38 Dólares USA
I.V.A.	12% (\$6,41 Dólares USA)
Servicio administrativo	\$1,00 Dólares USA
TOTAL	\$59,79 Dólares USA
RUBRO POR HORA DE SERVICIO DEL HIDROCLEANER	
Hora de servicio (incluido I.V.A.)	\$60,01 Dólares USA
Servicio administrativo	\$1,00 Dólares USA
TOTAL	\$61,01 Dólares USA

Elaborado por: Barahona G., 2014.

La investigación y Diagnóstico de la Gestión de Aguas Residuales en Puerto Ayora cantón Santa Cruz-Galápagos, permitió descubrir varias falencias de carácter técnico, administrativo y operativo en el manejo de los recursos residuales por parte del Área de Medio Ambiente correspondiente al Municipio local.

El presente estudio plantea profundos y radicales cambios en la gestión mediante mejoras a nivel administrativo, generar nuevos conocimientos técnicos a través de la capacitación al personal del Departamento de Agua, y ejecutar acciones y soluciones ante las deficiencias que en la actualidad existen en este campo.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es que, actualmente en Galápagos no existen laboratorios ni equipos tecnológicos para el análisis de los residuos del agua. Se desconoce si alguna institución pública o privada dispone de equipos adecuados. Pero para el desarrollo de esta tesis se transportaron las muestras en recipientes refrigerados y adecuados hacia la ciudad de Quito, para realizar el análisis físico-

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

químico de las aguas residuales (grises y negras) en los laboratorios de la Universidad SEK.



ILUSTRACIÓN 6: Muestra de agua residual para análisis físico-químico

Autor: Barahona G., 2014.

Para expresar las características de un agua residual, ésta puede hacerse de muchas maneras, dependiendo de su propósito específico; sin embargo, es importante mencionar que es apropiado contar con un programa de muestreo para asegurar la representatividad de la muestra, y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que aseguren su precisión y exactitud en los resultados (Romero, 2000).

La caracterización del agua residual tiene como objetivo conocer sus atributos físico-químicos y biológicos con el propósito de definir su aptitud para uso humano, agrícola, industrial, recreacional o como recurso asimilatorio de descargas contaminantes. La presentación adecuada de los parámetros de caracterización facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado y permite visualizar no solo los aspectos relacionados con su composición química y microbiológica sino también los requerimientos económicos, legales y de tratamiento para su aprovechamiento (Romero, 2002).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Para este estudio, se usarán los parámetros químicos y físicos que, según la legislación ecuatoriana, a fin a este, el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo 1, son los más frecuentes e importantes para definir la calidad del agua, estos son:

- **pH**

Es un parámetro ampliamente utilizado para visualizar la aptitud del agua para diferentes usos y tratamientos. Por ejemplo, en aguas de uso municipal su rango debe posicionarse entre 6,5 – 9,0; para prevenir la Corrosividad o incrustación en tuberías, así como un sabor amargo en la misma cuando el pH es muy alto. Sin embargo, cuando el agua tiene alcalinidad y concentración de calcio alta, se recomienda un pH en el agua tratada de 6,8 – 7,3 (Romero, 2002).

- **Conductividad**

No presenta por sí misma efectos nocivos para la salud, y está asociada con valores altos en el pH, dureza y sólidos disueltos (Romero, 2002).

- **DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno)**

La cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición biológica aeróbica de un material nutriente es el factor clave para expresar su fuerza contaminante (Winkler, 1994).

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

Parámetro de gran importancia en la evaluación de aguas residuales, en ocasiones como sustituto o complemento de la DBO (Romero, 2002). Representa el oxígeno equivalente a la cantidad de materia orgánica e inorgánica en una muestra (Spellman & Drinan, 2004).

- **Sólidos sedimentables**

Son sólidos en suspensión, que se espera que se sedimenten por gravedad. Se debe determinar su período de tiempo de sedimentación. Se usa frecuentemente en análisis de aguas residuales y puede proporcionar

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

datos útiles sobre el proceso de sedimentación, pero solo en caso de una gran turbidez (Spellman & Drinan, 2004).

1.1.1.2.PRONÓSTICO

Es de vital importancia que toda población cuente con un adecuado sistema de depuración de aguas residuales (grises y negras) y de esta manera se garantice el cumplimiento de estándares de calidad que, a su vez, permitan preservar la salud de los ecosistemas y de sus habitantes.

La sociedad caracteriza por una expansión urbana e industrial con grandes demandas sobre los recursos hídricos y con graves problemas de índole ambiental; si a ello se le agrega un uso inadecuado del recurso agua y de los sistemas que lo aprovechan, se generan problemas de salud, pobreza y una sobredemanda de los servicios (Noguera, J. Báez, 2007).

La calidad requerida del agua, depende del uso que se le vaya a dar y del propósito de dicho uso, es así, que la aspiración como ingenieros y usuarios es contar con un suministro de agua suficiente, limpio, seguro, es decir, en cantidad suficiente y de calidad adecuada (Romero, 2002.)

Tabla 11. Efectos de la polución por aguas residuales⁴:

Efectos indeseables de las aguas residuales	
Contaminante	Efecto
Materia orgánica	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.
Materia suspendida	Flota mediante el empuje de los gases, cubre el fondo e interfiere con la infiltración. Causa turbiedad, deposita lodos.
Contaminantes de importancia en aguas residuales	
Contaminante	Efecto
Sólidos suspendidos	Pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descargan AR crudas en un medio acuático.

⁴Tomado de las tablas 1.13 y 1.14 del libro “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Teoría y principios de diseño (Romero, J. (2002). Págs. 24-25”.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

M. O. Biodegradable	Se mide en términos de DBO y DQO, compuesta por proteínas, carbohidratos y grasas. Si no es previamente removida puede producir agotamiento del OD de la fuente receptora y desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Producen enfermedades. Hace el agua insegura para consumo y recreación.
M.O. Refractaria	Resiste el tratamiento convencional, por ejemplo: detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Sólidos inorgánicos Disueltos	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reuso del agua.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Si no se desarrolla un estudio del proceso de descontaminación de las aguas residuales (grises y negras) y de su gestión administrativa, será imposible el seguimiento apropiado en el desarrollo de las actividades del Departamento de Agua del Municipio de Santa Cruz.

Es oportuno incorporar una nueva base de datos para llevar un registro adecuado, ordenado, detallado y actualizado de la ciudadanía que requiere el servicio de extracción de sistemas sépticos debido a que en la actualidad no existe. Este registro permitirá obtener datos técnicos válidos como: volumen desalojado por pozo séptico, tiempo requerido para el proceso de depuración de las aguas una vez inyectadas al sistema de pantanos secos, la eficiencia del sistema, la calidad de dichas aguas y los valores económicos que ingresan al Municipio por el servicio prestado.

Es necesario realizar un diagnóstico profundo de la gestión municipal respecto al tratamiento de las aguas residuales, para conocer su eficiencia y que a su vez se convierta en un sistema permanente, de fácil administración y que se mantenga a través del tiempo.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1.1.1.3. CONTROL DE PRONÓSTICO

El presente estudio denominado “Diagnóstico de la gestión de las aguas residuales (grises y negras) de los sistemas sépticos en Puerto Ayora, Cantón Santa Cruz”, estuvo encaminado a determinar la eficacia y eficiencia de la gestión actual, no solamente desde el punto de vista ambiental, sino también para promover ideas innovadoras y prácticas que permitan mejorar los sistemas de servicio al cliente, tomando en cuenta cambios de la población a futuro, y orientado a proponer soluciones y mantener una mejora continua.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿El tratamiento de depuración de aguas residuales (grises y negras), empleado por la Municipalidad de la Isla Santa Cruz, es eficiente?

1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Se determina la composición físico-química de las aguas residuales?
- ¿Es eficaz el proceso de tratamiento de los pantanos secos?
- ¿El sistema administrativo maneja adecuadamente los datos técnicos del sistema de tratamiento?
- ¿El sistema de tratamientos por pantanos secos puede acoplarse hacia la mejora continua?

1.1.4. OBJETIVO GENERAL

- Diagnosticar la gestión de las aguas residuales (grises y negras) de los sistemas sépticos de en Puerto Ayora, Cantón Santa Cruz y, establecer modelos de gestión.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1.1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición de las aguas residuales antes y después del proceso de depuración, a fin de establecer la eficiencia del proceso de tratamiento de los Pantanos Secos Artificiales “PSA”.
- Optimizar el sistema administrativo mediante la gestión de datos técnicos reales.
- Acoplar la gestión actual para que sea susceptible a la mejora continua a través de los años.

1.1.6. JUSTIFICACIONES

El presente estudio nace por iniciativa del Municipio de Santa Cruz que, por su compromiso de conservación con la calidad de vida de los ecosistemas primordialmente, así como la de su población, se ve en la obligación de tomar decisiones que representen un servicio de mejora continua para la ciudadanía.

Es importante por ello, monitorear el sistema de depuración de aguas residuales, precisando así, el cumplimiento de las metas planteadas en un inicio por la municipalidad local en cuanto a este servicio. De esta manera se fortalece la responsabilidad asumida para proteger este entorno natural.

Además, se necesita realizar una validación cuantitativa para identificar las ventajas y desventajas que presenta la administración actual en su gestión de efluentes, para promover diferentes alternativas que permitan aumentar el grado de eficiencia de los sistemas de tratamientos existentes.

Este estudio representa una Relevancia Social debido a que su investigación implica la búsqueda de alternativas que puedan ser incluidas en la actual gestión o reemplazadas, con el fin de reducir impactos negativos en la salud y el ambiente, como consecuencia de la mala gestión de las aguas residuales (grises y negras).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

El tratamiento de las aguas grises y negras municipales es una práctica bien establecida, sin embargo, hoy en día, las exigencias respecto a los valores potenciales que debe tener el agua, representan a su vez, una mayor exigencia en los tratamientos para las aguas de una industria, de la agricultura y las aguas municipales. Antiguamente se diseñaban plantas de tratamientos, las cuales estaban proyectadas a reducir entre un 30 y 40% las impurezas no deseables; no existían límites sobre la calidad que debía requerir un efluente. En la actualidad, la creciente complejidad de las plantas de tratamiento modernas, diseñadas para cumplir con metas rigurosas, incluye capacitaciones al personal de operación para incorporar una mejora al entrenamiento que debe tener cada empleador para su formación técnico-profesional, más no solamente al tratamiento de las aguas residuales (Kemmer y McCallion, 1989).

Kemmer y McCallion (1989), en su libro “MANUAL DEL AGUA: Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones”, afirman que: *“Cuando una población tiende a crecer más, se industrializan; por ende el volumen y las características de las aguas residuales son susceptibles a presentar cambios, y, estos cambios pueden a su vez alterar el proceso de tratamiento y limitar severamente la capacidad de eliminación de los contaminantes”*. A su vez, sustentan que: *“una de las plantas de tratamiento de aguas negras más grande del mundo es la Oeste – Sudoeste del Distrito Sanitario Metropolitano en Chicago Illinois (EEUU), con una capacidad de 3800 m³/min. Esta planta procesa sus propios lodos, además de los producidos en otro lugar. El efluente tratado se descarga hacia el canal sanitario y navegación, el cual se une al río Des Plaines, que finalmente se vacía en el río Mississippi”*.

En el país se puede tomar en cuenta la gran gestión realizada por la Empresa E.T.A.P.A., ubicada en la Ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Esta empresa presta un importante servicio para la recuperación de la calidad de las aguas de los ríos que atraviesan la ciudad, y también preserva la salud de la población.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Sin embargo, dicha gestión no contempla a todo el país, debido a la falta de infraestructura en la mayor parte de ciudades del Ecuador y más aún en las Islas Galápagos, en lo que respecta a servicios básicos tales como: manejo de aguas residuales, servicios de alcantarillado y plantas de tratamientos para las aguas residuales (grises y negras) procedentes de los servicios de alcantarillado.

Esto se ha convertido en las razones para que se mantenga un continuo retraso en la búsqueda del desarrollo. A todo esto se suma la poca inversión que se destina a proyectos de investigación que permiten profundizar en ciertos temas, como por ejemplo el tratamiento de aguas residuales (grises y negras).

Según Fernández y Curt (s.f.), existen procedimientos específicos para el análisis de aguas residuales; su manual se fundamenta en los métodos analíticos descritos en el APHA. Estos procedimientos son de gran uso en varios estudios realizados para el análisis de agua, y una guía para grandes laboratorios e importantes industrias que brindan servicios de análisis de aguas.

Existen también manuales que permiten el análisis de aguas residuales como son HACH y el APHA (American Public Health Association).

1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA

Se escogerá el método analítico para aguas residuales que escriben detalladamente las técnicas a seguir para el análisis de los parámetros establecidos. Los métodos se fundamentan en el Manual Estándar de Análisis de Aguas Residuales APHA (American Public Health Association) de 2009. Además, se utilizará el método HACH de la segunda edición para análisis de aguas, ya que la Universidad Internacional SEK cuenta con los equipos que permiten los análisis descritos en dichos instrumentos.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1.2.3. MARCO CONCEPTUAL

1.2.3.1. DEFINICIONES

El agua es un elemento esencial para la vida, sin ella el hombre no podría existir. Las fuentes de agua, aunque disponibles en mayor o menor cantidad, están siendo contaminadas gradualmente y de manera irresponsable, fueron causante de muchas epidemias que diezmaron ciudades enteras en la antigüedad. El hombre tardó mucho tiempo en darse cuenta que el agua que estaba consumiendo era la causante de muchas de las enfermedades que padecía y sólo a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX empezó a implementar procesos para desinfectar el agua que consumía (Sierra, 2011).

La humanidad está usando y abusando del medio ambiente; no es extraño que con el pasar del tiempo los efectos negativos causados por factores ambientales, incrementen su magnitud debido a la acción del hombre. Uno de los factores ambientales, sometido a fuertes impactos, son las aguas. La calidad de las aguas, en ocasiones de forma súbita, otras de forma paulatina, ha ido descendiendo a lo largo del tiempo (Hernández & Hernández, 2004).

El manejo local del agua supone un gran beneficio al evitar costosas inversiones que no representarían necesariamente el cumplimiento de metas propuestas. Al emplear alternativas prácticas se puede realizar una gran gestión si esta es monitoreada de forma continua, y, si se mantiene el nivel de compromiso adquirido ante los entornos naturales y ante las responsabilidades que los habitantes tienen que abonar para mantener esa misión en funcionamiento (Brooks, 2004).

Aguas residuales

Falcón en 1990, argumenta que las aguas negras son líquidos turbios que contienen materia sólida en suspensión, materia orgánica procedente de las diferentes actividades cotidianas de los habitantes de una población: sustancias fecales, trozos de alimentos, pequeñas cantidades de basura y papel, entre las más importantes. Estas aguas son causa exclusiva de diferentes enfermedades a la salud humana, así como origen de efectos potenciales de deterioro de ambientes.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

“Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación de su calidad original” (TULAS, Libro VI, Anexo 1).

Tratamientos de aguas negras

Consiste en un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este proceso dependerá del sistema de tratamiento empleado (Falcón, 1990).

Sistema de Tratamiento de aguas

Es aquel que permite una reducción de la contaminación de las aguas mediante la exigencia y participación de distintas disciplinas como ciencias aplicadas de ingeniería (ingeniería sanitaria, de obras públicas, química, mecánica, eléctrica y física), ciencias biológicas (microbiología y bacteriología), ciencias de la tierra (geología e hidrología), ciencias sociales y económicas (Derecho y Economía), (Ramalho, 1996).

Calidad del agua

Es difícil dar una definición simple de calidad de agua, debido a que su determinación está basada en la complejidad de sus factores como en la gran cantidad de variables utilizadas para describir el estado de los cuerpos hídricos; sin embargo, se puede definir como el conjunto de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua, las cuales se encuentran relacionadas con variaciones espaciales y temporales (Sierra, 2011).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

1.2.3.2. NORMATIVA LEGAL

Es importante mencionar la normativa legal vigente en el país en cuanto a la calidad de aguas se refiere, ya que el presente documento se basa en la normativa ambiental vigente para el Ecuador continental, como para las Islas Galápagos.

1.2.3.3.CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Empleando la legislación predominante en el Ecuador, la Constitución de la República recalca en su Título II, Derechos, Capítulo Segundo, Derechos del Buen Vivir, Sección primera, Agua y Alimentación, Art. 12., “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. Por otro lado: Sección Segunda, Ambiente Sano, 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, *sumak kawsay*”. 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”.

En su Título II, Derechos, Capítulo séptimo, Derechos de la Naturaleza, se destaca en el Art. 71., que: la naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. El Art. 72., señala que: La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. Por otro lado el Art. 73., establece que, el Estado aplicará 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. Adicionalmente, el Art. 74., asume que: las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Dentro del Título V, Organización Territorial del Estado, Capítulo Tercero, Gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales, Art. 258., señala que

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

la provincia de Galápagos tendrá un gobierno de régimen especial. Su planificación y desarrollo se organizará en función de un estricto apego a los principios de conservación del patrimonio natural del Estado y del buen vivir, de conformidad con lo que la ley determine. Su administración estará a cargo de un Consejo de Gobierno presidido por el representante de la Presidencia de la República e integrado por las alcaldesas y alcaldes de los municipios de la provincia de Galápagos, representante de las juntas parroquiales y los representantes de los organismos que determine la ley.

Dicho Consejo de Gobierno tendrá a su cargo la planificación, manejo de los recursos y organización de las actividades que se realicen en la provincia. La ley definirá el organismo que actuará en calidad de secretaría técnica.

El Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales, Sección sexta, Agua, en su artículo 411 señala el Estado regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de un recurso hídrico.

1.2.3.4.TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS), DECRETO EJECUTIVO 3516, 31 DE MARZO DEL 2003.

El TULAS se constituye como una norma de regulación Ambiental muy importante vigente en el Ecuador. Es una herramienta técnica y rigurosa que tiene como objetivos la prevención, control, protección, conservación y recuperación de los recursos naturales para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones; y del ambiente en general.

Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en cuyo capítulo III: Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, decreta en este cuerpo normativo determinar y establecer a nivel nacional los:

- Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado.
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Por tanto, se ha considerado el Libro VI, Anexo I, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, como herramienta de criterio para el análisis del presente proyecto de fin de carrera.

- TABLA 13. Límite de descarga a un cuerpo de agua marina

1.2.4. HIPÓTESIS

¿El sistema de gestión de las aguas residuales de los sistemas sépticos de Puerto Ayora, Cantón Santa Cruz, es lo suficientemente eficiente para su descontaminación?

1.2.5. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Parámetros de calidad de agua (pH, DQO, DBO, Conductividad y Sólidos Sedimentables).

VARIABLE DEPENDIENTE:

Agua Residual (grises y negras).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

2. MÉTODO

2.1. NIVEL DE ESTUDIO

El estudio presenta un carácter **Exploratorio**, debido a que se desconoce las concentraciones físico-químicas de los efluentes de la gestión realizada por el Municipio de Santa Cruz ante la problemática de las aguas residuales. Se realizará un análisis profundo de todo el sistema, para finalmente determinar la efectividad y dar a conocer falencias que la gestión puede estar presentado, definiendo posibles mejoras para la administración y el tratamiento de estos.

Por otro parte, este documento presentará un nivel de estudio **Descriptivo**, ya que estará enfocado a describir los procedimientos que se ejecutan actualmente en la municipalidad de Santa Cruz respecto a las aguas residuales producidas y al tratamiento que estas reciben.

2.1.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación tendrá una modalidad **de campo**, porque la toma de muestras de aguas residuales permitirá conocer la eficacia del sistema de Pantanos Secos Artificiales (PSA).

A su vez será de **modalidad laboratorio** ya que se realizó la medición de los parámetros del agua muestreada, para así determinar su calidad.

También será de **modalidad documental**, ya que se producirán documentos digitales y revisiones impresas para mejorar el conocimiento sobre la gestión de calidad de aguas residuales.

2.1.2. MÉTODO

La información que se adquiere para realizar la siguiente investigación, se relaciona con un método **Inductivo-Deductivo**, ya que permite que el estudio tenga una perspectiva global de las consecuencias que acarrea contar con un deficiente sistema de tratamiento de aguas residuales, teniendo conocimiento sobre los impactos a nivel mundial y lo que podría ocurrir a menor escala, es decir a nivel local.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

2.1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

Aguas residuales (grises & negras) de Puerto Ayora, Cantón Santa Cruz.

Muestra:

Diez muestras de aguas residuales. Tomadas en el periodo establecido entre los meses de Marzo y Julio, extraídas directamente desde el tanque sedimentador (tanque de almacenamiento inicial) y el tanque de almacenamiento final, posterior a su tratamiento por pantanos secos.

2 litros por muestra, recolectados en un envase plástico de 1500 mL y 500 mL (Tanque sedimentador – Tanque de almacenamiento final).

2.1.4. METODOLOGÍA DE MUESTREO

La metodología que se aplica en el presente estudio, se basa en la selección de parámetros de importancia susceptibles a cambios que reflejan el nivel de contaminación existente en el agua, los mismos que son analizados de forma periódica según el cronograma de trabajo.

Adicionalmente se determinaron los procesos donde estos parámetros fueron analizados, los cuales se explican más adelante.

Se estableció un período de recolección de muestras de aguas residuales y análisis de las mismas, comprendido entre los meses de Marzo y Julio, realizándose dos muestreos cada mes, dando así cumplimiento al número de muestras planteado con anterioridad (Total 10).

El muestreo se realizó mediante las condiciones de control de calidad (QC) necesarias, tomando en cuenta los mayores cuidados posibles para evitar algún tipo de contaminación exterior o contaminación cruzada. Para ello se utilizó el adecuado equipo de protección personal como guantes de nitrilo, mascarilla desechable y

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

mandil, las muestras se envasaron en recipientes plásticos (de 1500 mL y 500 mL), refrigerándose a 4°C, alejado de la luz solar para su conservación y posterior transporte hacia la ciudad de Quito, dentro de las 48 horas permisibles para su respectivo análisis (APHA, 1995).

Es importante indicar que el número de muestras fue previsto en base a cuestiones de logística y otras dificultades que se presentaron para trasladar las muestras de agua residual.

2.1.5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

2.1.5.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

El sistema de Pantanos Secos Artificiales se encuentra ubicado en un sector estratégico, alejado de la comunidad; establecido en un terreno que no posee fauna y flora cercana susceptible de afección.

La toma de muestras fue recolectada por funcionarios del Departamento de Agua, en recipientes plásticos apropiados, siendo enviados en un Cooler (refrigerados a 4°C) para asegurar el QC según la APHA, 1995.



ILUSTRACIÓN 7: Cooler para transporte de muestras de agua residual.

Autor: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Las muestras fueron receptadas en las siguientes fechas:

Tabla 12. Recepción de muestras.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	
MUESTRA N°	FECHA
#1	28/03/2014
#2	16/04/2014
#3	30/04/2014
#4	14/05/2014
#5	30/05/2014
#6	06/06/2014
#7	18/06/2014
#8	02/07/2014
#9	23/07/2014
#10	28/07/2014

Elaborado por: Barahona G., 2014.

2.1.5.2. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Los parámetros analizados para el presente estudio se detallan a continuación:

Tabla 13. Parámetros de calidad de aguas.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO
pH	-	MEDIDOR MULTIPARÁMETRO
Conductividad	uS/cm	MEDIDOR MULTIPARÁMETRO
(DBO ₅)	mgO ₂ /L	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AGUAS RESIDUALES
(DQO)	mgO ₂ /L	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AGUAS

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO
		RESIDUALES
Sólidos Sedimentables	mL/L	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AGUAS RESIDUALES

Elaborado por: Barahona G., 2014.

A continuación se detallan los parámetros analizados y sus respectivos procedimientos, los cuales fueron realizados en base al Manual Estándar de Análisis de Aguas Residuales APHA (American Public Health Association) de 2009.

➤ **DETERMINACIÓN DE pH.**

Se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones H⁺. La fuerza electromotriz producida en el electrodo de vidrio varía linealmente con el pH del medio.

Se debe tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que esta fuerza electromotriz afecta al valor del pH.

➤ **DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD.**

La medida se basa en el principio del puente de Wheatstone, utilizándose un aparato diseñado a tal efecto, el conductímetro. Se debe tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que la conductividad está estrechamente relacionada con la temperatura.

1. En el caso de que la conductividad de la muestra sea muy elevada, habrá que diluirla hasta que la medida entre en la escala del equipo.
2. Se introduce la célula de conductividad en la muestra y se espera hasta que la lectura se estabilice (pocos segundos). Si se utiliza un conductímetro de lectura digital, la medida directa de la conductividad de la muestra aparece en la pantalla. Es recomendable utilizar equipos que tengan compensación de temperatura, en el caso contrario habría que efectuar dicha compensación manualmente.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

➤ DETERMINACIÓN DE LA DBO₅.

Esta prueba determina los requerimientos relativos de oxígeno de aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas, para su degradación biológica. Expresa el grado de contaminación de un agua residual por materia orgánica degradable por oxidación biológica.

1. Utilizar 250mL de la muestra de agua en un Erlenmeyer.
2. Oxigenar entre 5 – 20 minutos, mediante la bomba oxigenadora.
3. Posteriormente, colocar en botellas de vidrio (ámbar).
4. Colocar un agitador en el fondo de las botellas ámbar.
5. Añadir una cantidad de Hidróxido de Sodio (NaOH), en el cuello de la botella.
6. Sellar las botellas ámbar mediante los biómetros digitales.
7. Situar las botellas ámbar en la incubadora, y apreciar su resultado en los 5 días posteriores.

➤ DETERMINACIÓN DE DQO

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, que son oxidables en condiciones operatorias definidas. La medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sea su origen orgánico o inorgánico.

La determinación de DQO debe realizarse rápidamente después de la toma de muestras, para evitar la oxidación natural. En caso contrario, la muestra podría conservarse un cierto tiempo si se acidifica con ácido sulfúrico hasta pH = 2- 3. Sin embargo, esta opción deja de ser fiable en presencia de cloruros.

1. Se enciende la estufa.
2. Se pesan 0,44 g de HgSO₄ en matraz para reflujo de 100 ml. La cantidad propuesta de Sulfato de Mercurio (HgSO₄) es suficiente en la mayoría de los casos, para eliminar las posibles interferencias por Cl en la muestra.
3. Se colocan núcleos de ebullición de vidrio en el matraz para favorecer la ebullición.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

4. Se añaden 20 mL de muestra.
5. Se añaden lentamente 30 mL de la solución de sulfato de plata en ácido sulfúrico, con una pipeta de vertido, mezclando bien para disolver el Sulfato de Mercurio (HgSO_4), y enfriar.
6. Se añaden 12,5 mL de solución de dicromato potásico 0,25 N y se mezclan bien todos los productos añadidos.
7. Sobre el matraz se dispone el elemento refrigerante (condensador del reflujo), y se somete a reflujo durante 2 horas.
8. El conjunto se deja enfriar; el condensador del reflujo se lava con agua destilada, y después se separa el matraz del refrigerante.
9. La muestra oxidada se diluye hasta 75 mL con agua destilada y se deja enfriar hasta temperatura ambiente.
10. Se añaden unas 5 gotas del indicador Ferroína.
11. Se procede a valorar el exceso de dicromato con la sal de Mohr.
12. El punto final de análisis se toma cuando el color varía bruscamente de azul verdoso a pardo rojizo.
13. Este método resulta eficaz para muestras que tengan una DQO entre 50 y 800 mg/L. Para niveles superiores diluir el agua problema y para contenidos menores aplicar otro método.

Ecuación (1):

$$\text{DQO (mg de oxígeno / litro)} = \frac{[(A-B) \times N \times 8000]}{\text{Volumen(ml) de muestra}}$$

A= Volumen (ml) de sal de Mohr gastado en el blanco.

B= Volumen (ml) de sal de Mohr gastado en la muestra.

N= Normalidad de la sal de Mohr.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

➤ DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.

Mediante los métodos analíticos para aguas residuales, se especifica el siguiente procedimiento.

1. Se llena un cono Imhoff con 1Lt de la muestra de agua bien homogenizada.
 2. Se deja sedimentar durante 45 minutos, removiendo a continuación suavemente las paredes del cono con una varilla o mediante rotación.
 3. Se mantiene en reposo durante 15 minutos más.
 4. Se registra el volumen de sólidos sedimentados en la parte inferior del cono.
- La determinación se expresa en mililitros de partículas sedimentadas por litro de muestra.

2.1.6. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La **experimentación** del presente estudio, se realizó a través de los equipos existentes en el laboratorio de Química de la Universidad Internacional SEK de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Se realizaron los análisis de las características físico-químicas, dos veces en una misma muestra (ensayo A, ensayo B) para garantizar la exactitud y precisión de los datos.

2.2. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Las muestras de aguas residuales fueron tomadas con guantes de nitrilo para evitar la contaminación cruzada, asegurando de esta manera el control de la calidad de las muestras recolectadas.

Los equipos utilizados para la medición de cada parámetro fueron calibrados previamente a su uso, siguiendo estrictamente los procedimientos detallados en los manuales de aporte para el presente estudio.

2.3. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos recogidos para el análisis de aguas, fueron procesados mediante una base de datos en hojas electrónicas del programa Excel de Microsoft Office.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

De igual manera se tiene respaldos impresos, los mismos que son obtenidos en la investigación de campo.

Posteriormente estos datos se compararon con la normativa ecuatoriana para verificar su cumplimiento.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

3. RESULTADOS

A continuación, en las siguientes tablas se detallan los resultados obtenidos en cada muestra posterior a sus análisis en los laboratorios de la Universidad Internacional Sek.

Los cuales se explican de la siguiente manera:

TANQUE ALMACENAMIENTO 1

Hace referencia al tanque sedimentador, donde se depositan las aguas residuales posteriormente a la extracción de los pozos sépticos mediante el extractor HIDROCLEANER. Es decir, que en este punto el agua residual se encuentra recién llegada desde los pozos sépticos.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2

Estas aguas son el producto final, es decir son las aguas tratadas por los pantanos secos artificiales (PSA), las cuales son de mayor importancia, ya que permite conocer la eficacia del sistema y la calidad del agua final.

ENSAYO B

Corresponde a un segundo análisis con la única finalidad de obtener una mayor confiabilidad de los datos.

PROMEDIO A-B

Resulta de la sumatoria entre los datos obtenidos del tanque de almacenamiento 1 (tanque sedimentador) con los datos del tanque de almacenamiento 2 (tanque sedimentador) del ensayo B y dividido para dos.

De esta forma se realizaron los cálculos, mismas que se aprecian en las siguientes tablas que representan las muestras #1-#10.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 14. ENSAYO 1-A.

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #1				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	6,49	pH	6,24	-
Conductividad	4360	Conductividad	4020	uS/cm
DBO	178	DBO	125	mg/L
DQO	380	DQO	315	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 15. ENSAYO 1-B.

ENSAYO B				
Muestra #1				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	6,31	pH	6,22	-
Conductividad	4980	Conductividad	4220	uS/cm
DBO	169	DBO	122	mg/L
DQO	388	DQO	306	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 16. PROMEDIO 1-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #1				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	6,40	pH	6,23	-
Conductividad	4670	Conductividad	4120	uS/cm
DBO	173,5	DBO	123,5	mg/L
DQO	384	DQO	310,5	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 17. ENSAYO 2-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #2				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,57	pH	6,06	-
Conductividad	4580	Conductividad	4180	uS/cm
DBO	183	DBO	125	mg/L
DQO	374	DQO	325	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 18. ENSAYO 2-B

ENSAYO B				
Muestra #2				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,58	pH	6,02	-
Conductividad	4764	Conductividad	4172	uS/cm
DBO	186	DBO	126	mg/L
DQO	389	DQO	366	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 19. PROMEDIO 2-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #2				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,58	pH	6,04	-
Conductividad	4672	Conductividad	4176	uS/cm
DBO	184,50	DBO	125,5	mg/L
DQO	381,50	DQO	345,5	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 20. ENSAYO 3-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #3				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,48	Ph	7,21	-
Conductividad	3857	Conductividad	3628	uS/cm
DBO	48,6	DBO	22,4	mg/L
DQO	146	DQO	78,6	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 21. ENSAYO 3-B

ENSAYO B				
Muestra #3				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,44	pH	7,19	-
Conductividad	3844	Conductividad	3612	uS/cm
DBO	48,4	DBO	21,9	mg/L
DQO	138	DQO	79,0	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 22. PROMEDIO 3-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #3				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,46	pH	7,20	-
Conductividad	3850,5	Conductividad	3620	uS/cm
DBO	48,5	DBO	22,2	mg/L
DQO	142	DQO	79	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 23. ENSAYO 4-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #4				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,68	pH	7,18	-
Conductividad	4130	Conductividad	3880	uS/cm
DBO	46,2	DBO	18,5	mg/L
DQO	112	DQO	42,7	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 24. ENSAYO 4-B

ENSAYO B				
Muestra #4				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,61	pH	7,15	-
Conductividad	4130	Conductividad	4869	uS/cm
DBO	45,8	DBO	18,2	mg/L
DQO	113	DQO	41,8	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 25. PROMEDIO 4-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #4				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		Unidades
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	
pH	7,65	pH	7,17	-
Conductividad	4130,00	Conductividad	4375	uS/cm
DBO	46,00	DBO	18,35	mg/L
DQO	112,50	DQO	42,25	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 26. ENSAYO 5-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #5				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,58	pH	7,2	-
Conductividad	3760	Conductividad	3512	uS/cm
DBO	66	DBO	32	mg/L
DQO	114	DQO	41,6	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 27. ENSAYO 5-B

ENSAYO B				
Muestra #5				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,61	pH	7,12	-
Conductividad	4110	Conductividad	3989	uS/cm
DBO	49,6	DBO	24,3	mg/L
DQO	128	DQO	68,4	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 28. PROMEDIO 5-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #5				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,60	pH	7,16	-
Conductividad	3935,00	Conductividad	3750,5	uS/cm
DBO	57,80	DBO	28,15	mg/L
DQO	121,00	DQO	55	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 29. ENSAYO 6-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #6				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,63	pH	7,12	-
Conductividad	4160	Conductividad	3892	uS/cm
DBO	68	DBO	42	mg/L
DQO	124	DQO	48	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 30. ENSAYO 6-B

ENSAYO B				
Muestra #6				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,59	pH	7,14	-
Conductividad	4166	Conductividad	3904	uS/cm
DBO	69	DBO	40	mg/L
DQO	122	DQO	46	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 31.PROMEDIO 6-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #6				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,61	pH	7,13	-
Conductividad	4163	Conductividad	3898	uS/cm
DBO	68,5	DBO	41	mg/L
DQO	123	DQO	47	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 32. ENSAYO 7-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #7				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,59	pH	7,16	-
Conductividad	4640	Conductividad	4220	uS/cm
DBO	69	DBO	38	mg/L
DQO	117,5	DQO	51	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 33. ENSAYO 7-B

ENSAYO B				
Muestra #7				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,57	pH	7,08	-
Conductividad	4648	Conductividad	4228	uS/cm
DBO	71	DBO	34	mg/L
DQO	126	DQO	44	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 34. PROMEDIO 7-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #7				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,58	pH	7,12	-
Conductividad	4644	Conductividad	4224	uS/cm
DBO	70	DBO	36	mg/L
DQO	121,75	DQO	47,5	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 35. ENSAYO 8-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #8				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,44	pH	7,12	-
Conductividad	4328	Conductividad	4102	uS/cm
DBO	69,5	DBO	36	mg/L
DQO	128,5	DQO	49	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 36. ENSAYO 8-B

ENSAYO B				
Muestra #8				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,42	pH	7,08	-
Conductividad	4330	Conductividad	4102	uS/cm
DBO	68	DBO	36	mg/L
DQO	128	DQO	48	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 37. PROMEDIO 8-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #8				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,43	pH	7,1	-
Conductividad	4329,00	Conductividad	4102	uS/cm
DBO	68,75	DBO	36	mg/L
DQO	128,25	DQO	48,5	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 38. ENSAYO 9-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #9				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,60	pH	7,00	-
Conductividad	4446	Conductividad	4112	uS/cm
DBO	76	DBO	22,4	mg/L
DQO	136	DQO	54	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 39. ENSAYO 9-B

ENSAYO B				
Muestra #9				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,61	pH	7,06	-
Conductividad	4440	Conductividad	4110	uS/cm
DBO	78	DBO	22	mg/L
DQO	136	DQO	53	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 40. PROMEDIO 9-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #9				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,61	pH	7,03	-
Conductividad	4443,00	Conductividad	4111	uS/cm
DBO	77,00	DBO	22,2	mg/L
DQO	136,00	DQO	53,5	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

TABLA 41. ENSAYO 10-A

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CRUZ				
ENSAYO A				
Muestra #10				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,58	pH	7,10	-
Conductividad	4128	Conductividad	3846	uS/cm
DBO	78	DBO	22	mg/L
DQO	176	DQO	48	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 42. ENSAYO 10-B

ENSAYO B				
Muestra #10				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,61	pH	7,11	-
Conductividad	4130	Conductividad	3844	uS/cm
DBO	76	DBO	24	mg/L
DQO	178	DQO	47	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

TABLA 43. PROMEDIO 10-A-B

PROMEDIO A-B				
Muestra #10				
TANQUE ALMACENAMIENTO 1		TANQUE ALMACENAMIENTO 2		
PARÁMETRO	RESULTADO	PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
pH	7,60	pH	7,11	-
Conductividad	4129	Conductividad	3845,00	uS/cm
DBO	77	DBO	23,00	mg/L
DQO	177	DQO	47,50	mg/L
Sól. Sedimentables	<0,5	Sól. Sedimentables	<0,5	mL/L

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

4. DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se puede apreciar en la MUESTRA #1 y MUESTRA #2, que los valores específicamente de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), registran valores altos con respecto al resto de ensayos, motivo por el cual se realiza un análisis estadístico de Hansen el cual permite relacionar los datos en cuanto a su probabilidad de ocurrencia.

El motivo de la dispersión de la DBO_5 y DQO en las muestras #1 y #2 con respecto a los valores del resto de muestras, se debe a que por dificultades logísticas tardaron más tiempo del previsto en transportarse desde las Islas Galápagos hacia la ciudad Quito, para sus respectivos análisis. Sin embargo, estas muestras sirven como referencia de la alteración que una muestra puede sufrir en el control de la calidad al sobrepasar el tiempo límite para su análisis. Aun así, se aprecia que el resto de parámetros analizados en las diferentes muestras no se encuentran muy dispersos en relación al resto de ensayos.

4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MÉTODO DE HANSEN

Los monitoreos de efluentes proporcionan datos que deberán ser analizados según el programa de monitoreo establecido, éstos datos deben ser analizados estadísticamente para una mejor comprensión de sus resultados.

Hanssen es la herramienta estadística más utilizada para el análisis de parámetros de contaminación, la cual permite relacionar un sinnúmero de datos siempre y cuando éstos sean mayores o iguales a cinco, de un mismo parámetro de un mismo efluente, recolectados en diferentes momentos.

Al utilizar el “Método de Hanssen”, se establece una correlación lineal con pendiente negativa entre la probabilidad de ocurrencia y el parámetro de contaminación bajo control

El método de Hanssen permite obtener una ecuación que intenta representar el comportamiento de un contaminante en función de datos experimentales. Esta es una forma de tratar estadísticamente datos de contaminantes, pudiendo ser aplicado a

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

cualquier elemento catalogado como tal, no necesariamente del agua. Sin embargo no es la única forma de establecer correlaciones o indicadores de gestión, debiendo elegirse para cada caso particular la mejor forma de obtener información en base a los datos históricos disponibles obtenidos en base a un programa estructurado de monitoreo ambiental (Coral, 2012).

Realizándose el “Método de Hanssen” se obtuvieron las siguientes tablas:

4.2.1. ANÁLISIS INICIAL

El ANÁLISIS INICIAL, corresponde a todas muestras PROMEDIO A-B de cada ensayo realizado del TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1 (Tanque sedimentador), determinándose así, el análisis estadístico de Hanssen para cada parámetro indicador de calidad.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 43. Análisis estadístico de pH.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	pH Experimental	pH calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)	
1	0,1	9,1	7,65	7,82	6	9
2	0,2	18,2	7,61	7,73	6	9
3	0,3	27,3	7,61	7,65	6	9
4	0,4	36,4	7,6	7,57	6	9
5	0,5	45,5	7,6	7,49	6	9
6	0,5	54,5	7,58	7,41	6	9
7	0,6	63,6	7,58	7,33	6	9
8	0,7	72,7	7,46	7,25	6	9
9	0,8	81,8	7,43	7,17	6	9
10	0,9	90,9	6,40	7,09	6	9

Elaborado por: Barahona G., 2014.

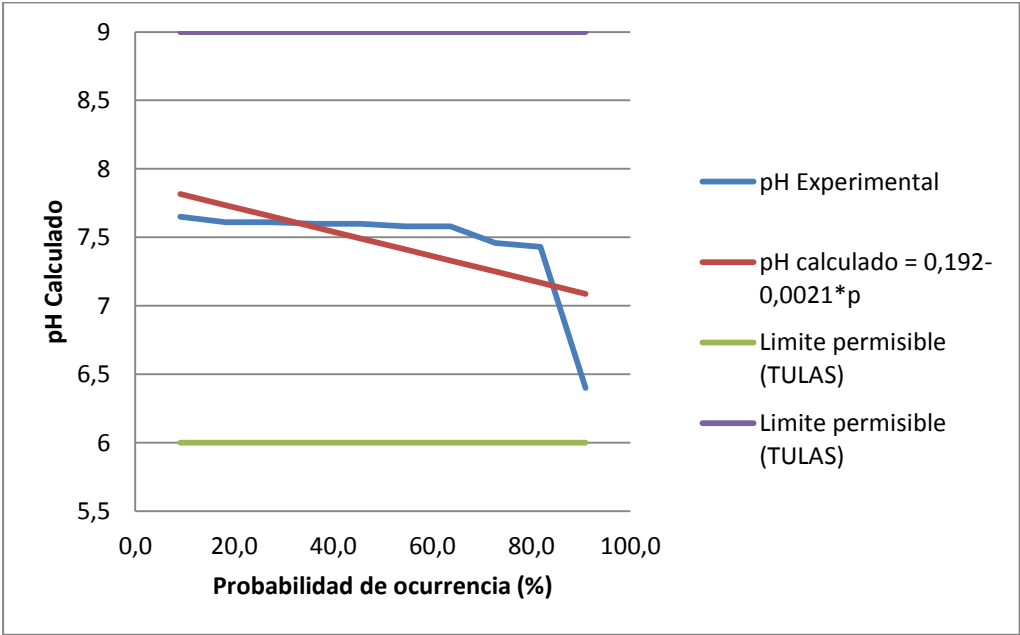


Gráfico 1. pH de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 44. Percentiles y valores notables

%p	pH NOTABLE
10	7,17
25	7,27
50	7,45
75	7,63
90	7,74
Valor promedio	7,45

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Analizando la gráfica en los valores obtenidos de pH (valor adimensional), se puede apreciar que los resultados se encuentran dentro del mínimo y máximo nivel permisible para este parámetro establecido en el TULAS, reglamento vigente para este parámetro. Adicionalmente, en este gráfico se aprecia que el valore más cercano al límite inferior permisible son de 6,40 lo cual no representa ninguna advertencia importante para la legislación, más aun tomando en cuenta que posteriormente los datos obtenidos se ajustan a un valor no mayor a 7,65.

La norma de regulación ambiental TULAS establece un límite permisible para pH comprendido entre 6 – 9 (valor adimensional), obteniéndose una media de 7,45 y un máximo de 7,65. Reflejando el cumplimiento de la legislación vigente.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 45. Análisis estadístico de Conductividad.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	Conductividad Experimental	Conductividad calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	4672	4738,87	
2	0,2	18,2	4670	4640,58	
3	0,3	27,3	4644	4542,28	
4	0,4	36,4	4443	4443,99	
5	0,5	45,5	4329	4345,70	
6	0,5	54,5	4163	4247,40	
7	0,6	63,6	4130	4149,11	
8	0,7	72,7	4129	4050,82	
9	0,8	81,8	3935	3952,52	
10	0,9	90,9	3850,5	3854,23	

Elaborado por: Barahona G., 2014.

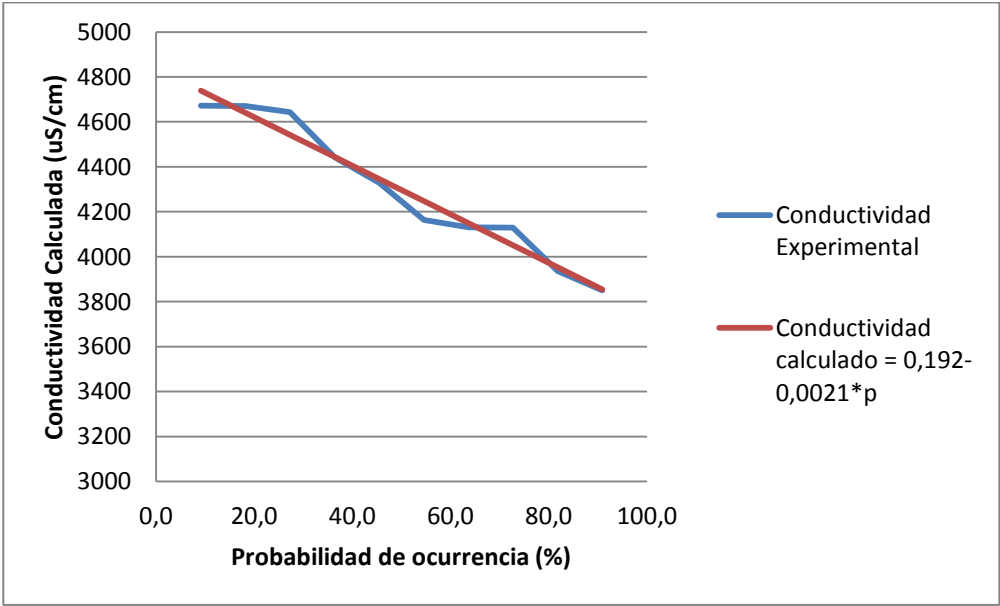


Gráfico 2. Conductividad de aguas residuales.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 46. Percentiles y valores notables

%p	Conductividad NOTABLE
10	4358,14
25	4335,04
50	4296,55
75	4258,06
90	4234,96
Valor promedio	4296,55

Elaborado por: Barahona G., 2014.

En la norma ambiental regulatoria ecuatoriana, no se establece un límite permisible para la conductividad, ya que no se considera que pueda causar daños al medio ambiente, simplemente ésta, se encuentra asociada a elevar o disminuir otros parámetros de calidad.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 47. Análisis estadístico de DBO₅.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	DBO5 Experimental	DBO5 calculado = 0,192- 0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	184,5	148,36	100
2	0,2	18,2	173,5	134,76	100
3	0,3	27,3	77	121,16	100
4	0,4	36,4	77	107,56	100
5	0,5	45,5	70	93,96	100
6	0,5	54,5	68,75	80,35	100
7	0,6	63,6	68,5	66,75	100
8	0,7	72,7	57,8	53,15	100
9	0,8	81,8	48,5	39,55	100
10	0,9	90,9	46	25,95	100

Elaborado por: Barahona G., 2014.

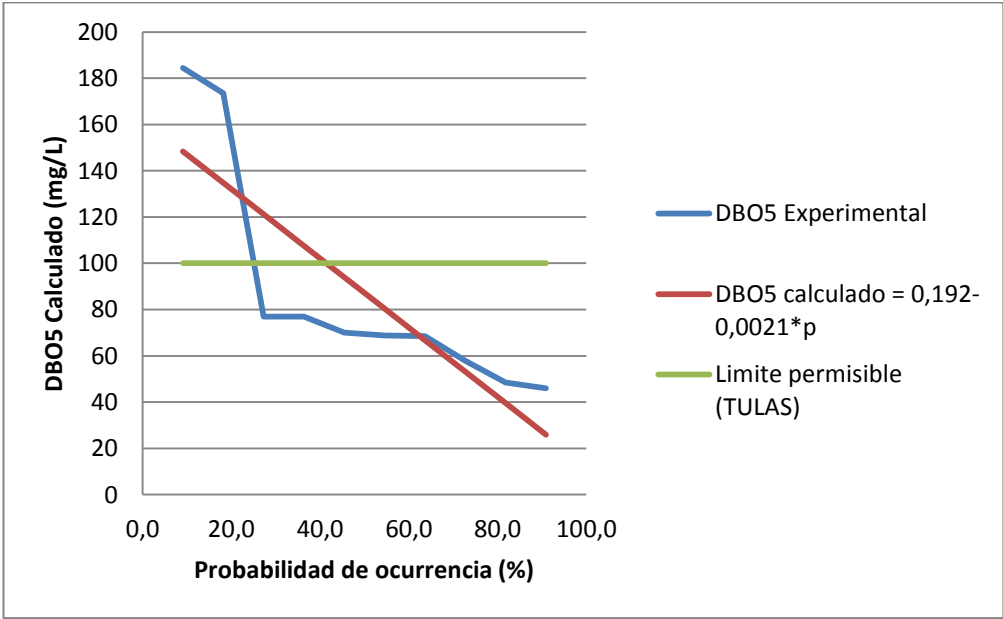


Grafico 3. DBO5 de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 48. Percentiles y valores notables

%p	DBO5 NOTABLE
10	125,48
25	111,11
50	87,16
75	63,20
90	48,83
Valor promedio	87,16

Elaborado por: Barahona G., 2014.

La grafica de DBO₅ se encuentra bajo los niveles permisibles establecidos por el TULAS, en donde se especifica un límite máximo permisible de 100 mg/L. Se puede estimar que existe un porcentaje de probabilidad de ocurrencia de que el dato obtenido supere la normativa de un 40%.

Esto se debe a que las muestras iniciales sobrepasan el límite permisible en gran proporción, haciendo que la pendiente se intersecte en un porcentaje alto con respecto al límite permisible. Posteriormente los resultados se ajustan a valores que se mantienen bajo la normativa.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 49. Análisis estadístico de DQO.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	DQO Experimental	DQO calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	384	308,37	250
2	0,2	18,2	381,5	280,45	250
3	0,3	27,3	177	252,52	250
4	0,4	36,4	142	224,59	250
5	0,5	45,5	136	196,66	250
6	0,5	54,5	128,25	168,74	250
7	0,6	63,6	123	140,81	250
8	0,7	72,7	121,75	112,88	250
9	0,8	81,8	121	84,95	250
10	0,9	90,9	112,5	57,03	250

Elaborado por: Barahona G., 2014.

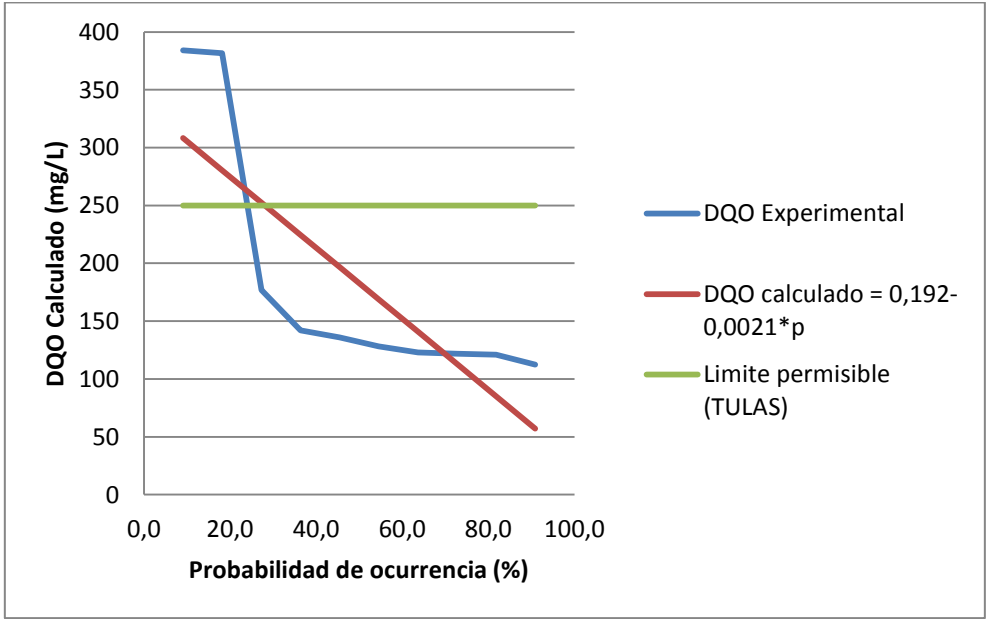


Grafico 4. DQO de aguas residuales.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 50. Percentiles y valores notables

%p	DQO NOTABLE
10	305,58
25	259,50
50	182,70
75	105,90
90	59,82
Valor promedio	182,70

Elaborado por: Barahona G., 2014.

En la gráfica se observa que el DQO se muestra por debajo de los niveles permisibles establecidos por el TULAS, en donde se especifica un límite máximo permisible de 250 mg/L. Se puede estimar que existe un 30% de probabilidad de ocurrencia de que el dato obtenido supere la normativa.

Esto se debe a que las muestras iniciales sobrepasan el límite permisible en gran proporción, haciendo que la pendiente se intersecte en un porcentaje alto con respecto al límite permisible. Posteriormente los resultados se ajustan a valores que se mantienen bajo la normativa.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 51. Análisis estadístico de Solidos sedimentables.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	Sólidos Sedimentables Experimental	Sólidos Sedimentables calculado = $0,192-0,0021*p$	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	0,5	0,50	1
2	0,2	18,2	0,5	0,50	1
3	0,3	27,3	0,5	0,50	1
4	0,4	36,4	0,5	0,50	1
5	0,5	45,5	0,5	0,50	1
6	0,5	54,5	0,5	0,50	1
7	0,6	63,6	0,5	0,50	1
8	0,7	72,7	0,5	0,50	1
9	0,8	81,8	0,5	0,50	1
10	0,9	90,9	0,5	0,50	1

Elaborado por: Barahona G., 2014.

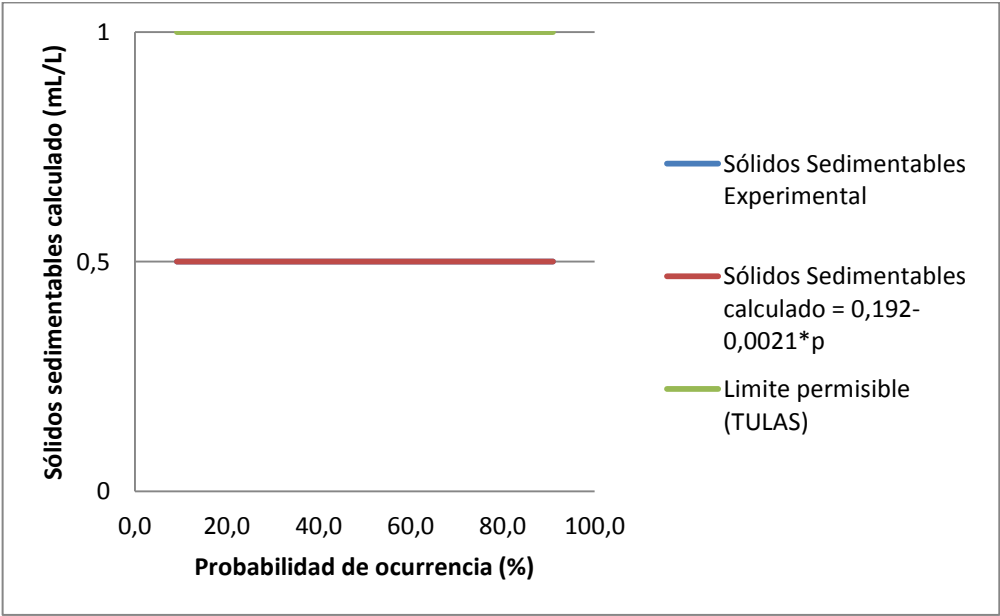


Grafico 5. Sólidos Sedimentables de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 52. Percentiles y valores notables

%p	Sólidos Sedimentables NOTABLE
10	0,50
25	0,50
50	0,50
75	0,50
90	0,50
Valor promedio	0,50

Elaborado por: Barahona G., 2014.

La grafica demuestra que los niveles obtenidos para sólidos sedimentables no superan la norma. Se puede observar que la línea de sólidos sedimentables se encuentra muy alejada de la línea del nivel máximo permisible, el cual según el TULAS está establecido en 1 mL/l.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

4.2.2. ANÁLISIS FINAL

El ANÁLISIS FINAL, a su vez corresponde a todas muestras PROMEDIO A-B de cada ensayo realizado del TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2 (Tanque final), determinándose así, el análisis estadístico de Hanssen para cada parámetro indicador de calidad.

Tabla 53. Análisis estadístico de pH.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	pH Experimental	pH calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)	
1	0,1	9,1	7,20	7,41	6	9
2	0,2	18,2	7,17	7,31	6	9
3	0,3	27,3	7,16	7,20	6	9
4	0,4	36,4	7,13	7,09	6	9
5	0,5	45,5	7,12	6,98	6	9
6	0,5	54,5	7,11	6,88	6	9
7	0,6	63,6	7,1	6,77	6	9
8	0,7	72,7	7,03	6,66	6	9
9	0,8	81,8	6,23	6,55	6	9
10	0,9	90,9	6,04	6,44	6	9

Elaborado por: Barahona G., 2014.

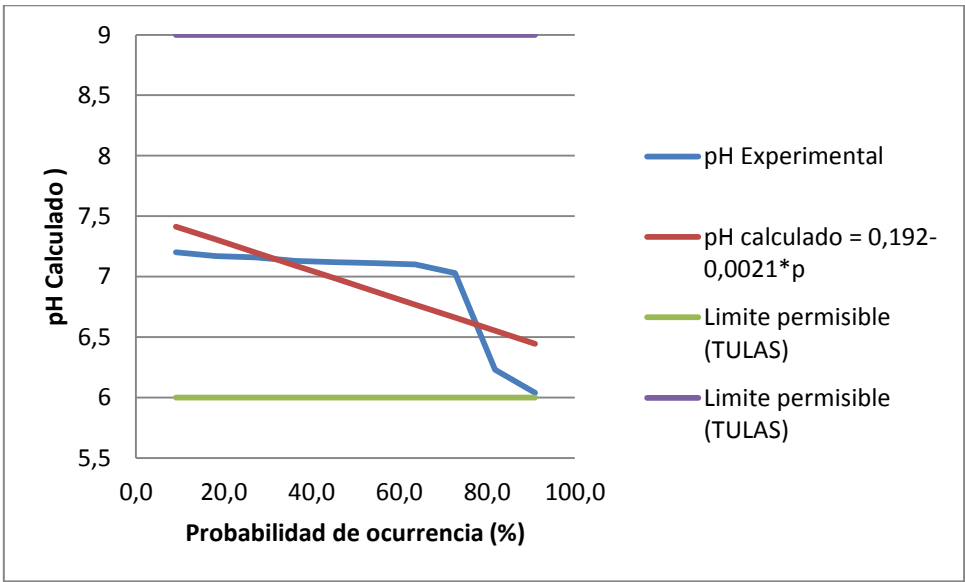


Gráfico 6. pH de aguas residuales.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 54. Percentiles y valores notables

%p	pH NOTABLE
10	7,40
25	7,23
50	6,93
75	6,63
90	6,46
Valor promedio	6,93

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Analizando la gráfica en los valores obtenidos de pH (valor adimensional), se puede apreciar que los resultados se encuentran dentro del mínimo y máximo nivel permisible para este parámetro establecido en el TULAS, reglamento vigente para este parámetro. Adicionalmente, en este gráfico, se aprecia que el valor más cercano al límite inferior permisible es 6,04 (valor adimensional) lo cual no representa ninguna advertencia importante para la legislación, más aun tomando en cuenta que posteriormente los datos obtenidos se ajustan a un valor no mayor a 7,20.

La norma de regulación ambiental TULAS establece un límite permisible para pH comprendido entre 6 - 9, obteniéndose una media de 6,93 y un máximo de 7,40. Reflejando el cumplimiento de la legislación vigente.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 55. Análisis estadístico de Conductividad.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	Conductividad Experimental	Conductividad calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	4375	4351,56	
2	0,2	18,2	4224	4282,46	
3	0,3	27,3	4176	4213,36	
4	0,4	36,4	4120	4144,25	
5	0,5	45,5	4111	4075,15	
6	0,5	54,5	4102	4006,05	
7	0,6	63,6	3935	3936,95	
8	0,7	72,7	3898	3867,84	
9	0,8	81,8	3845	3798,74	
10	0,9	90,9	3620	3729,64	

Elaborado por: Barahona, G. 2014.

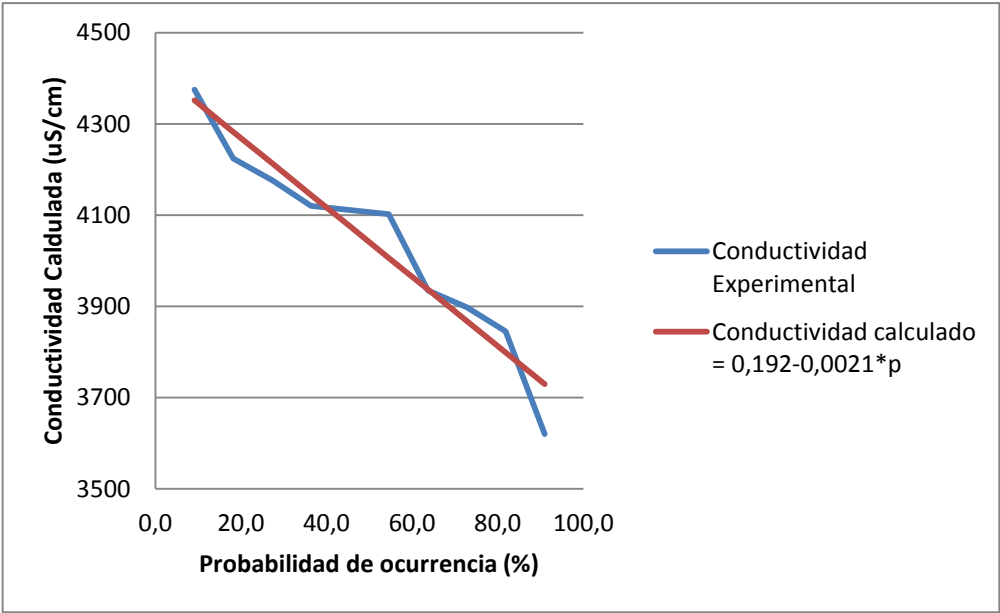


Gráfico 7. Conductividad de aguas residuales.

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 56. Percentiles y valores notables

%p	Conductividad NOTABLE
10	4344,65
25	4230,63
50	4040,60
75	3850,57
90	3736,55
Valor promedio	4040,60

Elaborado por: Barahona G., 2014.

En la norma ambiental regulatoria ecuatoriana, no se establece un límite permisible para la conductividad, ya que no se considera que pueda causar daños al medio ambiente, simplemente está asociada a elevar o disminuir otros parámetros de calidad.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 57. Análisis estadístico de DBO₅.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	DBO ₅ Experimental	DBO ₅ calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	125,5	97,07	100
2	0,2	18,2	123,5	86,08	100
3	0,3	27,3	41	75,08	100
4	0,4	36,4	36	64,08	100
5	0,5	45,5	36	53,09	100
6	0,5	54,5	28,15	42,09	100
7	0,6	63,6	23	31,10	100
8	0,7	72,7	22,2	20,10	100
9	0,8	81,8	22,2	9,10	100
10	0,9	90,9	18,35	-1,89	100

Elaborado por: Barahona G., 2014.

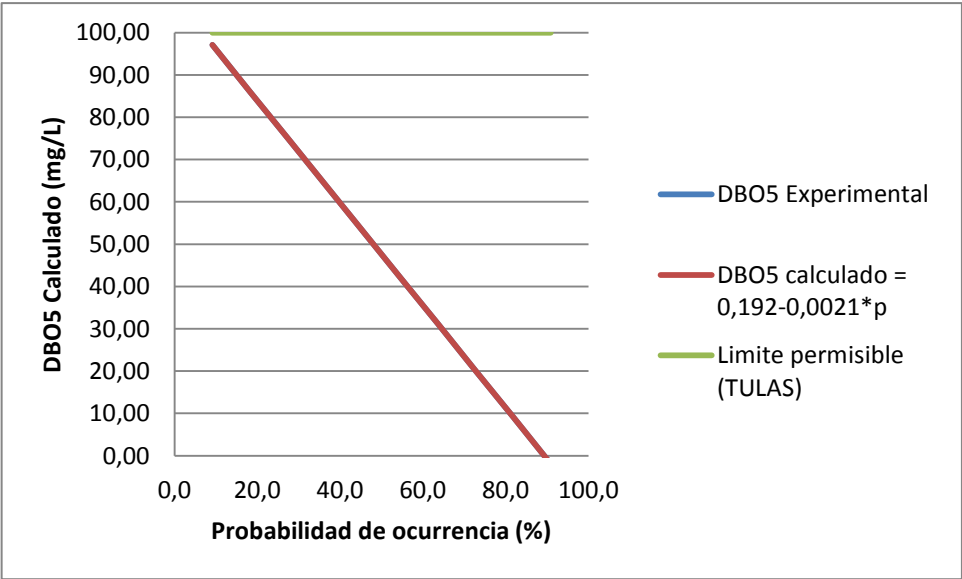


Gráfico 8. DBO₅ de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 58. Percentiles y valores notables

%p	DBO5 NOTABLE
10	95,97
25	77,83
50	47,59
75	17,35
90	-0,79
Valor promedio	47,59

Elaborado por: Gino Barahona S., 2014.

Se obtiene una media de 47,59 mg/L. No se reflejan valores que superen el límite máximo permisible. Sin embargo, los valores de DBO₅ del análisis inicial, superan el límite máximo permisible únicamente en los dos primeros resultados. Se podría hablar de un gran porcentaje de eficiencia y eficacia del sistema de depuración de aguas residuales “Pantanos Secos Artificiales (PSA)” pero, se recomienda realizar posteriores análisis para confirmar su funcionamiento con nuevos ensayos de laboratorio.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 59. Análisis estadístico de DQO.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	DQO Experimental	DQO calculado = 0,192-0,0021*p	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	345,5	237,41	250
2	0,2	18,2	310,5	208,57	250
3	0,3	27,3	79	179,73	250
4	0,4	36,4	55	150,89	250
5	0,5	45,5	53,5	122,05	250
6	0,5	54,5	48,5	93,20	250
7	0,6	63,6	47,5	64,36	250
8	0,7	72,7	47,5	35,52	250
9	0,8	81,8	47	6,68	250
10	0,9	90,9	42,25	-22,16	250

Elaborado por: Barahona G., 2014.

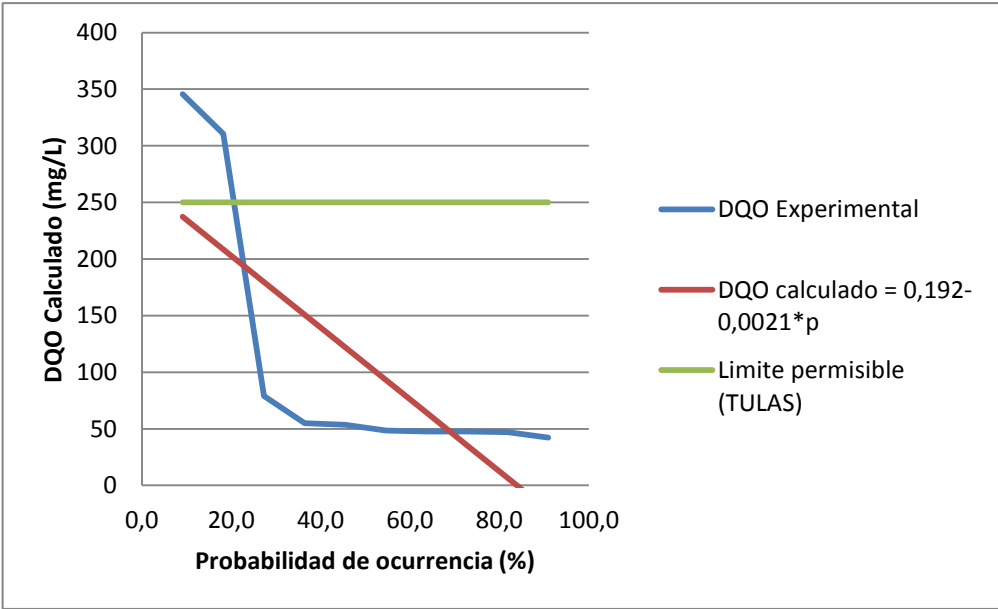


Gráfico 9. DBO5 de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 60. Percentiles y valores notables

%p	DQO NOTABLE
10	234,53
25	186,94
50	107,63
75	28,31
90	-19,28
Valor promedio	107,63

Elaborado por: Barahona G., 2014.

Inicialmente en los ensayos iniciales se reflejan dos valores que superan el límite máximo permisible establecido por el TULAS de 250 mg/L. posteriormente en el análisis final, se confirma su ajuste al límite establecido antes mencionado en un 80% de los datos.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 61. Análisis estadístico de Sólidos Sedimentables.

Numero de Orden	Frecuencia = N orden/Nt +1	% P = f*100	Sólidos Sedimentables Experimental	Sólidos Sedimentables calculado = $0,192-0,0021*p$	Limite permisible (TULAS)
1	0,1	9,1	0,5	0,50	1
2	0,2	18,2	0,5	0,50	1
3	0,3	27,3	0,5	0,50	1
4	0,4	36,4	0,5	0,50	1
5	0,5	45,5	0,5	0,50	1
6	0,5	54,5	0,5	0,50	1
7	0,6	63,6	0,5	0,50	1
8	0,7	72,7	0,5	0,50	1
9	0,8	81,8	0,5	0,50	1
10	0,9	90,9	0,5	0,50	1

Elaborado por: Barahona G., 2014.

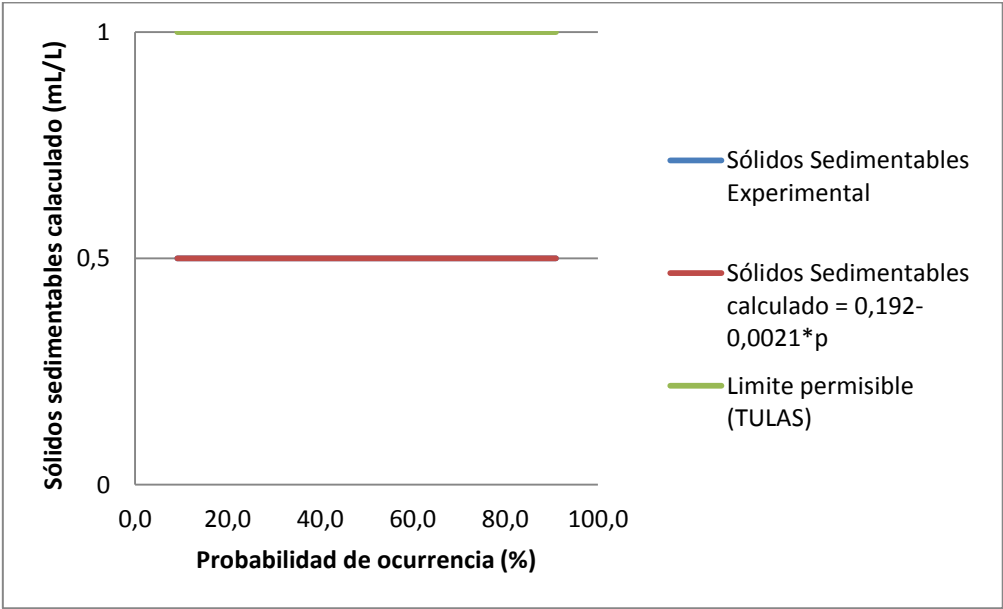


Gráfico 10. DBO5 de aguas residuales

Elaborado por: Barahona G., 2014.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Tabla 62. Percentiles y valores notables

%p	Sólidos Sedimentables NOTABLE
10	0,50
25	0,50
50	0,50
75	0,50
90	0,50
Valor promedio	0,50

Elaborado por: Barahona G., 2014.

La grafica demuestra que los niveles obtenidos para sólidos sedimentables no superan la norma. Se puede observar que la línea de sólidos sedimentables se encuentra muy alejada de la línea del nivel máximo permisible, el cual según el TULAS está establecido en 1 mL/l.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

4.3. PROPUESTA DE UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LAS AGUAS RESIDUALES

Mediante este estudio se propone implementar en el Municipio de Santa Cruz un nuevo sistema de gestión de procesos para el control de aguas residuales, cuyos componentes principales serían el desarrollo de un sistema de seguimiento organizado de los trámites relacionados con el control de aguas residuales, mediante la aplicación de formularios físicos y digitales que permitan mejorar la administración, la atención al usuario y la construcción de una base de datos institucional orientada a disponer de estadísticas reales relacionadas con la demanda de este servicio, y la satisfacción por el trabajo que desarrolla el municipio en este campo.

Con la aplicación de este nuevo modelo de gestión, se lograría mayor eficacia y eficiencia en el servicio para la ciudadanía, además, se podrían captar recursos cuyo fin será la adquisición de nueva tecnología, equipamiento técnico, capacitación e investigación sobre nuevas formas de gestión para el control de los efluentes residuales y otros aspectos relacionados a la protección de la naturaleza y servicios ciudadanos.

Un aspecto fundamental será la capacitación técnica y profesional del personal que pertenezca al Departamento de Agua, para optimizar un servicio de calidad a la ciudadanía, basados en su especialización y dominio de las funciones que corresponden al área.

Se plantea además, una posible reestructuración del Orgánico Funcional del municipio mediante el fortalecimiento de la Dirección de Ambiente y su dependencia directa cuya nueva nominación sería Departamento de Control de Efluentes Residuales, que consolidarían el trabajo institucional en lo relacionado con la protección del ambiente y cuidado de la ciudadanía. Esta reestructuración interna, podría convertirse en modelo para los cambios y creación de otras áreas como por ejemplo: manejo adecuado de residuos sólidos, ruido, aire, entre otros elementos que pueden afectar al ambiente.

En base a este nuevo modelo de gestión, se logrará dinamizar los trámites para brindar una atención de calidad. Se proponen dos modelos de formatos (según bocetos anexados) uno dirigido al usuario y otro para seguimiento y control técnico. Los pasos serían los siguientes:

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

FORMULARIO 1: El usuario registra sus datos generales (nombre, número de cédula, dirección, teléfono, número de habitantes en la casa). Adicionalmente, se dispone de un casillero donde se pueden expresar observaciones respecto al tipo de servicio recibido con anterioridad y a los próximos servicios a requerir en el futuro, con esto se podrá establecer un tiempo estimado en el llenado del pozo séptico, y de igual manera tomará forma la nueva base de datos digitalizada.

A su vez, se registra el pago a efectuar por el usuario debidamente detallado, de esta manera se podrá controlar de manera organizada el ingreso de valores generados por este servicio municipal.

FORMULARIO 2: Se registran datos generales que el técnico a cargo del servicio de extracción validará y le servirán para la construcción de estadística y una base de datos actualizada respecto a volúmenes de aguas negras y grises extraídas por pozo séptico y que deberán ser tratadas posteriormente.

Estos formularios contarán con una codificación para mantener organizado el servicio, y optimizar el personal y equipos para atender oportunamente a los ciudadanos, según la programación del servicio al cliente.

4.4. CONCLUSIONES

Luego de realizar los análisis físico-químicos de las muestras de aguas residuales, se determinó que la mayoría de los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio mantienen a los parámetros de calidad muy por debajo del límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente en el Ecuador, (TULAS, Libro VI, Anexo 1).

Se puede añadir que las aguas residuales que ingresan al tanque de almacenamiento 1 (tanque sedimentador), ingresan con niveles inferiores a los establecidos en la ley de conformidad, a excepción de los dos primeros análisis (muestra #1 y muestra #2), específicamente en DBO_5 y DQO, que rebasan los límites máximos permisibles y, que al ser tratados mediante el Sistema de Pantanos Secos Artificiales (PSA), no consiguen disminuir su carga contaminante hasta ajustarse dentro de la norma ecuatoriana de regulación (TULAS). Posterior a ello, los siguientes ensayos reflejan una disminución significativa respecto a las dos primeras muestras, manteniéndose dentro de los límites establecidos por la tabla de comparación.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Para los valores de pH (valores adimensionales) en el ANALISIS INICIAL presentan una disminución apreciable, obteniéndose una media de 7,45, ajustándose posteriormente a su proceso de depuración en el ANÁLISIS FINAL en un valor de 6,93. Este parámetro no supera el límite mínimo y máximo de la ley.

En cuanto a la Conductividad, inicialmente se tienen valores promedios en el análisis inicial y final obtenido en los ensayos de 4296,55 y 4040,60 respectivamente. Lo cual implica que existe una reducción leve en este parámetro, que no incide directamente sobre el ambiente, pero que en cantidades elevadas permite elevar otros parámetros como el pH, la dureza, entre otros.

Los sólidos sedimentables permanecen en un valor constante <5 , en la normativa se establece un máximo de 1 mL/L. por lo cual este parámetro no tiene mayores observaciones.

Al ingresar las aguas residuales a los Pantanos Secos con niveles muy inferiores a los límites mínimos y máximos permisibles, no se puede evaluar la eficiencia del proceso de Depuración de Aguas Residuales. Sin embargo, es posible tomar en cuenta las consideraciones que este estudio realiza para tomar medidas oportunas ante la gestión de las aguas residuales.

Por otra parte, es importante mencionar que el servicio administrativo del Departamento de agua presenta deficiencias de estructura y organización interna que urgen ser mejoradas para brindar una mejor atención a la ciudadanía.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

4.5. RECOMENDACIONES

- El Municipio de Santa Cruz debería impulsar la profesionalización de los funcionarios y técnicos que laboran de manera directa en los sistemas de Depuración de Aguas Residuales de Santa Cruz.
- Es necesario que se formen grupos técnicos que lideren procesos de capacitación y repliquen sus conocimientos al interior de la institución, para garantizar la sustentabilidad y sostenibilidad de los procesos de cambio estructural en el Municipio en general y particularmente, esta área de servicio comunitario.
- El Municipio deberá dotar de equipos menores, herramientas tecnológicas (software, computadoras, GPS, etc.) y otras, que faciliten el trabajo de los profesionales y consecuentemente el logro de los objetivos institucionales en esta área.
- Establecer alternativas técnicamente válidas y eficaces para que los lodos residuales sean desechados de manera adecuada, sin que causen prejuicios al entorno ambiental como ocurre en la actualidad. Una alternativa sería, por ejemplo:

Estabilización del lodo⁵:

Este proceso se lleva a cabo para: 1. Reducir la presencia de patógenos, 2. Eliminar olores desagradables, y 3. Reducir o eliminar su potencial de putrefacción.

⁵ Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Para lograr estos objetivos es necesario impedir un ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos sobre la materia orgánica del lodo; para esto se puede añadir agentes químicos al lodo, logrando que este sea inadecuado para la supervivencia de microorganismos y aplicando calor se logra desinfectar o esterilizar el lodo.

Digestión Anaerobia⁶:

Este proceso propicia la degradación de la materia orgánica contenida en el lodo en ausencia de oxígeno. El proceso de digestión anaerobia convierte la materia orgánica en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Este proceso se debe llevar a cabo en un reactor completamente cerrado.

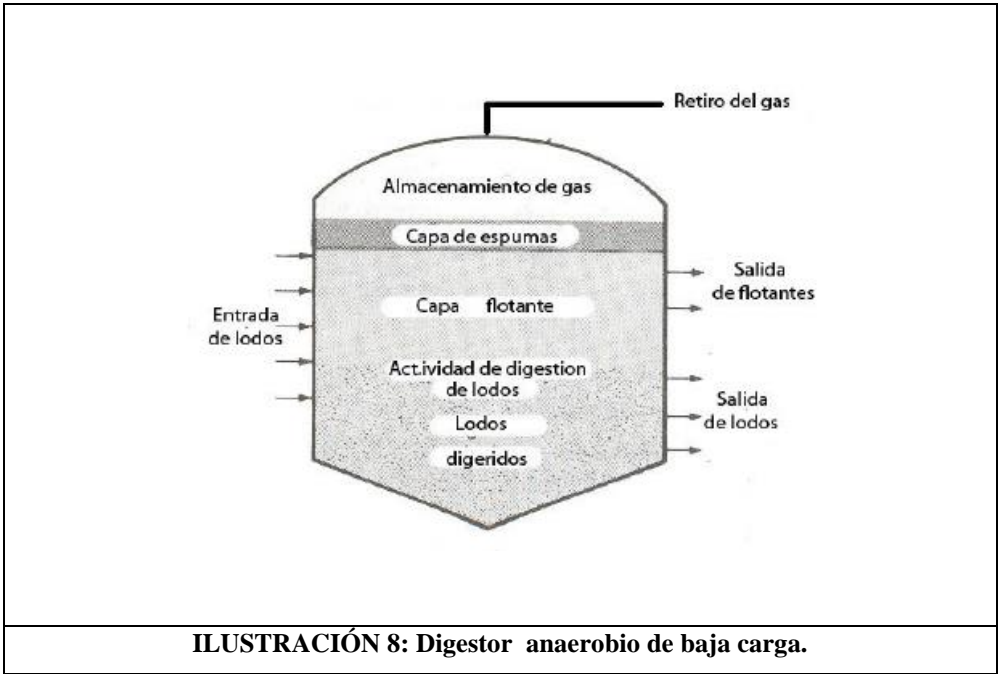
Los lodos deben introducirse en el reactor de forma continua o intermitente, y permanecen dentro de estos tanques durante periodos de tiempo considerables. El lodo estabilizado que se extrae del proceso tiene un bajo contenido de materia organiza y de microorganismos patógenos.

Para brindar un tratamiento de digestión anaerobia comúnmente se emplean los tipos de digestores de alta y baja carga. Estos determinaran diferentes factores como por ejemplo el tiempo de retención los cuales pueden variar entre 30 y 60 días (Hammeken, A. & García, E. 2005).

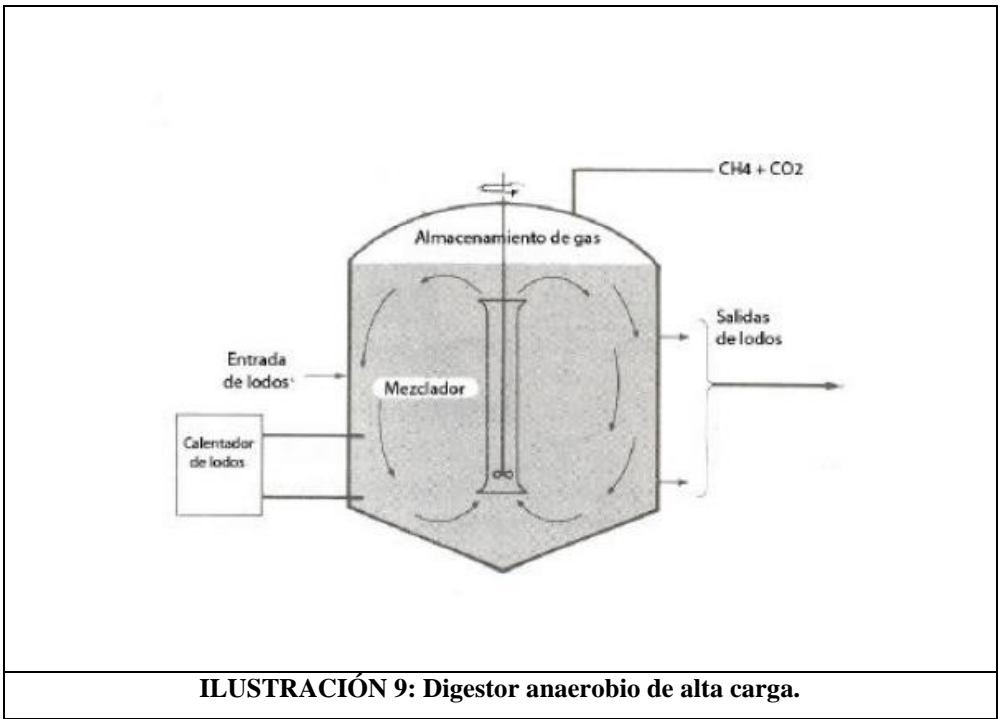
⁶ Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Digestor de baja carga⁷:



Digestor de alta carga⁸:



⁷ Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual.
⁸ Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- Consideramos que al brindar atención a los lodos residuales de los pozos sépticos, se garantizaría que los pozos aumenten su capacidad de infiltración ya que, no existirían lodos que impidan la evacuación y, obviamente se mejorará la gestión municipal en este aspecto.
- Es importante realizar un estudio de factibilidad para la pronta construcción de una planta de tratamiento con tecnología de punta, que esté designada únicamente para aguas residuales (grises & negras) y que se ubique en un punto estratégico del cantón para garantizar un mejor servicio ciudadano. Previamente, será indispensable la habilitación de una red de alcantarillado y canalización que abarque toda la zona geográfica poblada del cantón, para conducir los efluentes de manera adecuada.
- Se estima que es indispensable establecer de manera previa parámetros y protocolos para determinar el tiempo de retención de las aguas residuales en los Pantanos Secos Artificiales (PSA), y cumplir el proceso de Depuración de las aguas grises & negras.
- El municipio debería analizar la posibilidad de adquirir equipos de laboratorio o contratar este servicio de manera externa, para optimizar su trabajo y/o abaratar costos tanto para la institución como para los usuarios de este servicio.
- Se proponen al menos dos modelos de formularios (bocetos anexos al presente) para la gestión y administración de datos, registro de usuarios y otra información general que optimice la calidad de atención a los clientes y, además, se pueda construir una base de datos actualizada y completa como herramienta clave para la gestión.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- Es necesario realizar ensayos de laboratorio frecuentes para determinar y garantizar la eficacia de los Pantanos Secos Artificiales (PSA), y que estos permitan tomar las medidas correctivas necesarias en el momento que exista alguna deficiencia.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

5. MATERIALES DE REFERENCIA

5.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. RESULTADOS DEL CENSO POBLACIONAL EN EL AÑO 2010. Autor. Ecuador.
- APHA (American Public Health Association). (2009). Publication manual of the American Psychological Association. (6th ed.) Washington, DC: American Psychological.
- APHA, et al. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. New York: Autor. Recuperado de: http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf
- Brooks, D. (2004). AGUA: Manejo a nivel local. (1era Edición). Bogotá-Colombia: Alfaomega Colombiana, S.A.
- Coral, K. (2012). CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES: Evaluación y Control de la Contaminación de aguas residuales. Quito: Universidad Internacional Sek.
- Falcón, C. (1990). Manual de tratamiento de aguas negras. México: Limusa Noriega.
- HACH COMPANY. (2000). Manual de análisis de Agua (*Segunda Edición*). Estados Unidos: Autor.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula. Tesis Licenciatura. Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. 226 pp.
- Hernández, A. & Hernández, A. (2004). MANUAL DE SANEAMIENTO URALITA: Sistemas de Calidad en Saneamiento de Aguas (2da Edición). Madrid-España: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Kemmer, F. & McCallion, J. (1989). Manual del Agua: Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones (Tomo III). México: Editorial McGraw-Hill.
- Noguera, J. Báez (2007). Ingeniería Ambiental: SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES. Ediciones Uninorte, Barranquilla.
- Ramalho, R. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales (Edición Revisada). Barcelona--España: Reverté, S.A.
- Romero, J. (2000). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Teoría y principios de diseño. (Primera Edición). Colombia: Editorial Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2002). Calidad del Agua (*Primera Edición*). Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

- Shiva, V. (2002). Las Guerras del Agua. Barcelona-España: Icaria editorial, s.a.
- Spellman, R. & Drinan, J. (2004). MANUAL DEL AGUA POTABLE. Zaragoza—España: Editorial: ACRIBIA, S.A.
- Sierra, C. (2011). Calidad del Agua: Evaluación y Diagnóstico. Bogotá: Editorial Universidad de Medellín.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental (2006), Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2.
- TULAS, Libro VI, Anexo 1. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.*
- Winkler, M. A. (1994). Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

ANEXOS

Anexo 1. Registros Fotográficos.



F1: Pantano Seco



F2: Tanques de almacenamiento de Aguas residuales (grises y negras).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



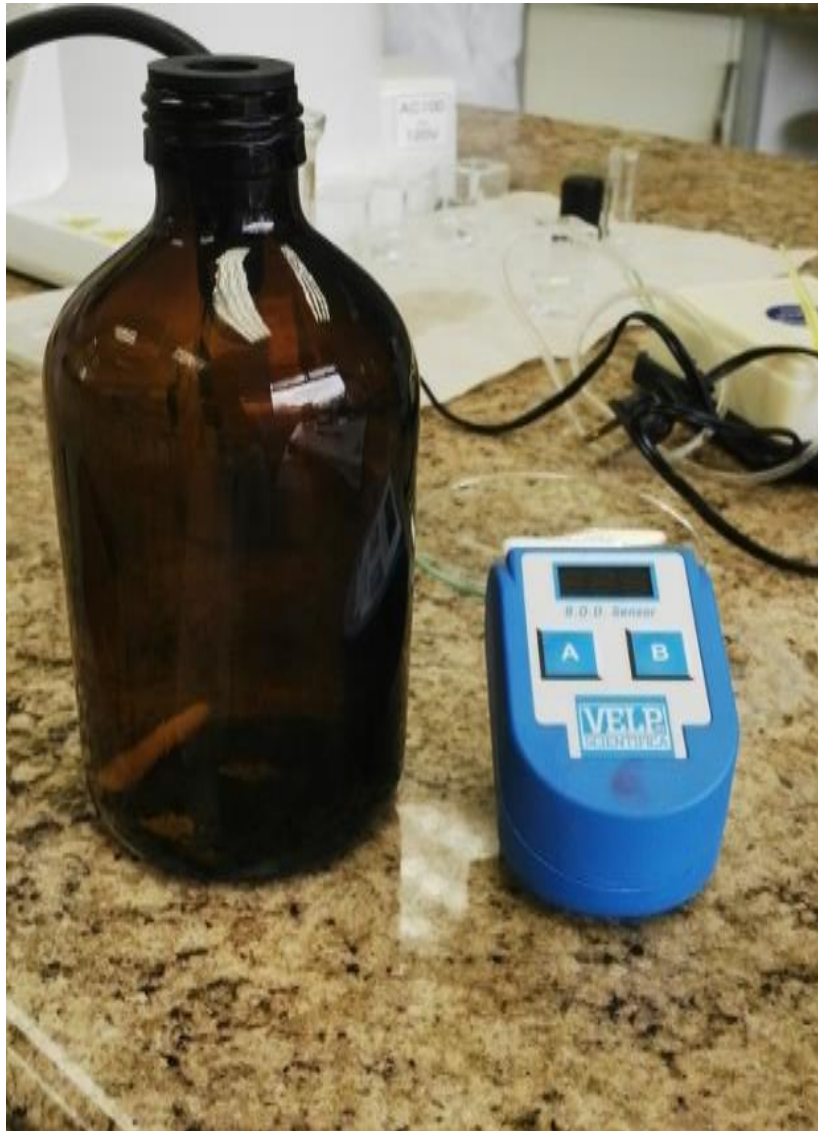
F3: Tanques de almacenamiento de Aguas Clarificadas.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



F4: Medidor Multiparámetros (Medición de pH, Conductividad).

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



F5: Botella de vidrio (Ámbar)- Biómetro, Análisis DBO5.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



F6: Incubadora, análisis de muestras de agua, DBO5.

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”



F: 7 Equipo para la determinación de DQO por reflujo abierto.


“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Anexo 2. TULAS, Libro VI, Anexo 1. Tabla 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		⁹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Anexo 3. Boceto del formulario 1 que se aplicará para el nuevo modelo de gestión del servicio de extracción de aguas residuales. Este modelo servirá para la generación de una base de datos institucional respecto a las aguas residuales.

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DIRECCIÓN DE AMBIENTE DEPARAMENTO DE EFLUENTES RESIDUALES DETALLE DE SERVICIO REQUERIDO "EXTRACCIÓN DE AGUAS RESIDUALES"	
DATOS GENERALES			
CODIGO:			
FECHA:			
1) NOMBRE DE LA PERSONA O EMPRESA:		2) CÉDULA/RUC	
3) DIRECCIÓN/TELÉFONO		4) NÚMERO DE HABITANTES EN LA CASA	
5)OBSERVACIONES			
COSTOS DE LOS SERVICIOS			
Servicio HIDROCLEANER:		\$ 53,38	
I.V.A.		\$ 6,41	
Servicio administrativo		\$ 1,00	
TOTAL		\$ 59,79	
RUBROS ADICIONALES POR HORA DE SERVICIO			
Hora de servicio (incluido I.V.A.)		\$ 60,01	
Servicio administrativo		\$ 1,00	
TOTAL		\$ 61,01	
TOTALIDAD DEL SERVICIO		\$120,89 (dólares USA)	
FIRMA DEL USUARIO		FIRMA DEL TÉCNICO RESPONSABLE	
<hr/>		<hr/>	

“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES (GRISES & NEGRAS) DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS EN PUERTO AYORA, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS”

Anexo 4. Boceto del formulario 2 que se aplicará para el nuevo modelo de gestión del servicio de extracción de aguas residuales. Este formato servirá para el análisis y seguimiento técnico del servicio brindado a los usuarios.

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DIRECCIÓN DE AMBIENTE	
	DEPARAMENTO DE EFLUENTES RESIDUALES	
	DETALLE DE SERVICIO REQUERIDO "EXTRACCIÓN DE AGUAS RESIDUALES"	
REGISTRO DE DATOS		
CODIGO:		
FECHA:		
1) NOMBRE DE LA PERSONA O EMPRESA:	2) DIRECCIÓN/TELÉFONO	
5) CANTIDAD DE VIAJES	6) CANTIDAD EVACUADA	
6)OBSERVACIONES		
7) FIRMAS		
FIRMA DEL TÉCNICO	FIRMA DEL USUARIO	
<hr/>	<hr/>	