UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TÍTULO:

"ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SUMAYPAMBA DEL CANTÓN SARAGURO."

TESIS DE GRADO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

AUTOR:

Edison Rolando Morocho Malla.

DIRECTOR:

Ing. Diego Eduardo Jara Delgado, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Diego Eduardo Jara Delgado, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Que el presente trabajo, desarrollado por el estudiante señor: **Edison Rolando Morocho Malla** sobre el tema: **"ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SUMAYPAMBA DEL CANTÓN SARAGURO"**, para optar por el título de Ingeniero en **Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, ha sido dirigido y revisado prolijamente, por lo que autorizo la sustentación y presentación, ante el respectivo tribunal de grado.

Loja, 27 de junio de 2014.

Ing. Diego Eduardo Jara Delgado

DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Yo Edison Rolando Morocho Malla declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Edison Rolando Morocho Malla.

Firma:

Cedula: 1104671001

Fecha: 26 de junio del 2014.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo Edison Rolando Morocho Malla declaro ser autor de la tesis titulada: "ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SUMAYPAMBA DEL CANTÓN SARAGURO.", autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 20 días del mes de Abril del dos mil catorce, firma el autor.

Firma:_____

Autor: Edison Rolando Morocho Malla.

Cédula: 1104671001

Dirección: Av. Eugenio Espejo (principal) y Juan Bosco.

Correo electrónico: eddyson09@hotmail.com

Teléfono:----------Celular: 0986806306

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Diego Eduardo Jara Delgado. Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Silvia Catalina Loaiza Ambuludí, PhD

Ing. Jeanine Elizabeth Azanza. Mg.Sc.

Ing. Jorge Michael Valarezo Riofrío. Mg.Sc.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de poder terminar mi trabajo, a mis padres por su apoyo incondicional todo el tiempo y su abnegada entrega a impulsarme día tras día a la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ir de la mano conmigo todo el tiempo en mi desarrollo como estudiante y como persona, y ser esa fuerza de motivación para siempre avanzar y crecer.

A la Universidad Nacional de Loja como la formadora de estudios y de profesionales, particularmente al Área de Energía, carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

A toda mi familia que siempre estuvo pendiente en apoyarme incondicionalmente durante toda la preparación que exigía la carrera, especialmente a mi mamá.

Al director de tesis Ing. Diego Jara, por guiarme a la culminación de este proyecto de tesis.

A los docentes de la carrera que me apoyaron en conocimientos para terminar de buena manera esta responsabilidad.

Al personal del Municipio de Saraguro por brindarme la información necesaria para la realización de este trabajo, además al presidente de la Junta Parroquial de Sumaypamba por brindarme las facilidades necesarias para la finalización de esta labor.

Y el resto de personas que de alguna manera influyeron en la finalización de este proyecto.

Gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. TÍTULO ..... - 8 -

2. RESUMEN ..... - 9 -

3. ANTECEDENTES ..... - 11 -

4. INTRODUCCIÓN ..... - 12 -

5. REVISIÓN DE LITERATURA ..... - 14 -

5.1 Estudio Geológico ..... - 14 -

5.1.1 Geología ..... - 14 -

5.1.2 Litología ..... - 14 -

5.1.3 Geomorfología ..... - 15 -

5.1.4 Geología Estructural. ..... - 15 -

5.1.5 Geología Ambiental ..... - 17 -

5.1.6 Mecánica de Rocas ..... - 17 -

5.1.7 Mecánica de suelos ..... - 19 -

5.2 Análisis Ambiental ..... - 21 -

5.2.1 Aguas residuales ..... - 21 -

5.2.2 Tipos de Contaminantes ..... - 21 -

5.2.3 Medición de caudales ..... - 22 -

5.2.4 Muestreo ..... - 23 -

5.2.5 Criterios de diseño para un sistema de tratamiento ..... - 23 -

6. MATERIALES Y METODOLOGÍA ..... - 25 -

7. RESULTADOS ..... - 34 -

7.1 Descripción General del Área de Estudio ..... - 34 -

7.1.1 Accesos ..... - 34 -

7.1.2 División Política ..... - 35 -

7.1.3 Localización Geográfica ..... - 35 -

7.1.4 Topografía ..... - 36 -

7.1.5 Uso actual del Suelo ..... - 37 -
7.1.6 Clima e Hidrología ..... - 38 -
7.1.7 Servicios Básicos e Infraestructuras de Importancia ..... - 39 -
7.2 Estudio Geológico-Estructural ..... - 42 -
7.2.1 Geología Regional ..... - 42 -
7.2.2 Geología Local ..... - 45 -
7.2.3 Geología Estructural ..... - 49 -
7.2.4 Geomorfología ..... - 52 -
7.3 Muestreo y Clasificación de Suelo ..... - 53 -
7.3.1 Clasificación de suelo ..... - 53 -
7.4 Determinación de Parámetros Geotécnicos ..... - 58 -
7.4.1 Descripción Geológica de material del área de estudio (comprobación de puntos específicos) ..... - 58 -
7.4.2 Métodos de Exploración Directo ..... - 59 -
7.4.3 Piezómetro (PVC) ..... - 70 -
7.5 Análisis de Aguas Residuales ..... - 73 -
7.5.1 Análisis de aguas residuales ..... - 73 -
7.5.2 Interpretación de Resultados ..... - 95 -
7.5.3 Determinación del Índice de Calidad del Agua. ..... - 96 -
7.5.4 Población y Caudal de Aguas Residuales ..... - 98 -

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... - 101 -

9. CONCLUSIONES ..... - 103 -

10. RECOMENDACIONES ..... - 105 -

11. BIBLIOGRAFÍA ..... - 106 -

12. ANEXOS ..... - 108 -

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Rocas plegadas y dinámica terrestre……16

Figura 2. Bloque sometido a compresión: A.- comportamiento frágil o rígido, B.- comportamiento plástico de la muestra. Curvas tenso - deformacionales. ……..…….…...…...18

Figura 3. Filtración de aire y agua a través de material sólido……..……..20

Figura 4. Iglesia de Sumaypamba ubicada en el centro parroquial del sector……....34

Figura 5. Mapa de ubicación del sector de estudio...…….……..…….…..35

Figura 6. Topografía y pendientes del lugar de estudio, área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.……...……..……36

Figura 7. Cuenca de Rio Jubones……...……38

Figura 8. Iglesia de la Inmaculada Concepción……..……39

Figura 9. Subcentro de salud ubicado en el centro de la parroquia……39

Figura 10. Tanques de agua tratada ubica en la parte superior de la Parroquia……..40

Figura 11. Datos de los principales productos del sector. ……...…….……..41

Figura 12. Geología Regional Sumaypamba, cantón Saraguro……...43

Figura 13. Geología del lugar de estudio caracterizado por la presencia de arcillas…...46

Figura 14. Geomorfología del sector, caracterizado por la presencia de coluviales perteneciente la cuenca del rio Jubones……52

Figura 15. Tubo partido obtención de muestras ……..…53

Figura 16. Extracción de muestras mediante un tubo partido….……53

Figura 17. Curva contenido de humedad del terreno (W)……...56

Figura 18. Arenisca con intercalaciones de yeso de 0.02 a 0.03 mm, presente en una potencia de 0.20 m perteneciente a la formación Uchucay……58

Figura 19. Descripción de la calicata, profundidad 2m...……62

Figura 20. Resistencia del terreno con respecto a la profundidad……..…63

Figura 21. Gráfica del ensayo a la compresión simple….…….…..69

Figura 22. Ensayo de permeabilidad in situ …….…..70

Figura 23. Curva de Permeabilidad relación entre tiempo y descenso……...71

Figura 24. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Color Real.……..…..78

Figura 25. Descripción gráfica del análisis físico parámetro: Turbiedad……..……78

Figura 26. Descripción gráfica del análisis físico parámetro: Sólidos Suspendidos…..79

Figura 27. Descripción gráfica del análisis físico parámetro: Sólidos Sedimentables...79

Figura 28. Descripción gráfica del análisis químico parámetro: Nitratos Nitritos……81

Figura 29. Descripción gráfica del análisis químico parámetro: DBO5…...……..81

Figura 30. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: aceites y grasas…….82

Figura 31. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Amoniaco…….……83

Figura 32. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Hierro Total…..……...…….83

Figura 33. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Manganeso Total.…….84

Figura 34. Descripción del parámetro de criterio evaluación de flora y fauna elemento: Boro…….84

Figura 35. Muestras de aguas recogidas, actividad realizada para el segundo mes de monitoreo de aguas…….85

Figura 36. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Color Real……89

Figura 37. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Turbiedad…….…….89

Figura 38. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Suspendidos….90

Figura 39. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Sedimentables..90

Figura 40. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: Nitratos+Nitritos..…91

Figura 41. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: DBO5……...92

Figura 42. Descripción del parámetro de criterio evaluación de flora y fauna elemento: Amoniaco……93

Figura 43. Descripción del parámetro de criterio evaluación de flora y fauna elemento: Hierro Total……93

Figura 44. Descripción del parámetro de criterio evaluación de flora y fauna elemento: Manganeso Total…….94

Figura 45. Descripción del parámetro de criterio evaluación de flora y fauna elemento: Boro…….94

Figura 46. Análisis mapa de muestreo de aguas……..98

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Valores de permeabilidad (k, cm/seg) y tipo de suelo……..……...21

Tabla.2. Columna estratigráfica y clasificación del suelo del lugar de estudio.....48

Tabla.3. Afloramientos Georeferenciados para material de origen sedimentario..……51

Tabla.4. Resultado del análisis geotécnico de suelo…….….54

Tabla.5. Parámetros de clasificación general de suelo…….……..55

Tabla.6. Parámetros ineludibles para la descripción de la gravedad específica de sólidos…….57

Tabla.7. Relación de gravedad específica y tipo de suelo (Gs)…….....57

Tabla.8. Grado de estabilidad de las calicatas según el tipo de suelo……61

Tabla.9. Números de golpes SPT necesarios para introducir 15 cm consecutivos….....65

Tabla.10.Gráfica SPT y el tipo de suelo mediante la clasificación SUCS…….……....66

Tabla.11. Relación de número de golpes SPT con tipo de suelo……66

Tabla.12. Descripción de los suelos en función de la compacidad relativa……67

Tabla.13. Datos de ensayo a la compresión simple (Shellby)……68

Tabla 14. Mientras más fina sea la textura del suelo, más lenta será la permeabilidad……..71

Tabla.15. Datos del ensayo de permeabilidad in situ……72

Tabla.16. Resultados laboratorio parámetros físicos de las muestras de agua 1 y 2 (Agosto)……...75

Tabla.17. Resultados laboratorio parámetros químicos de muestras de agua 1 y 2 (Agosto)…….……..72

Tabla.18**.** Resultados laboratorio límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas superficiales muestras 1 y 2 (Agosto)……..72

Tabla.19**.** Parámetros físicos que exceden el límite de permisibilidad muestra 1 y 2 (Agosto)……...80

Tabla.20. Parámetros químicos representados en la gráfica.……...82

Tabla.21. Parámetros representados en las gráficas……..……..85

Tabla.22. Resultados laboratorio parámetros físicos de muestras de agua 1 y 2 (Septiembre)……86

Tabla.23. Resultados laboratorio parámetros químicos de muestras de agua 1 y 2 (Septiembre)…….……...87

Tabla.24. Resultados laboratorio Criterios para evaluar parámetros flora-fauna en aguas superficiales de muestras de agua 1 y 2 (Septiembre)……....88

Tabla.25. Parámetros físicos representados en las gráficas……91

Tabla.26. Parámetros representados en la gráfica…….……92

Tabla.27. Parámetros representados en la gráfica contempla resultados de muestras 1 y 2 tomadas durante el mes de septiembre……..……..…95

Tabla.28. Rango de Clasificación del ICA De Acuerdo al Criterio General …….97

Tabla.29. Resultados y criterios de evaluación del ICA……..……97

Tabla.30. Análisis de crecimiento poblacional de Sumaypamba…….…..99

Tabla.31. Consumo de agua y densidad de la población……...100

LISTADO DE CUADROS

Cuadro.1. Resumen del tipo de ensayo de exploración directo y el proyecto a ejecutarse…….64

Cuadro.2. Identificativo para la toma de muestras de agua 1 y 2 mes agosto.....74

Cuadro.3. Identificativo para la toma de muestras de agua 1 y 2 en el mes de Septiembre……..……..……...86

1. TÍTULO

“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SUMAYPAMBA DEL CANTÓN SARAGURO.”

2. RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la realización del estudio geológico-ambiental para la futura construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el sector de Sumaypamba perteneciente al cantón Saraguro, provincia de Loja, actividad mediante la cual se consideraron necesarios la realización de ensayos in situ y de laboratorio que determinaron situaciones técnicas específicas del lugar.

Geológicamente el sector está ubicado dentro del Grupo Ayancay y parte de la Formación Uchucay, se encuentra conformando la cuenca del Rio Jubones razón principal por la que hay predominio de material sedimentario, este sector coluvial se caracteriza por la presencia de estratificaciones bien definidas y por la presencia de grietas de desecación característico de material limo-arcilloso, las capas de arcilla presentan buzamiento de 45°SE y rumbo de 9° NE los plegamientos cerca de lugar son imperceptibles.

La realización del ensayo geotécnico (SPT) se efectuó para el sector considerado, los resultados que se obtuvieron consideran al terreno como óptimo para soportar una estructura de hormigón u otro material de construcción, además muestra que la capacidad portante del suelo resiste una carga de 49 ton/m^2 considerando zapatas de 1, 1.5 y 2m; por lo tanto el presente trabajo contiene datos y tablas que muestran las características desde las más generales a las más específicas para el área de construcción.

En cuanto al análisis ambiental se consideró importante realizar un análisis físico-químico del agua que es recogida por el cauce que recolecta las aguas residuales de todo el sector, las muestras recolectadas y georefenciadas siguen un protocolo de muestreo, que luego de transportadas y examinadas en el laboratorio dan las deducciones que permiten saber el grado de contaminación y de esta manera entender la necesidad de tratar este recurso, ciertamente en las deducciones de los resultados la calidad de aguas se la conceptúa como pésima y mala, razón por la cual necesita ser procesada antes de unirse a otros cuerpos de agua.

SUMARY

The present work has as purpose the geologic-environmental study for the future construction of a plant of treatment of residual waters in the sector of Sumaypamba belonging to the canton Saraguro county of Loja, mediating activity which you/they were considered necessary the realization of studies that you/they determined technical specific situations of the place of importance.

Geologic mind the sector is located inside the Group Ayancay and it leaves of the Formation Uchucay, he/she is conforming the basin of the River Jerkins main reason for that there is prevalence of sedimentary material, this sector coluvials it is characterized by the presence of very defined stratifications and for the characteristic presence of drying cracks of slime-loamy material, the clay layers present buzament of 45°SE and direction of 9° NE the plegaments near place they are imperceptible.

The realization of a test geotechnical (SPT) was made for the considered sector, the results that they were obtained they consider to the land as good to support a concrete structure or another construction material, the results show that the carrying capacity of the floor resists a load of 49 ton/m2 considering half-boots of 1, 1.5 and 2m; therefore the present work contains data and charts that show the characteristics from the most general to the most specific for the construction area.

As for the environmental analysis it was considered important to carry out physical-chemical analysis of the bed that gathers the gray waters of the whole sector, the gathered samples and georefenciadas they follow a sampling protocol that after having transported and examined in the laboratory they give the deductions that allow us to know the grade of contamination and this way to understand the necessity to treat this resource, certainly in the deductions of the results the quality of waters you the conceptual like terrible and bad, reason for which needs to be processed before uniting to other bodies of water.

3. ANTECEDENTES

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte norte con respecto a la provincia de Loja, cantón Saraguro, específicamente en el sector llamado Sumaypamba, el acceso principal se lo realiza por el sector central del cantón por la vía que conduce a San Pablo de Tenta, Celén, Selva Alegre, Manú, Sumaypamba, otro de los accesos va desde Saraguro San Pablo de Tenta, Celén, Selva Alegre, Lluzhapa, Las Cochas, Mostazapamba, Sumaypamba; de clima cálido seco con sus dos estaciones como lo es verano e invierno. Con altitudes locales que van desde 900 a 1200 m s.n.m.

Este lugar se caracteriza por ser semidesértico debido a las altas temperaturas que se presentan en verano, oscilan entre 16º a 22ºC, la presencia de vegetación arbórea es escaza abundan los matorrales secos altos, pasto natural y matorral seco bajo, los lugares de denudación son evidentes a lo largo de la carretera entre los tramos de Las Cochas - Sumaypamba; de planicies extendidas y secas, a pesar de que los pobladores se dedican a la agricultura, el escaso caudal que los ayuda es insuficiente, cuando la estación de verano se prolonga existe la escasez de agua y esta es la razón principal por la que surge la necesidad de optimizar el líquido.

Actualmente el sector no cuenta con un sistema que ayude a tratar tipos de aguas como por ejemplo las residuales, ni tampoco el lugar que ha sido considerado para futuras construcciones tiene estudios, no un existe análisis del lugar de interés que permita deducir las condiciones de construcción a largo plazo, es decir que si el terreno es óptimo para la cimentación. Considerando los problemas que afectan a la población el presente trabajo discurre un estudio que contempla la geología del área; la realización de estudios directos de terreno y la realización de análisis de aguas con la finalidad de determinar la contaminación y tratar de solventar de alguna manera el problema que afecta directamente al sector de estudio.

4. INTRODUCCIÓN

En los países de América Latina el índice poblacional es muy denso, la investigación por mejorar la calidad de vida, ha sido y sigue siendo orientada hacia el conocimiento de nuevas tecnologías para tratar recursos que continuamente el hombre toma del medio para su satisfacción y es así como importantes estudios de esta naturaleza se han realizado y siguen realizándose en lugares donde haga falta. A medida que aumenta el índice poblacional y surgen puntos habitados actuales surge también la necesidad de crear recursos y crear mejores condiciones de vida para la población.

El presente trabajo ofrece, en términos generales, un diagnóstico de las actuales condiciones del lugar tanto geológicas, geotécnicas como ambientales así como también los servicios básicos (vialidad, telecomunicación, alcantarillado) del lugar de estudio perteneciente a la parroquia de Sumaypamba, cantón Saraguro. Independientemente de la infraestructura que se necesite para tratar un recurso puntual y específico se necesita de parámetros que optimicen la duración de ésta, pues es este caso se plantea que la persistencia deba estar regida por parámetros basados en estudios geológicos-estructurales y por supuesto la parte ambiental que también es considerada en toda infraestructura por conocerse.

Sumaypamba ubicada en la parte norte con respecto a la provincia de Loja se encuentra a 140 km por la vía más transitada que conduce Saraguro, Tenta, Celén, Selva Alegre, Manú; es una de las parroquias más jóvenes del cantón, fundada en el año 2002. Uno de los principales problemas que presenta este sector es la escasez de agua así como la falta de estudios para el emplazamiento de una planta de tratamiento de aguas servidas.

Esta necesidad inmediata tiene la finalidad de solucionar el tema de tratamiento de agua en Sumaypamba, pues lo que se pretende es que se trate el mismo recurso tanto para su optimización y reutilización para la parte agrícola. Por tal razón se plantea el tema: "ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SUMAYPAMBA DEL CANTÓN SARAGURO.", con la finalidad de mejorar las condiciones físicas del agua así como tratar de mitigar la contaminación que se evidencia en el sector.

Los objetivos que se plantean para el desarrollo del presente trabajo investigativo son:

Objetivo General

- Realizar el estudio Geológico-Ambiental en el área de emplazamiento para un sistema de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Sumaypamba perteneciente al cantón Saraguro.

Objetivos Específicos

- Realizar el estudio geológico estructural a detalle en el área de emplazamiento para el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Analizar los componentes de la principal variable ambiental como agua y realizar la clasificación de suelo para el sistema de tratamiento de aguas residuales destinadas para riego.
- Determinar los parámetros geotécnicos que servirán para implementar a futuro el sistema de tratamiento de aguas residuales.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Estudio Geológico

5.1.1 Geología

Ortiz, Carlos (2002) enuncia a través del libro Ciencia de la Tierra que "la geología es una de las ciencias más modernas, es por definición la ciencia de la tierra y como tal, estudia su composición, su estructura y los fenómenos que se producen y se han producido en ella desde la hora cero de los tiempos geológicos hasta nuestros días, es una rama poco independiente, su desarrollo va estrechamente unido al de la astronomía, la física, la química, la biología y otras ciencias".

Otro concepto aclara que el término Geología (del griego geo, "tierra" y logos, "conocimiento", por lo tanto, tratado o conocimiento de la Tierra), está referido al campo de la ciencia que se interesa por el origen del planeta Tierra, su historia, su forma, la materia que lo configura y los procesos que actúan o han actuado sobre él. Es una de las muchas materias relacionadas como ciencias de la Tierra, o geo ciencias, por lo tanto se considera que los geólogos son científicos de la Tierra que estudian las rocas y los materiales derivados que forman la parte externa de la Tierra.[1]

5.1.2 Litología

Es la rama de la geología que se refiere al tratado o estudio de las rocas especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas.

González de Vallejo, (2004) describe a las rocas como agregados naturales duros y compactos de partículas minerales con fuertes uniones cohesivas permanentes que habitualmente se consideran en un sistema continuo.

El concepto de roca define que: "la inmensa mayoría de las rocas son agregados de minerales, o mezclas físicas de minerales, que conforman la litósfera terrestre.".[2]

---

[1] Castillo, H. 2009. Folleto de Fundamentos Geológicos, UNL.
[2] Ortiz, Carlos. 2002. Ciencias de la Tierra.

El conocer la secuencia litológica en la zona de estudio permitirá relacionar la base de estabilidad, cimentación y las condiciones geológicas – geotécnicas del sector, todo sobre la base de determinaciones litológicas, petrográficas, petrofísicas, de mecánica de suelos y rocas e ingeniería geológica.

5.1.3 Geomorfología

Escobar, G. 2013, manifiesta que la geomorfología se especializa en estructuras (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado), incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas, en laboratorio y, sobre todo, pierde su aislamiento para convertirse en una ciencia que atiende múltiples factores e inserta el estudio del relieve al conjunto de relaciones naturales que explica globalmente la geografía física.[3]

La geomorfología estudia la forma y desarrollo de la Tierra, es el intento de establecer un modelo explicativo de la parte externa de la Tierra. Los subcampos más importantes se especializan en las influencias tectónicas en la forma de las masas de tierra (morfotectónica), en la influencia del clima, en los procesos morfogenéticos, en los agregados de tierra (geomorfología del clima) y en la medida y el análisis estadístico de datos (geomorfología cuantitativa).

5.1.4 Geología Estructural

Ragan D., 2009, detalla que la Geología Estructural intenta dar la mejor aproximación de la forma, distribución y estructura interna de las rocas y la posición en que aparecen en superficie, haciendo especial énfasis en los procesos que intervienen en su deformación tanto a pequeña como a mediana escala. De alguna manera se puede decir que la Geología Estructural trata de la descripción de las rocas y los procesos que tienen lugar en la corteza terrestre. La Geología Estructural utiliza, sobre todo, la observación directa de las rocas, describiendo los resultados de los distintos procesos que tienen lugar e infiriendo cuáles de los mismos han tenido lugar y en qué momentos. [4]

---

[3] Escobar, Duque. 2013. Manual de Geología para Ingenieros. Geomorfología. Universidad de Colombia. Manizales.

[4] Ragan D., 2009. STRUCTURAL GEOLOGY. An Introduction to Geometrical Techniques. Fourth edition. Arizona State University, USA

La geología estructural es la rama de la geología que se dedica a estudiar la corteza terrestre, sus estructuras y la relación de las rocas que las forman. Estudia la geometría de las rocas y la posición en que aparecen en superficie. Interpreta y entiende la arquitectura de la corteza terrestre y su relación espacial, determinando las deformaciones que presenta y la geometría sub-superficial de las estructuras rocosas.[5]

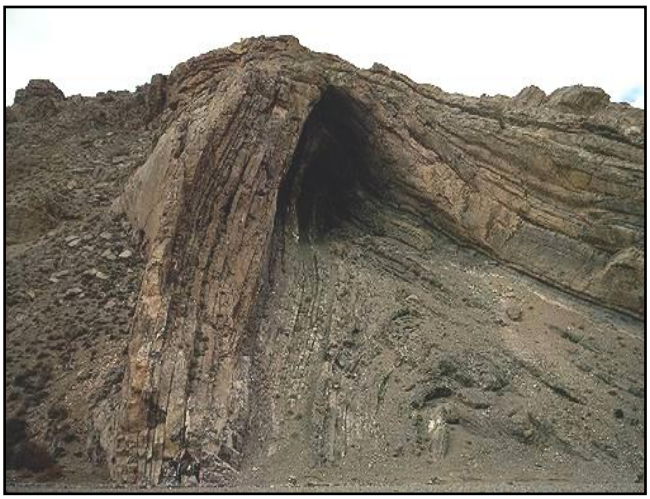


Figura 1. Rocas plegadas y dinámica terrestre**.** (Fuente: Castillo, H. 2009. Folleto Fundamentos Geológicos previos al Desarrollo de Geología Estructural. UNL).

Existen estructuras que son evidentes en el campo y están definidas como:

- ✓ **Diaclasas (juntas; inglés: joints):** Son fracturas sin desplazamiento transversal detectable, solo con poco movimiento extensional. Son las fracturas más frecuentes en todos los tipos de rocas.
- ✓ **Fisuras de enfriamiento:** Tienen su origen durante el enfriamiento de una roca magmática (Materiales o rocas calientes que ocupan más espacio con la misma cantidad de materia fría).
- ✓ **Grietas de desecación:** Durante la desecación de un barro o lodo bajo condiciones atmosféricas hay una disminución del espacio ocupado y la superficie se rompe en polígonos.

[5] Castillo, H. 2009. Folleto de Fundamentos Geológicos, UNL.

- ✓ **Fisuras de tensión gravitacional:** Sobre estratos inclinados se puede observar bajo algunas condiciones un deslizamiento de las masas rocosas hacia abajo. Al comienzo de este fenómeno se abren grietas paralelas al talud.
- ✓ **Fallas:-** Son la rotura en las rocas a lo largo de la cual ha tenido lugar movimiento o desplazamiento. Este movimiento produce un plano de falla o una zona de falla.
- ✓ **Pliegue:-** Es la disposición doblada o flexionada de una o más superficies geológicas de referencia y/o capas, que previamente se encontraban horizontales o en cualquier otra posición del espacio.[6]

5.1.5 Geología Ambiental

Según el texto fundamentos geológicos (Castillo, H. 2009) muestra algunas ideas con respecto a la geología ambiental y la identifica como aquella que recoge y analiza datos geológicos con el objetivo de resolver los problemas creados por el uso humano del entorno natural. Un área muy importante se ocupa del análisis de los riesgos y peligros geológicos como terremotos, aludes y corrimientos de tierra, erosión de las costas e inundaciones. La geología ambiental se relaciona con otras ciencias físicas como geoquímica e hidrología, ciencias biológicas y sociales e ingeniería.

Keller, E.A., 1982, manifiesta textualmente que la "Geología Ambiental es geología aplicada. Específicamente, es la aplicación de la información geológica para resolver conflictos, minimizando la posibilidad de degradación ambiental, o maximizando la posibilidad del adecuado uso del ambiente natural o modificado". En sentido amplio, Geología Ambiental es la rama de la Ciencia de la Tierra que enfatiza toda la gama de interacciones entre el hombre y el ambiente físico[7].

5.1.6 Mecánica de Rocas

Keller, A. 2007, manifiesta que la mecánica de rocas se ocupa del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamiento mecánico de los materiales rocosos, y de su respuesta ante la acción de fuerzas aplicadas en su entorno físico. El desarrollo de la

[6] Castillo, H. 2009. Folleto de Fundamentos Geológicos, UNL.
[7] Keller, E.A. 1982. Environmental Geology. 3ra. ed. Charles E. Merril. Pub. Company.

mecánica de rocas se inició como consecuencia de la utilización del medio geológico para obras superficiales y subterráneas y explotación de recursos mineros[8].

La finalidad de la mecánica de rocas es conocer y predecir el comportamiento de los materiales rocosos ante la actuación de las fuerzas internas y externas que se ejercen sobre ellos. Cuando se excava un macizo rocoso o se construyen estructuras sobre las rocas se modifican las condiciones iniciales del medio rocoso, el cual responde a estos cambios deformándose y/o rompiéndose.

En el comportamiento de las rocas se reconocen dos tipos de fuerzas: las dirigidas y no dirigidas; las dirigidas o de superficie, son más importantes en ingeniería que en geología; estas pueden ser de tensión, compresión y cizalladura.

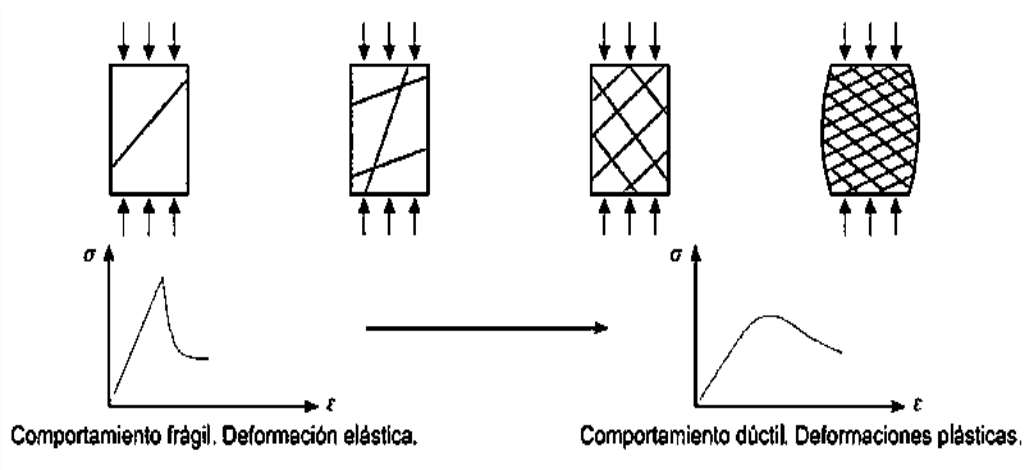


Figura 2. Bloque sometido a compresión: A.- comportamiento frágil o rígido, B.- comportamiento plástico de la muestra. Curvas tenso - deformacionales. (Ferrer y González de vallejo, 1991).

Las no dirigidas son las fuerzas de gravedad o de volumen más importantes en geología que en ingeniería. Puede tratarse de la presión confinante, sea ella litostática o hidrostática y en general de fuerzas asociadas a la gravedad, que actúan sobre cada partícula elemental de la masa.

[8] Ramírez Oldemar. 2007. Curso Geología Aplicada. Tema 13. Mecánica de Rocas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela Ingeniería en Construcción.

5.1.7 Mecánica de suelos

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica[9]. La mecánica de suelos incluye:

- Teorías sobre el comportamiento de los suelos sujeto a cargas.
- Investigación de las propiedades físicas de los suelos.
- Aplicación del conocimiento teórico y empírico de los problemas prácticos.

Uno de los ensayos que con más frecuencia se realiza es el ensayo SPT (sondeo de penetración Estándar –SPT-). Es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que queremos realizar un reconocimiento geotécnico. Consiste en medir el número de golpes necesario para que se introduzca una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63,5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente.

Permeabilidad de Suelos. Permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y aire, es una de las cualidades más importantes que han de considerarse para suelos y rocas independientemente de que tipo sean estas.[10]

Henry Darcy, en el año 1856, encontró experimentalmente la ley que lleva su nombre, la cual determina caudales *Q* sobre la base de coeficientes de permeabilidad *k*.

---

[9] Duque E, Gonzalo y Carlos E. Escobar. 2005. Mecánica de los Suelos I.

[10] Allen, Bateman. 2007. Hidrología Básica y Aplicada

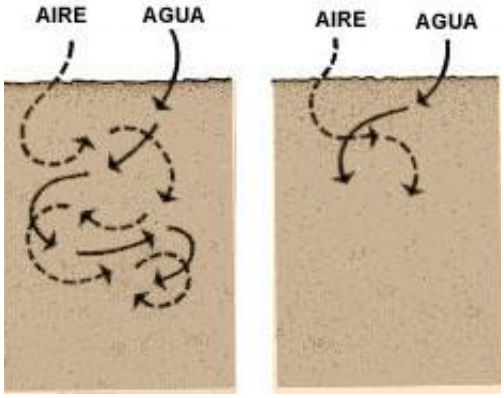


Figura 3. Filtración de aire y agua a través de material sólido. (Fuente: Allen, Bateman, 2007. Hidrología Básica y Aplicada).

La permeabilidad ***k***, relaciona el volumen de agua gravífica que percola durante la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de una sección de terreno bajo un gradiente hidráulico igual a la unidad.

Por lo general los suelos se componen de capas y a menudo la calidad del suelo varía considerablemente de una capa a otra. Por regla general como se muestra a continuación; mientras más fina sea la textura del suelo, más lenta será la permeabilidad[11]:

Según la ley de Darcy, el coeficiente de permeabilidad viene dado por la fórmula:

$$A = \frac{v}{i} = \frac{V * H}{s * t * \Delta h}$$

Siendo:

V = volumen de agua que atraviesa el suelo en el tiempo t

H = distancia entre piezómetros externos

S = área de la sección de la muestra

t = tiempo

Δh = diferencia de nivel del agua en los piezómetros externos.

[11] Angelone, Silvia & Garivay, M. 2006. Geología y geotecnia. Permeabilidad de los suelos. Universidad Nacional de Rosario.

Tabla 1. Valores de permeabilidad (k, cm/seg) y tipo de suelo.

	100	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Bueno						Pobre		Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada				Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición		
					Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.[d]							
Determinación directa de k	Ensayo directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos.											
	Permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia.											
Determinación indirecta de k			Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resulta-dos			Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.			Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia.			
	Por cálculo, partiendo de la curva granulométrica. Sólo aplicable en el caso de arenas y gravas limpias sin cohesión.								Cálculos basados en los ensayos de consolidación. Resultados buenos. Se necesita mucha experiencia			

Fuente: Angelone, Silvia & Garivay, M. 2006. Geología y geotecnia. Permeabilidad de los suelos.

5.2 Análisis Ambiental

5.2.1 Aguas residuales

Las aguas residuales son el resultado de la utilización de este recurso para distintos fines. Como consecuencia de este uso, el agua recoge materias en suspensión y disueltas que alteran sus propiedades. Dependiendo del tipo de utilización, las aguas residuales presentan características muy diferentes.

5.2.2 Tipos de Contaminantes

Henry, J. Glyan & Heinke, Gary W. 1999 indican que la contaminación es un término poco preciso que nada nos dice acerca del tipo de material contaminante ni de su fuente. El modo de atacar el problema de los residuos depende de si los contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de las algas, son infecciosos, tóxicos o simplemente de aspecto desagradable. La contaminación puede ser consecuencia directa

del desagüe de aguas negras o descargas industriales (fuentes puntuales), o indirecta de la contaminación del aire o de desagües agrícolas o urbanos (fuentes no puntuales)[12].

Las aguas residuales, también llamadas aguas negras, son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más del 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en suspensión como disueltos. Esto permite entender que para encontrar un tratamiento óptimo del agua residual, primero se debe conocer los contaminantes existentes en su constitución; así, se plantea que para el presente trabajo investigativo estará referido el siguiente análisis de contaminantes en las aguas:

- ✓ Materia Orgánica (principalmente) en suspensión y disuelta.
- ✓ N; P; NaCl y otras sales minerales.
- ✓ Microcontaminantes procedentes de nuevos productos.
- ✓ Las A.R. de lavado de calles arrastran principalmente materia sólida inorgánica en suspensión, además de otros productos (fenoles, plomo -escape vehículos motor-, insecticidas -jardines-...).

5.2.3 Medición de caudales

Aforar es medir un caudal. En hidrología superficial puede ser necesario medir desde pequeños caudales (unos pocos litro/segundo) hasta grandes ríos con caudales de centenares o miles de m^3/segundo.

Se distinguirán dos tipos:

- Aforos directos: Con algún aparato o procedimiento medimos directamente el caudal.
- Aforos indirectos o continuos: Medimos el nivel del agua en el cauce, a partir del nivel estimamos el caudal.

El procedimiento se basa en medir la velocidad del agua y aplicar la ecuación:

$$\textbf{Caudal=sección*velocidad}(m^3/seg.=m^2*m/seg.)$$

[12] Henry, J. Glyan & Heinke, Gary W. 1999. Ingeniería Ambiental. Capítulo 12. Contaminación del agua.

Para una estimación, la velocidad se calcula arrojando algún objeto que flote en el agua y la sección se estima muy aproximadamente (anchura media*profundidad media).

5.2.4 Muestreo

Muestreo, es el proceso por el cual se seleccionan los partes representativas que formarán una muestra. La selección de la técnica de muestreo está regida, principalmente, por los requisitos en la calidad de la muestra a recuperar, por las características propias a investigar y, particularmente, por el grado de alteración o cambio que sufrirá durante el proceso de muestreo.

- **Muestra Simple, Puntual o Instantánea**

Es la muestra recolectada en un sitio específico durante un periodo corto, de minutos a segundos. Representa un instante en el tiempo y un punto en el espacio del área de muestreo. Sólo representa la composición del agua para ese tiempo y lugar específicos. Dicha muestra puede ser representativa de espacios y tiempos mayores si se sabe con anterioridad que la composición es constante en el tiempo y que no existen gradientes de concentración espaciales.[13]

- **Muestra Compuesta**

Las muestras compuestas son la mezcla de varias muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

5.2.5 Criterios de diseño para un sistema de tratamiento

Los parámetros condicionantes que se tienen presentes para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales relaciona la cantidad de agua residual expresado en el caudal en tiempos secos y de lluvia así como también se tiene en cuenta si el

[13] Documento del Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento. Año 2000.

alcantarillado es simple o mixto. El estudio de factibilidad, considera los siguientes componentes:

- Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales;
- Información básica (geológica, geotécnica, hidrológica y topográfica);
- Selección de los procesos de tratamiento.
- Predimensionamiento de alternativas de tratamiento y factibilidad técnico-económica de las alternativas y selección de la más favorable.[14]

Toda planta de tratamiento deberá contar con cerco perimétrico y medidas de seguridad.

[14] Espinoza, M. 2005. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

6. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Los materiales que se detallan a continuación fueron necesarios para el cumplimiento de cada objetivo que se ha planteado en el proyecto, cada uno es indispensable y útil para la realización del mismo.

- **Enfoque:** De acuerdo a la problemática actual se enfoca las siguientes razones:

El emplazamiento del sistema también estará acorde a los estudios geológicos-geotécnicos previos.

Los resultados de los análisis de aguas determinarán la contaminación existente en el sector y la necesidad de tratar este recurso.

Modalidad básica de la investigación: Estos están de acuerdo a la modalidad que muestra los siguientes niveles:

- **Documentos Bibliográficos**

En la investigación se tiene como finalidad profundizar, ampliar teorías y enfoques acerca del proyecto dentro del marco teórico, teniendo en cuenta todo tipo de documentos que ayuden al desarrollo de la misma.

- **De Campo**

La información que presenta la investigación de campo es primaria, teniendo como consecuencia conocimientos más reales sobre el problema, la técnica a utilizarse se basa directamente en la observación de campo.

- **Laboratorio**

Es la que se realiza en lugares apropiados o determinados, son generalmente construidos a propósito para ello. Este tipo de investigación ayudará a analizar muestras del estudio de campo y determinar sus componentes para dar una solución al problema.

A continuación se exponen la secuencia metodológica que describe brevemente los pasos que se siguieron para la culminación de este trabajo.

- **Recopilación de información**

La recolección de la información se relacionó con estudios realizados en el área cercana al proyecto e información básica de todo el sector parroquial, esta información fue facilitada por los gobiernos de turno como la junta parroquial de Sumaypamba, el departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Saraguro y demás departamentos adheridos a esta ONG.

Además se tomó como información, la geología base a nivel regional de la carta escalada a 1:100000 y la información brindada por la carta topográfica a una escala de 1:50000, la misma que sirve para la corroboración de estudios de campo más específicos.

- **Trabajo de Topografía**

Este trabajo se lo efectuó a escala 1:1000, los equipos para la realización de esta labor fueron la estación total Trimble GPS R4, equipo mediante el cual se levantó toda el área de trabajo, una vez concluido se realiza la digitalización del plano del lugar con ayuda de los software como son AutoCAD versión 2012 y ArcGis 9.3 y 10.

Para la realización del plano geológico se necesitó de la información física del lugar, para la obtención se describe los siguientes pasos: primero se procedió a la identificación geológica, estructural del lugar mediante la carta correspondiente (Saraguro), luego se identificó las formaciones que afloran en el lugar, el material que predomina, el tipo de roca común abundante y la litología, finalmente la corroboración especifica de materiales mediante la elaboración de una calicata a una profundidad de 2m en el centro del área considerada para el emplazamiento de la planta de tratamiento.

- **Determinación de las propiedades físico-mecánica de suelos**

La determinación de las propiedades físico-mecánica de los suelos se realizó siguiendo un protocolo de muestreo que claramente señala que las muestras son debidamente

tomadas y etiquetadas para su respectivo análisis, los parámetros que se analizan son contenido de humedad, análisis granulométrico, la clasificación mecánica por las normas AASTHO[15] y SUCS[16] (ver anexo.7) y los límites de Atterberg a una profundidad de cada 2m, en un total de 6m; gravedad especifica de sólidos, permeabilidad, SPT (sondeo de penetración Standar). Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de suelos ETSUELCON CIA. LTDA.

- **Muestreo de aguas**

Para el análisis de muestras de aguas residuales se recolectaron cuatro ejemplares, 2 por mes, las primeras fueron tomadas en el punto de descarga y las segundas a una distancia aproximadamente de 100 m de distancia. Siguiendo un protocolo de muestreo simple se describe que; primero se homogenizó los recipientes plásticos con el agua luego se procedió a recolectar la cantidad de 2 litros y posteriormente se las trasladó al laboratorio para su análisis con su respectiva cadena de custodia. Los resultados están descritos en cuadros y comparados con la Norma del TULAS y otras normas como el MSP y USPHS. Los cuadros y resultados constan en los anexos. (Anexo 9).

Métodos

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó el método científico el mismo que se basa en el estudio sistemático de la naturaleza, así como los procedimientos ordenados y racionales para lograr el objetivo especialmente para alcanzar la verdad y sistematizar los conocimientos. Además se puede complementar que la observación sistemática y la interpretación de resultados representan este método la cual ayudó a la conclusión de todo el trabajo investigativo.

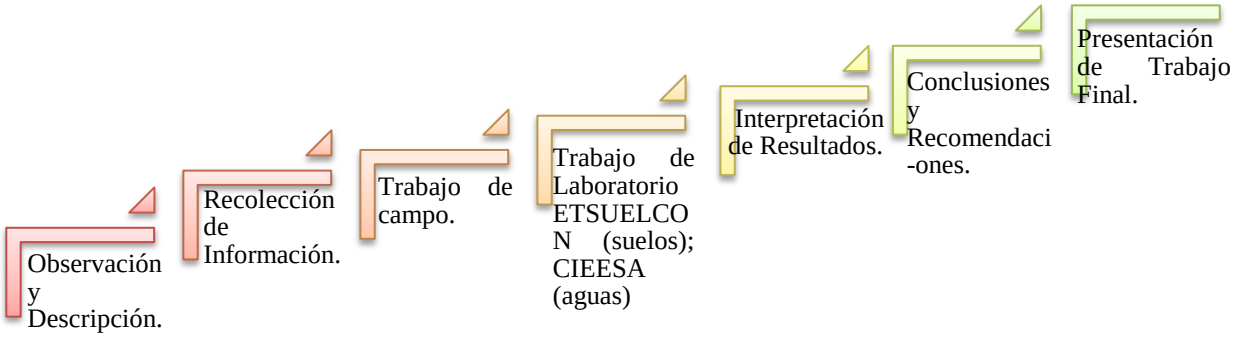
Por otra parte la observación directa al área de estudio constituyó como una técnica metodológica determinística y objetivista porque es de esta forma como se recolectaron datos, se ordenaron y analizaron.

[15] AASHTO= Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte.

[16] SUCS= Unified Soil Classification System.

A continuación se muestra una secuencia grafica que se siguió para la realización de este trabajo:

Grafico 1. Secuencia metodológica para el cumplimiento de objetivos.



Fuente: El Autor.

Seguidamente se detalla la metodología y los materiales utilizados para cada uno de los objetivos propuestos.

Para el primer objetivo:

- **Realizar el estudio geológico estructural a detalle en el área de emplazamiento para un sistema de tratamiento de aguas residuales.**

Para el cumplimiento de este objetivo se contó con el equipo topográfico para realizar el levantamiento del lugar trabajo que se representa a escala 1:1000, posterior a esto se detalla las posibles estructuras geológicas con la brújula, la determinación del tipo de roca sobre la cual estará emplazada la planta de tratamiento así como la clasificación de suelos que posteriormente se considerara en el siguiente objetivo, las grietas que puedan caracterizar las rocas sean estas sedimentarias (grietas de desecación) o roca consolidada. También se considera que es necesario determinar las características generales que se encontraron en el sector como por ejemplo lineaciones, oxidaciones y coloración de materiales, el reconocimiento de rocas y sus formaciones geológicas que caracterizan el área.

Con la ayuda de la carta geológica de Saraguro a escala 1:100000 (Año, 1973) se procedió a la ubicación de las Formaciones Geológicas y a corroborar el material descrito en el mapa con el de campo, la elaboración de una columna estratigráfica describe el material y potencia que pudo ser medida, además la coloración que presenta por el contenido de materia orgánica en las distintas potencias.

La realización de calicatas es otra de las labores que se contempla para el cumplimiento de este objetivo se la elaboró con el mismo fin, el de determinar y caracterizar el material in situ y establecer la geología del sector de estudio. Esta labor consistió en una excavación sobre el suelo con dimensiones que van de 1.50*1.50*2.0 m de profundidad, esto se lo realizó con la ayuda de herramientas manuales.

Materiales:

- Equipo satelital GPS Trimble R4.
- Brújula.
- Martillo geológico.
- Hoja topográfica de Saraguro escala 1:50000 y geológica de Saraguro escala 1:100000.
- Metro o cinta métrica.
- Herramientas básicas para la elaboración de calicatas como barreta y palas.

Para el segundo objetivo:

- **Analizar los componentes de la principal variable ambiental como agua y realizar la clasificación de suelo para el sistema de tratamiento de aguas residuales destinadas para riego.**

Para el cumplimiento de este objetivo la muestra es de agua, los análisis se los realizo en el laboratorio CIESSA Cía. Ltda., los parámetros que se requieren están basados principalmente en el texto unificado de legislación ambiental TULAS, libro VI anexo I que determina los ítems necesarios para el agua descarga de efluentes. Para la toma de muestras es necesario considerar que estas se receptan para cada sitio en particular y se

lleva a cabo principalmente en las áreas donde se identificó potencialmente la contaminación.

El número total de muestras tomadas fueron 4, dividas en dos muestras por mes. Los sitios de recolección se eligieron por el acceso y la facilidad de recolección, los puntos de muestreo está ubicada donde las condiciones de flujo facilitan mezclas homogéneas. Para la recolección de muestras se sigue un protocolo de muestreo que a continuación se expone:

Para la toma de muestras de agua se procede primero a la identificación de la subcuenca principal que se encuentra intervenida o contaminada, esta actividad se la realiza con la ayuda de una carta topográfica y con un GPS para la toma de coordenadas del sitio exacto de muestreo. Una vez realizado esta actividad se recolecta la muestra simple puntual identificándola correctamente para su análisis correspondiente.

Posteriormente se procede a recoger los patrones a ser analizados, para esto es necesario contar con recipientes plásticos que no alteren las muestras, así como también se utiliza guantes para que no haya contacto directo, la manera de muestrear es simple primero se empieza por homogenizar el frasco con el agua y luego recoger la cantidad de 2lit, y enseguida taparlo para que no haya mezclas de O2 y muestras sólidas del lugar, terminado este proceso se colocará al recipiente en un cooler (si fuera posible), sino tratar de mantenerlo a temperatura ambiente para que no haya alteraciones. La necesidad de utilizar preservantes no es necesaria puesto que la muestra se la analizó de inmediato.

A la muestra se le asigna luego una cadena de custodia (hoja de remisión), la persona responsable del muestreo debe llenar su parte correspondiente. El personal de laboratorio debe completar la siguiente información:

- Nombre de la persona que recibe la muestra.
- Número de la muestra.
- Fecha de recibo de la muestra.
- Ensayos por realizar.

Materiales:

- Recipiente de plástico limpio de 11/2 a 2 lit.
- Guantes.
- GPS.
- Carta topográfica
- Brújula
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica.
- Cinta.
- Marcadores.
- Hojas identificativas.

Muestra suelo.

El muestreo de suelo se lo realiza considerando parámetros básicos como si la extracción es manual o mecánica, considerar las potencias entre suelo y materia vegetal, y los recipientes donde se los colocará; también se toma en cuenta la nomenclatura sugerida por la norma AASHTO para una clasificación óptima de suelos para obras de ingeniería. Todos los ensayos son realizados por el laboratorio de suelos.

Consideraciones para tomar la muestra:

En primer lugar, siempre es bueno asegurarse que la herramienta de muestreo esté limpia, la muestra debe ser recogida a una profundidad de unos 60cm.

Se debe recordar que generalmente una muestra pesa aproximadamente 500 gramos, esto quiere decir una parte importante representativa del terreno del peso promedio de la capa superficial de una hectárea de suelo.

En general, son recomendables las siguientes profundidades como mínimo:

- Superficial, aproximadamente de 0-20 cm.
- Zona intermedia del perfil de suelo, aproximadamente de 20-50 cm.

- Zona profunda del perfil, aproximadamente >50 cm.

También es común tomar muestras aproximadamente en la parte media de cada tercio del perfil de suelo dependiendo de la profundidad de este.

Una vez que se haya tomado las muestras de suelo será colocada en fundas plásticas, como se trata de un ensayo físico mecánico no es necesario un tipo de recipiente especial pero si se debe de ver que esté limpio, a esto se suma la hoja identificativa en donde conste el nombre, laboratorio y fecha de muestreo. A esto se suma la necesidad de un pequeño ensayo para determinar materiales finos, la gravedad específica también se la ha considerado importante para este objetivo.

Materiales:

- Fundas para las muestras.
- GPS.
- Barreta.
- Metro.
- Marcadores.
- Hojas identificativas.

Para el tercer objetivo:

- **Determinar los parámetros geotécnicos que servirán para implementar a futuro el sistema de tratamiento de aguas residuales.**

Los parámetros geotécnicos están referidos a estudios elementales netamente de campo para la construcción a futuro de la infraestructura, para el cumplimiento de este objetivo los ensayos considerados son la realización de un ensayo SPT, es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas. Para la obtención de resultados es necesario contar con variables permanentes que contemplen número de golpes N necesario para hincar tramos de 15 cm, para determinar la

capacidad del suelo con respecto a su penetración dinámica. El peso con el que se hinca tiene una maza de 63.5 kg (140lib.) cayendo libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de golpeo o yunque.

Consecutivamente se considera de importancia la realización del ensayo a la compresión simple mediante la extracción de una muestra Shellby la cual se obtuvo a los primeros 2m de profundidad. Adicionalmente se ejecutaron: el ensayo de permeabilidad in situ, esta práctica experimental se la realizó en el mismo momento que se hizo el ensayo SPT, el procedimiento consta de hincar un tubo PVC de longitud de 1.65 m, a una profundidad de 1.50m luego se le aplicó agua hasta el borde esperando que esta sea absorbida por el material arcilloso hasta alcanzar un periodo de tiempo corto, también el determinar la gravedad especifica que se aplica a suelos y agregados finos cuenta como parámetro necesario para el cumplimiento de este objetivo. Las tablas y resultados de todos estos ensayos constan en el anexo 8. Los ensayos se los realizó en el laboratorio ETSUELCON CIA. LTDA.

Para los parámetros necesarios de una planta de tratamiento es necesario determinar los caudales de los efluentes de descarga, (la realización de esta actividad no es necesaria porque estos datos ya existen en el documento de Agua y Saneamiento MIDUVI 2011) tener presente el número de moradores, actividades económicas principales y recurso afectado por actividades antropogénicas, se considera que para la determinación del caudal se tuvo presente cada uno de los emisarios y puntos de descarga que se consideren representativos.

Materiales:

- Equipos de laboratorio en general para ensayos SPT.
- Cámara fotográfica.
- Book de notas.
- Tubo de 1.50 m de longitud de 3 pulgadas.
- 1 galón de agua de 9 litros.
- Reloj cronometrado.

7. RESULTADOS

7.1 Descripción General del Área de Estudio

Esta es una de las parroquias más nuevas del cantón Saraguro, fue creada mediante decreto ministerial N° 0083 del 19 de marzo de 2002, publicado en el Registro Oficial N° 556 del 16 de abril de 2002. Actualmente la parroquia cuenta con un total aproximado de 150 familias que viven en este sector.

Figura 4. Iglesia de Sumaypamba ubicada en el centro parroquial del sector.

Caracterizada por ser un lugar en donde la mayor parte de los habitantes viven de la agricultura, con una temperatura de los 22 a los 26 °C, esta parroquia ha logrado tener algunos de los servicios básicos como alcantarillado y agua, servicio de telefonía celular y fija así como el servicio de televisión de CNT, actualmente este sector trata de desarrollarse poco a poco con las gestiones que realizan las autoridades parroquiales y el gobierno autónomo descentralizado de Saraguro. En la actualidad el presidente de la junta parroquial es el Sr. Segundo Cedillo.

7.1.1 Accesos

La parroquia de Sumaypamba se encuentra constituida por 6 barrios, está conectada por la Vía Interparroquial Sumaypamba por el puente de Guascachaca que une a Santa Isabel, esta es una vía de tercer orden constituida con una capa de rodadura de lastre que pasa por el límite de la provincia de Loja a 80 Km desde Saraguro con El Azuay,

conectándose a la vía Girón-Pasaje, constituyendo una alternativa de acceso para quienes se encuentren fuera de la parroquia y de esta provincia.

Para viajar a dicha parroquia existen tres alternativas frecuentadas de acceso, una por la vía que conduce Saraguro-Tenta-Celén-Selvalegre-Manú-Sumaypamba que se encuentra a 140 Km, otra alternativa consta de la trayectoria por la vía Saraguro-Tenta-Celén-Selvalegre-LLuzhapa-Las Cochas-Sumaypamba y otra por la vía Saraguro-Oña-La Paz- la Ye de Cuenca (desvío de Cuenca a la Costa)-Santa Isabel-Sumaypamba, con una distancia de 170Km de la cabecera cantonal.

7.1.2 División Política

Sumaypamba pertenece al cantón Saraguro, la mencionada parroquia limita: al Norte y Este con la provincia del Azuay; al Sur con la parroquia de Manú; y, al Oeste, con la parroquia de San Sebastián Yúluc. En cuanto a la división política de la parroquia Sumaypamba se divide en los siguientes barrios rurales: Guisaseo, Udushe, Mostazapamba, Uchucay, Las Playas y la parroquia urbana de Sumaypamba. (PDOT, 2011)

7.1.3 Localización Geográfica

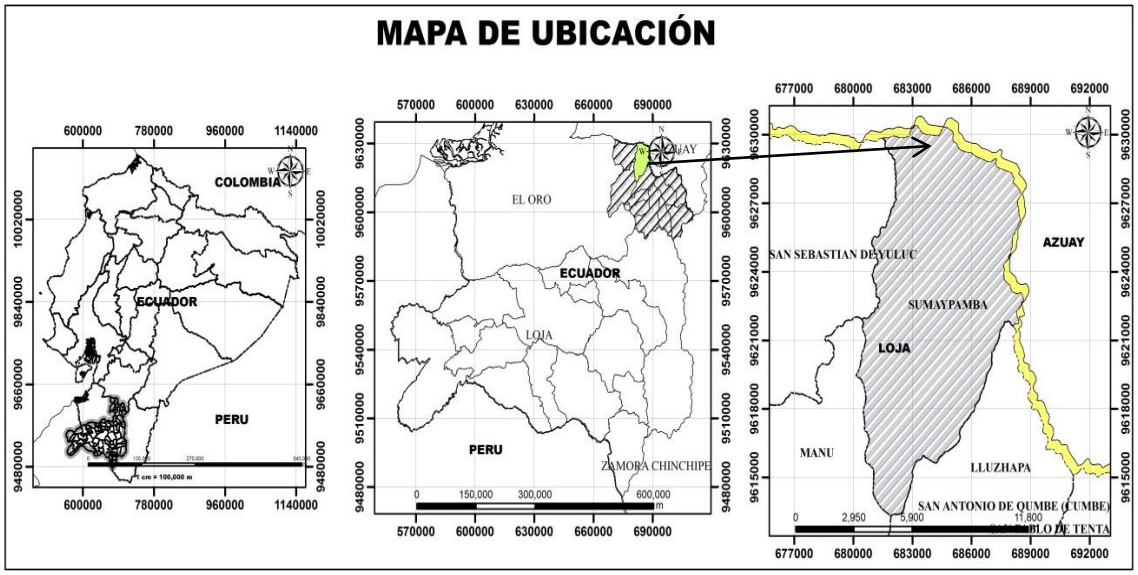


Figura 5. Mapa de ubicación del sector de estudio**.** (Fuente: El Autor)

Este sector es el límite entre la provincia del Azuay y El Oro. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 3°20’59,02” de Latitud Sur y 79°20’40,29” de Longitud Oeste, y sus coordenadas rectangulares son: X=683359, Y=9628856, Z=1088.

Altura: Regionalmente existen alturas que van de 900 a 3000 m s.n.m.

Superficie: La extensión aproximada es de 71,77 km².

7.1.4 Topografía

Topográficamente esta área corresponde a un valle sedimentario, las alturas que se evidencian no sobrepasan cotas mayores, las lomas como Cerro Marcoloma, Cerro Arcallama, Cerro Ñuñurco, ubicados al sur de Sumaypamba poseen elevaciones que van desde los 1200 a 2000 m s.n.m, el Cerro La Cria, Cerro Chonshola y Cerro Cunduramuna ubicados en dirección sureste presentan altitudes que van desde los 1600 a 2000 m s.n.m, constando como las principales elevaciones y las que conforman la cuenca del Rio Jubones en esta orientación.

Figura 6. Topografía y pendientes del lugar de estudio, área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El sector de Sumaypamba por constituirse un área que pertenece a la cuenca del rio Jubones con todas sus contribuyentes, es considerada de origen sedimentario, posee una topografía que describe alturas específicas de 900 a 1200 m s.n.m.

La cuenca del rio principal que bordea esta zona de la provincia de Loja consiste de tierras altas y bajas localizadas en la parte nororiental de este sector, las elevaciones que caracterizan Sumaypamba son bajas lo cual deja notar claramente que está asentado sobre un valle, caracterizado principalmente por la presencia de colinas bajas a medianas y los relieves montañosos que se dejan notar principalmente en los bordes del rio y la otra parte montañosa con dirección sureste y suroeste es evidente.

La amenaza por deslizamientos son nulos, la mayor parte de pendientes son suaves a bajas y la vegetación de un clima cálido-caliente a semidesértico-seco, en la parte inferior de esta población existen pendientes pronunciadas y denudadas pero muy alejadas de la localidad.

El sistema orogénico se encuentra desarrollado sobre el Grupo Ayancay caracterizado por constituirse de arcilla, conglomerado y arenisca tobácea, en dirección NO y SE, pasa por materiales volcánicos perteneciente a la Formación Saraguro y parte de la Formación Chinchillo que presenta materiales como tobas y tobas riolíticas además de andesita, conformando zonas de denudación a lo largo de toda la cuenca hidrográfica.

7.1.5 Uso actual del Suelo

Sumaypamba se caracteriza principalmente porque parte de los suelos está dedicada a la agricultura. El uso actual del suelo está utilizado potencialmente por cultivos de ciclo corto que se evidencia con facilidad. Al realizar un análisis visual de la producción agropecuaria se analiza que su actividad está principalmente centrada en la producción de hortalizas, legumbres y a la cría de animales menores.

Por otro lado la mayor parte de suelos se encuentran meteorizados, la presencia de material vegetal es escaza, las altas temperaturas y los vientos fuertes y cálidos hacen que los afloramientos de rocas especialmente de conglomerados y limolitas estén expuestos y la erosión sea continua y rápida, estos suelos se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Pertenecientes al orden de suelos clasificados como Alfisol y Entisol abordan parcialmente el área de Sumaypamba estos suelos presentan profundidades que van desde 1 a 30 m. (Fuente: PDOT 2011).

7.1.6 Clima e Hidrología

Figura 7. Cuenca de Rio Jubones. (Fuente: PDOT, 2011)

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT, 2011) describe que el clima pluviométrico es del tipo Semiárido, con precipitaciones moderadas. La temperatura media multianual es de 24° C, la misma que determina una distribución del tipo isotérmico. La clasificación climática corresponde al tipo Estepa Seca Tropical Árida o Semiárida, con lluvias en verano; con régimen de temperatura isotermal, siendo sus promedios superiores a 18° C., además, posee una estación seca no bien definida, con una capacidad de evapotranspiración moderada (3.35 mm / día), sus rangos altitudinales van de 600 a 1800 m s.n.m., su temperatura anual es de 16º a 24° C, con una precipitación entre 500 y 1000 mm/por año de lluvia.

El período de invierno se inicia a finales del mes de diciembre y termina el mes de abril, el resto de meses del año corresponden a la época de verano en donde también se presentan precipitaciones esporádicas.

Con la parte hidrológica la cabecera parroquial de Sumaypamba forma parte de la Cuenca alta del Río Jubones, pertenece a la Sub cuenca del Río Uchucay, dentro de la jurisdicción de esta parroquia, según SENPLADES (2011), describe las siguientes microcuencas: Río Uchucay, Quebrada del Corral, Drenajes Menores del Río Jubones, Quebrada Cajamarca, Q. Cercano, Q. San José, Q. Sabanilla, y Q. Lomacucho.

7.1.7 Servicios Básicos e Infraestructuras de Importancia

Según los datos obtenidos por la junta parroquial mediante un censo realizado en año 2013, describen los espacios físicos de mayor importancia.

Figura 8. Iglesia de la Inmaculada Concepción.

Este sector cuenta con una iglesia considerada como el centro de Sumaypamba fundada en el año 2002, toda la construcción es de hormigón armado se encuentra en óptimas condiciones; actualmente se están realizando modificaciones.

Figura 9. Subcentro de salud ubicado en el centro de la parroquia.

Otra infraestructura de importancia para este sector es el Subcentro de salud, ubicado en el centro de esta parroquia cerca de la iglesia, este es el único lugar que presta atención médica a todos los moradores y barrios contiguos.

Figura 10. Tanques de agua tratada ubica en la parte superior de la Parroquia.

Los tanques de agua de la que se abastece este sector se ubica en la parte suroccidental de Sumaypamba, abastece cerca de 1500 personas es decir a la cabecera parroquial y parte de sus barrios. Aproximadamente (150 familias) una gran parte de las personas son la que cuentan con el servicio.

- **Vías de comunicación**

Para viajar a Sumaypamba existen vías que conectan Loja-Saraguro-Sumaypamba, otra alternativa que conecta Loja-Saraguro-Ye de Cuenca-Santa Isabel-Sumaypamba que se constituye como una vía de primer orden tanto para los que se encentran fuera del cantón y de la provincia.

- **Clima**

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2011) describe temperaturas promedio de 23 °C, las estaciones climatológicas no son bien definidas, hay épocas secas entre Mayo y Enero, mientras que entre Febrero y Abril llueve esporádicamente.

Aspecto Económico

- **Actividades Económicas**

Los pobladores de estos barrios en su mayor parte basan su economía en la agricultura y cosecha de cultivos rápidos, principalmente cebolla, pimiento y maíz como lo muestra la gráfica siguiente:

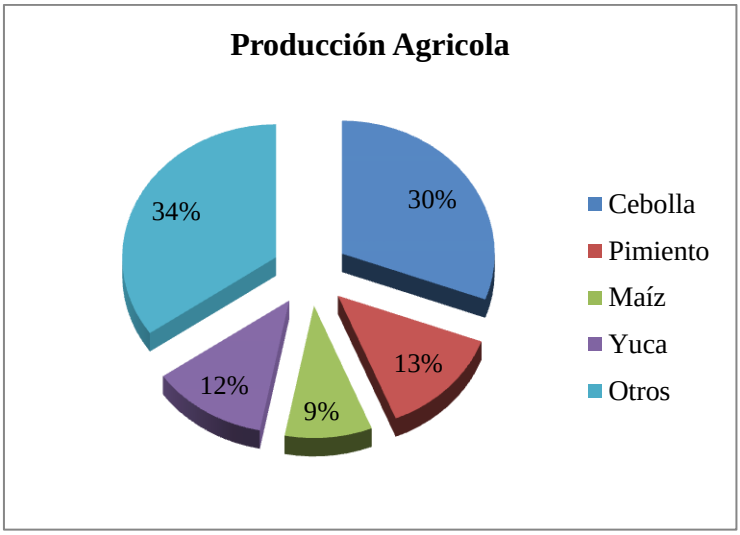


Figura 11. Análisis cuantitativo de los principales productos del sector. (Fuente: P.D.O.T. 2011)

Los productos que más se cosechan y comercializan ocupan el 30 y 13 % del total de producción, el 34% lo ocupan productos como: tomate de riñón, fréjol y granos en general producidos en menor cantidad y en temporadas donde el clima lo permita.

Aspecto Social

- **Locales Públicos**

Existe una Iglesia en el Parque central, Oficinas de la Junta Parroquial, Centro de Salud del MSP, Guardería infantil del MIES, Escuela Fiscal Mixta Orillas del Jubones, y el Colegio a distancia Asdrúbal Astudillo que actualmente no funciona, una sala auditorio para las reuniones de la comunidad junto a la iglesia que pertenece a las autoridades eclesiásticas. El edificio de la Junta Parroquial se encuentra en construcción hasta la actualidad, además es importante tener en cuenta el área de mercado que es utilizada para la comercialización de los productos agrícolas.

- **Servicios Públicos**

Se dispone de energía eléctrica del sistema nacional interconectado, así como servicio de telefonía fija de CNT, y cobertura de las tres operadoras de telefonía móvil.

Para su movilización, la población dispone de transporte Interparroquial - intercantonal hacia Saraguro y Loja y hacia Santa Isabel en Azuay. Además se nota la presencia de una cooperativa de ahorro y crédito (COOPERA) que en su debido momento funcionaba.

- **Sistema de Agua Potable**

La población dispone de un sistema de agua potable construido por el FISE en el año 2003, el que consta de una captación del canal de riego, red de distribución existente y una estación de bombeo mismo que impulsa el agua cruda hacia la planta de tratamiento. El sistema cuenta con medidores para el pago de la tarifa por consumo, la cobertura del sistema es del 100% de la población pero su uso se encuentra muy restringido por la falta de agua en la fuente de abastecimiento al permanecer seco hasta por semanas a lo largo de todo el año, ya que se trata de una zona semidesértica y los pobladores aguas arriba hacen uso de las aguas para riego de todo su caudal.

- **Sistema de Alcantarillado**

El Gobierno municipal construyó un sistema de alcantarillado sanitario en el año 1981 cuya cobertura era del 30% del centro poblado. En la actualidad el sistema se encuentra con daños y su funcionamiento esta solo para la parte central de esta parroquia. La ampliación del sistema de alcantarillado es una de las alternativas importantes actualmente pero lo que mayormente interesa es el tratamiento que estas deben tener.

7.2 Estudio Geológico-Estructural

7.2.1 Geología Regional

La información geológica fue consultada de la hoja geológica de Saraguro a una escala 1:100000 de año 1973; la comprobación de la geología local se describe posteriormente con la información recolectada mediante la realización de una calicata y un sondeo SPT.

El área de Saraguro se encuentra en la sierra Austral del Ecuador. El terreno es montañoso con altitudes que varían entre los 1000 y los 3000 m s.n.m la divisoria continental se encuentra en el borde oriental de la hoja y el drenaje se dirige en

dirección oeste por el Rio Jubones hacia el Océano Pacifico y al este por el Rio Shincata hacia el Océano Atlántico. Lluvias y temperaturas moderadas a través del año sustentan una ligera vegetación con pocos árboles, excepto por la jungla en los declives orientales de la sierra. La carretera panamericana atraviesa el área de norte a sur y un camino de verano que une Saraguro con Manú.

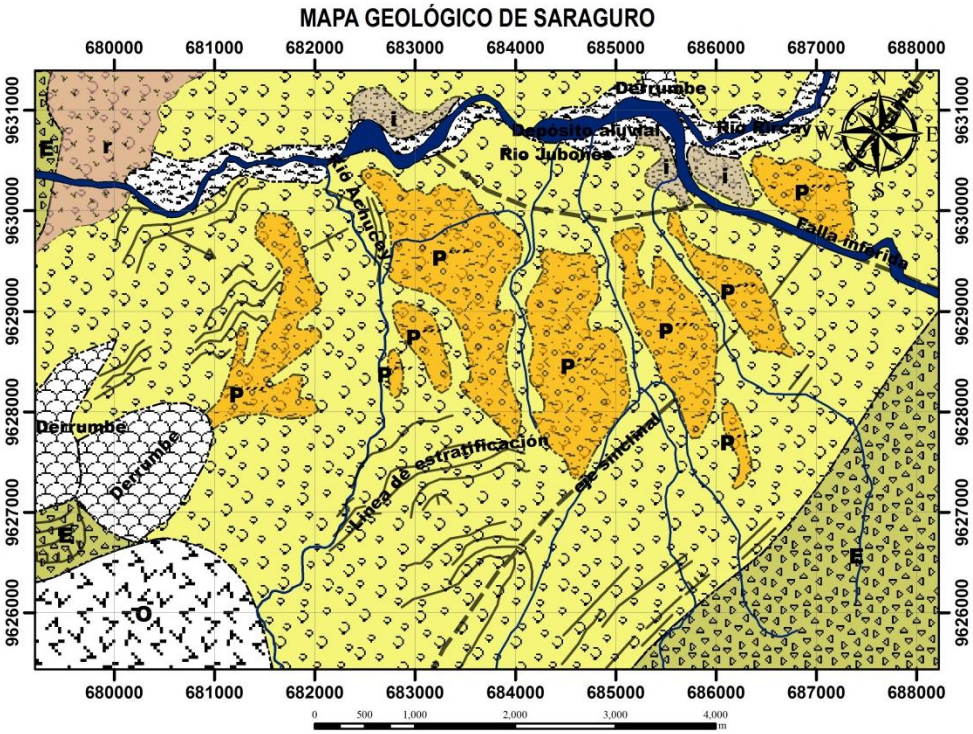


Figura 12. Geología Regional Sumaypamba, cantón Saraguro. (**Fuente:** Carta Geológica Saraguro, IGM 1973 escala, 1:100000)

Las rocas predominantemente son de tipo volcánicas, sin embargo al sur también se encuentran dispersos afloramientos de rocas metamórficas. Los sedimentos están extendidos en las depresiones de Habón y Jubones.

El cantón Saraguro se caracteriza porque la mayor parte de este, se encuentra constituida por rocas volcánicas ciertamente meteorizadas, pero las formaciones que caracterizan esta zona de la Provincia de Loja se describen a continuación:

Formación Saraguro (? Eoceno):- Aflora en los valles de terrenos profundamente disectados, siguiendo los ríos León, Paquishapa, Tenta y Jubones. Estratos de lava y

piroclastos se alternan en esta formación de capas gruesas. Los piroclastos varían desde tobas de grano fino a aglomerados muy bastos, pero lo más común es una toba masiva aglomerática de color amarillo en estratos de 50 a 100 m de espesor y que forman escarpas prominentes en los alrededores de Saraguro. Cerca de esta población afloran: tobas arenosas, tobas de grano fino con bandeamiento multicolor y lentes de conglomerado. Las lavas interestratificadas son andesitas porfiríticas. En Lomo Shio al suroeste de Oña hay sedimentos clásticos bastos bien estratificados. Al norte de Oña estratos de Ignimbritas (toba volcánica conglomerada o conglomerado volcánico formado por acumulación de fragmentos de rocas volcánicas de forma y tamaño diversos) forman riscos sobresalientes. Estas Ignimbritas blanca-rosácea varían en composición entre riolita y dacita y están caracterizadas por cavidades lenticulares orientadas paralelamente a la estratificación. En láminas delgadas se encuentran fragmentos de cuarzo, sanidina, andesina y biotita suspendidos en una matriz sub-vítrea que contienen abundantes fragmentos vítreos.

La formación Saraguro descansa discordantemente al este sobre la serie Zamora y al oeste sobre la formación Piñón. Se encuentra suavemente plegada y sus ejes siguen rumbos N y NE, la estructura sinclinal del Rio León es la que más sobresale. Se estima que el espesor máximo de esta formación llega a los 3000 m dentro del área del cantón.

Formación Chinchillo (? Oligoceno):- Conforma la Cordillera Alta de Chilla, consiste principalmente de lavas con algunos estratos de piroclastos. Las lavas son riolíticas y andesitas porfiríticas con abundantes fenocristales de cuarzo en las primeras.

Entre los piroclastos predominan las tobas, Ignimbritas Andesítica fue reportada cerca de Manú. A unos 3 km, al oeste de Celén estratos no fosilíferos de lutitas negras se encuentra intercaladas en los volcánicos. La estratificación se presenta a escala masiva, en Cerro Negro con pendientes de 25° hacia el oeste, pero generalmente los buzamientos son menores y el afloramiento en su totalidad adopta la forma de un amplio sinclinal con eje N-S.

La formación Chinchillo parece descansar concordantemente al este sobre la formación Saraguro y a lo largo de su borde occidental yace discordantemente sobre la formación Piñón. Su espesor se ha estimado en 1500m.

Depósitos superficiales: Aluviones y terrazas se encuentran restringidos al área de sustratum sedimentario, a lo largo del Rio Jubones. Los derrumbes son bastante numerosos, particularmente en la formación Saraguro; y algunos se extienden sobre varios kilómetros. Los depósitos coluviales se encuentran siguiendo las laderas del valle del Rio León**.**

Intrusivos: Hay muchos intrusivos graníticos dentro de la formación Chinchillo. El lecho del Rio Nicolás, al este de Manú es un granito moscovita-biotitico, homogéneo, de grano medio a grueso. Sin embargo en ciertos lugares este contiene abundantes vetas de material cuarzo-feldespático que dan a la roca una apariencia gnéisica. Una riolita blanca, distintiva, se encuentra dentro de la formación Saraguro en el valle del Río Jubones.[17]

La geología regional también se caracteriza por contener las formaciones como Uchucay esta consiste principalmente de arenas finas y conglomerados, con potencias de 50 m, presenta estratificaciones y buzamientos con dirección al norte. Esta formación descansa discordantemente sobre el Grupo Ayancay que también contiene material sedimentario como areniscas tobácea, arcillas castañas y lodolitas. En ocasiones se puede presenciar estratificaciones cruzadas de arenisca ciertamente con contenidos de conglomerados.

7.2.2 Geología Local

La parroquia de Sumaypamba pertenece al cantón Saraguro, los materiales que predominan principalmente son de origen sedimentario, se describen desde conglomerados a materiales como areniscas, lodolitas, entre otros. La formación que se distingue para esta área es la formación Uchucay y el Grupo Ayancay.

[17] Geología Regional: Tomada de la carta geológica del IGM (Instituto Geográfico Militar; escala 1:100000, Año 1973)

a) b)

Figura 13. Geología del lugar de estudio caracterizado por la presencia de arcillas limolita pertenecientes a la formación Uchucay, a) presencia de vetas de oxidación de 0.3 a 0.5 cm en material arcilloso, b) arcilla que presenta un buzamiento de S45°E.

Formación Uchucay.:- (Pleistoceno) Se encuentra definida aquí como una delgada secuencia sedimentaria expuesta en el valle del Río Jubones. Consiste principalmente de arenas finas y conglomerados, en lechos de 2 a 4 metros de espesor, alcanzando en su totalidad los 50 m, la estratificación es subhorizontal o presenta buzamientos suaves hacia el norte. Esta formación descansa discordantemente sobre el grupo Ayancay.

Grupo Ayancay:- (Mio-plioceno) Se presenta como afloramiento casi continuo que se extiende hacia el suroeste desde la cuenca de la ciudad de Cuenca, donde se ha establecido una edad miocena para su parte inferior. Consiste principalmente de areniscas tobáceas, arcillas castañas y lodolitas. Las areniscas presentan estratificación cruzada y gradúan de asperón a conglomerado. Los estratos tienen una apariencia volcánica aunque provienen en gran parte de la formación Saraguro.

El grupo Ayancay se encuentra plegado, conformando un sinclinal asimétrico cuyo eje se orienta NE-SW, los estratos del flanco sureste presentan buzamientos fuertes. Descansa discordantemente sobre la formación Saraguro y se estima su espesor de 1500m.

La geología del sector de Sumaypamba es de tipo sedimentario caracterizada por estar principalmente constituido por capas de areniscas, conglomerados, y arcillas. De edad

del mioceno perteneciente al grupo Ayancay que constituye todo el sector; al contorno de esta parroquia pasa el Rio Jubones que posteriormente tomará el nombre de Rio León al límite con la provincia del Azuay.

Como lo presenta la figura 13 contiene vetillas de óxidos de dimensiones de 0.3 a 0.5 cm en dirección de la estratificación, la arcilla presenta cierta cantidad de material fino y una coloración amarillenta clara, asimismo la presencia de arenisca con intercalaciones de vetillas de yeso que van de 0.02 mm a 0.03 mm en finas capas pertenecientes a esta formación. (Ver anexo 1 descripción de afloramientos).

Los depósitos coluviales son evidentes, las condiciones climáticas favorecen para que en los contornos de la vía sean incuestionables, el basamento sobre la cual está asentado este sector es prácticamente arcilloso, en ocasiones se evidencia afloramientos de rocas sedimentarias consolidadas como limolitas lo cual confirma la indudable idea de su formación característica de toda esta área.

- **Coluvial**

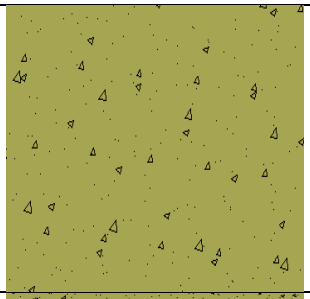
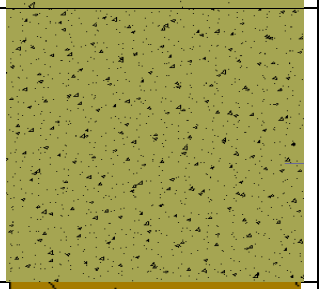
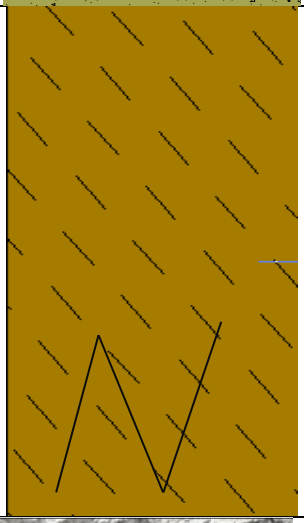
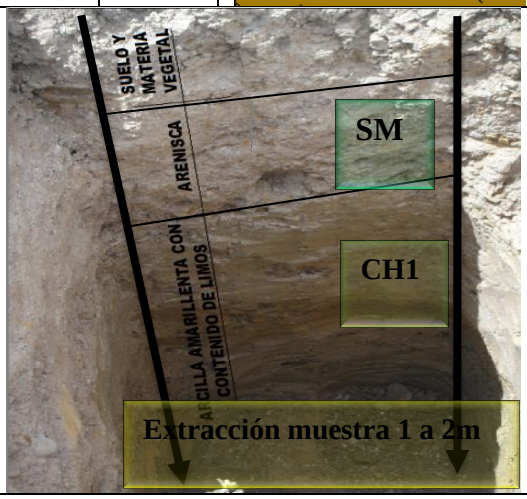
El material coluvial presente en la zona de estudio se debe a que Sumaypamba forma parte de la cuenca del Rio Jubones, los afloramientos describen potencias considerables de conglomerado, arcillas, la presencia de cantos rodados van de 0.15 a 0.30 m estos depósitos se asientan sobre la Formación Uchucay.

- **Suelos Residuales**

El sector de estudio se encuentra cubierto en partes por suelos residuales (suelo formado en épocas anteriores y bajo condiciones climáticas distintas y que posee características en consonancia con las mismas), los lugares que se encuentran en esta etapa son cubiertas por vegetación escaza y por sembríos, en lugares donde por efecto de meteorización y erosión, se observan claramente zonas denudadas y escarpadas.

A continuación la elaboración de la columna estratigráfica del lugar evidencia la disposición de estratos, potencia y tipo de material característico del área:

Tabla 2. Columna estratigráfica y clasificación del suelo del lugar de estudio.

Calicata 1: Profundidad de 2m					
Profundidad (m)	**Niveles**	**Columna Litológica**	**N.F**	**Descripción Litológica**	**ID suelo**
0.30m	1		S I N	En los primeros 30cm no existe cambio de material, la parte vegetal predomina en combinación con el suelo. Contiene alto porcentaje de materia orgánica, presenta una coloración oscura.	--
0.20m	2		P R E S	Se presenta una capa de arenisca intercalada con vetillas de yeso de 0.02mm, caracterizada por su color claro. Ciertamente a una profundidad de 50cm existe presencia de materia vegetal.	SM
1.50m	3		E N C I A	Presencia de arcilla plástica con contenidos de limos de coloración amarillenta y con un buzamiento de 45°. La humedad natural es evidente, las paredes de la calicata son estables, las grietas de desecación son evidentes a medida que este material arcilloso pierde agua.	CH1
				Calicata realizada a 2 m de profundidad con la que se hizo el reconocimiento de material y medir la potencia de cada estrato para la elaboración de la columna estratigráfica.	

7.2.3 Geología Estructural

La Sierra del Ecuador está separada de la zona subandina del Oriente por una importante zona de cabalgamiento. El límite Occidental es morfológicamente la base de las estribaciones de Los Andes, el que desaparece debajo de los depósitos aluviales de la región costanera. La región de la Sierra en su totalidad es tectónicamente muy compleja, pero puede ser dividida en sub-provincias estructurales.

La estructura de importancia es reconocida como falla inferida, atraviesa una parte de la cuenca Jubones desde el cerro Cunduramuno hasta los depósitos aluviales en dirección Noroeste (NW), además las líneas de estratificación son evidentemente pronunciadas los buzamientos son suaves, las estratificaciones inclinadas van de 5 a 30°. A lo largo del grupo Ayancay se observa un eje sinclinal en dirección nororiental, claramente se observa que la estratificación se encuentra intervenida por una falla inferida cortándola en dos secciones con una misma dirección.

Las estructuras están caracterizadas por la presencia abundante de rocas de origen sedimentario, éstas se encuentran conformando parte de la cuenca principal y de toda el área de Sumaypamba. La estratificación presenta una dirección noroeste que a lo largo del Rio Jubones se puede evidenciar, además existen potencias que van de 0.50 a 2 m, los materiales sedimentarios en esta zona determinan contactos bien definidos y diferenciados.

En superficie no se ha comprobado estructuras importantes, ni tampoco lineamientos que puedan ser considerados como fallas, lo que se puede evidenciar son las estratificaciones y buzamientos suaves presentes en el área de estudio.

Estructuras geológicas

En el área del proyecto no se observan estructuras importantes, lo que predomina son los afloramientos de arenisca, conglomerados, lodolita y limolita, las grietas de desecación presentes en el material arcilloso son evidentes en la superficie de todo el sitio de estudio. Las estructuras que se evidenció, se describen como:

- **Pliegues**

La presencia de pliegues específicamente no es evidente en el sitio de estudio, estas estructuras se encuentran principalmente en los contornos aflorantes del rio en donde claramente se puede observar los anticlinales y sinclinales.

- **Fallas**

En el marco geológico estructural regional se encuentra un único sistema de fallamiento en dirección NW siendo concordante con la cordillera Real de los Andes que no afecta de ninguna manera a Sumaypamba. Se puede justificar que esta estructura atraviesa contactos de material tanto sedimentario como de formaciones volcánicas.

- **Estratificación**

La formación de estratos con cierta inclinación se comprobó mediante la calicata, las potencias definidas de material como arenisca, limolita, determinan su ambiente de formación. La estratificación presenta contactos bien definidos de material como limolitas, conglomerados y de material limo-arcilloso que presenta buzamientos de 45° en el área de estudio. Como se puede observar en el anexo 3.

Generalmente a nivel regional existen plegamientos cuyos ejes tienen rumbo NE-SW en el grupo Ayancay y en la formación Saraguro, siguiendo el rio principal mantienen la misma orientación que las zonas de deformación cataclástica en el granito metasomático de Tres Lagunas, señalando así una importante dirección estructural. Los plegamientos en la formación Chinchillo y en la formación Saraguro siguiendo el Rio Tenta son más suaves, manteniendo sus ejes un rumbo N-S, el fallamiento es común sin que haya una orientación particular dominante a pesar de que la formación Saraguro presenta granito altamente fisurado.

Superficie de Erosión: Sobre la divisoria continental, al este de Saraguro y a una altitud de 3300 msnm se encuentra una superficie de erosión que cubre alrededor de 80 Km^2. Aquí el Rio Shincata sigue un curso divagante formando los meandros típicos del estado más antiguo en el ciclo de erosión; se presentan también vestigios de aluvión.

En el sector de Sumaypamba la superficie de erosión también es evidente a lo largo de la carretera que conduce a su salida hacia los sectores de Las Cochas, Mostazapamba y otros puntos. La mayor parte del terreno (>50%) está expuesto a ser erosionado ante una fuerza o mecanismo erosivo es decir que puede ser meteorizado por el esfuerzo cortante del agua y del impacto directo de las gotas de lluvia.

Presencia de grietas de desecación:- Es evidente que los tipos de arcillas presenten este tipo de estructuras, el área de estudio caracterizado por la abundante presencia de este material presenta grietas de desecación que van de los 0.05mm a 0.1cm esto se evidencia cada vez que el material está en exposición y cuando anteriormente ha sido saturado de agua y ha perdido la humedad natural por la temperatura. (Ver anexo 2).

Los afloramientos que se evidenció se ubican al contorno del área de estudio, a continuación se detallan:

Tabla 3. Afloramientos Georeferenciados para material de origen sedimentario.

Afloramiento	Tipo de material	Buzamiento	Observaciones	X	Y	Z
1	Arcilla limosa	S45°E	Con presencia de vetillas de óxidos.	683320	9629305	1054
2	Arcilla limosa	S45°E	Con presencia de vetillas de óxidos.	683258	9629226	1056
3	Arenisca	----------	Con presencia de vetillas de yeso.	683249	9629340	1045
4	Conglomerado	----------	Presente de manera dispersa.	683320	9629360	1040
5	Lodolita	----------	Con presencia de materia vegetal.	683238	9629211	1048

Fuente: El autor.

7.2.4 Geomorfología

El sector de estudio está conformado por importantes relieves montañosos que forman parte de la cordillera de Real de los Andes, estas elevaciones no sobrepasan cotas de los 2000 m s.n.m y también hay la presencia de asentamientos coluviales del Rio Jubones con elevaciones de 1200 m, además en sus laderas y quebradas se evidencia la prematura e irreversible erosión y meteorización.

Figura 14. Geomorfología del sector, caracterizado por la presencia de coluviales perteneciente la cuenca del rio Jubones.

El área de Sumaypamba se encuentra geomorfológicamente constituida por colinas medianas, es evidente ya que se comprueba por las alturas que van desde 900 a 1200 m.s.n.m. A pesar de ser una parroquia que prácticamente consta dentro de una cuenca sedimentaria presenta una geomorfología que está subdividida, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT, 2011) clasifica en cinco categorías: las colinas medianas representan el 20,69% de la superficie de la parroquia, y ocupan una superficie de 1882,43 hectáreas, el relieve escarpado representa un 44,54% (4052,06 ha), el relieve montañoso representa el 12,93% (1176,51 ha), las vertientes cóncavas, representan el 1,86% (169,90 ha), y finalmente las vertientes irregulares representan el 19,95% (1815,48 ha).

7.3 Muestreo y Clasificación de Suelo

En la obtención de muestras se recolectó partes representativas del terreno a partir del cual se realizó el reconocimiento. El procedimiento es sencillo se lo ejecuta mediante un tubo testigo partido con características que se detallan a continuación:

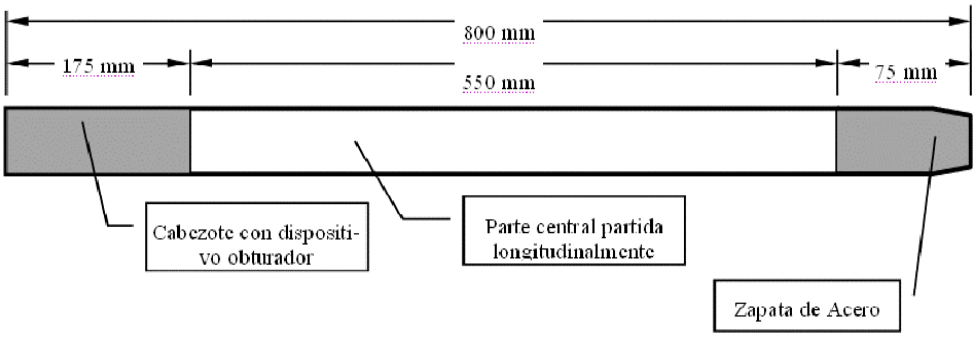


Figura 15. Tubo partido obtención de muestras. (Fuente: Collazos, Carlos, et all. 2006. Ensayo de Penetración Estándar. Geotecnia)

Los resultados obtenidos en laboratorio muestran el tipo de suelo presente en el área de estudio. La clasificación presenta las deducciones de cada ensayo determinando las propiedades físico-mecánicas de los suelos, a continuación se describe cada una de las muestras comprobadas.

Figura 16. Extracción de muestras mediante un tubo partido.

7.3.1 Clasificación de suelo

La descripción de los suelos se realizó a partir de las muestras inalteradas obtenidas de la exploración directa mediante el sondeo SPT, la clasificación se lo efectuó por la

norma AASHTO y SUCS, las muestras se recolectaron a una profundidad a cada 2 m, a continuación se exponen los resultados:

Tabla 4. Resultado del análisis geotécnico de suelo.

Muestra de calicata		**Coordenadas UTM (WGS84)**		
		683254	9629280	1050
		Profundidad		
		2 m	**4 m**	**6 m**
Parámetros				
Contenido de humedad		36.30%	30.58%	30.15%
Granulometría	Grava	0%	0%	0%
	Arena	1%	2%	3%
	Finos	99%	98%	97%
Limite liquido		88%	92%	84%
Limite plástico		22%	24%	17%
Clasificación SUCS		CH1	CH1	CH1
Clasificación AASHTO		A-7-6	A-7-6	A-7-6

Fuente: El autor

Los resultados describen el tipo de suelo de acuerdo a la norma que lo clasifica, el material predominante es de granulometría fina, más de la mitad pasa por el tamiz n° 200, catalogado como limo y arcilla la norma SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) ubica a este tipo de rocas sedimentarias dentro del grupo que posee un límite liquido alto mayor al 50%, con la denominación CH, se constituye como arcillas inorgánicas de plasticidad elevada o arcillas grasas con una resistencia a la disgregación (seco) de alta a muy alta. Los porcentajes promedios para materiales finos muestran valores que van de 97 a 99% y de 1 a 3 % para materiales como gravas y arenas. En conclusión la infraestructura estará emplazada sobre una base limo-arcillosa que presenta una humedad natural relativamente estable.

Además se considera determinar el índice de plasticidad para la comparación de humedades a distintas profundidades, teniendo en cuenta que esto no es más que una

diferencia entre los límites líquido y plástico. Esto se aplica a todos los ensayos realizados a cada 2 m.

Para la determinación del índice de plasticidad se considera la expresión siguiente:

IP= diferencia de los límites de Atterberg. (Fuente: BOWLES, Joseph. 1980. Manual de mecánica suelos.)

La interpretación de los resultados muestra que a medida que se profundiza, el contenido de agua intersticial disminuye, los materiales se comportan de manera plástica. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 5. Parámetros de clasificación general de suelo.

Profundidad (m)	**Clasificación SUSC**	**Clasificación AASTHO**	**Descripción**	**Índice de plasticidad**	**Contenido de Humedad**
0-1	CH1	A-7-6	Arcilla de Alta Plasticidad	66.00 %	36.30%
1-2			Arcilla de Alta Plasticidad		
2-3	CH1	A-7-6	Arcilla de Alta Plasticidad	68.00 %	30.58%
3-4			Arcilla de Alta Plasticidad		
4-5	CH1	A-7-6	Arcilla de Alta Plasticidad	67.00 %	30.15%
5-6			Arcilla de Alta Plasticidad		

Además se considera determinar el contenido de humedad del terreno, esto no es más que el peso del agua presente en una cantidad de sólidos representativos, la expresión siguiente ayuda a establecer este parámetro:

$$W = 100\left(\frac{Ww}{Ws}\right)$$

(Fuente: BOWLES, Joseph. 1980. Manual de mecánica suelos.)

Cada uno de los resultados refiere a la cantidad de agua que contiene cada muestra tomada a diferente profundidad. En la figura siguiente se grafica la curva que relaciona profundidad y porcentaje de humedad.

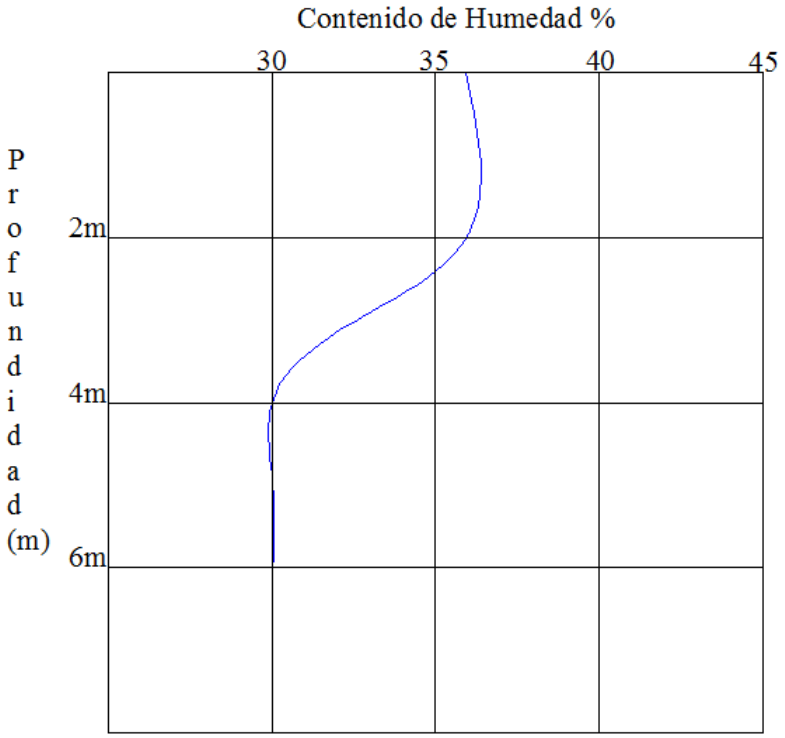


Figura 17. Curva contenido de humedad del terreno (W).

Los resultados representados en la gráfica exponen que la mayor presencia de humedad está en los primeros 2m, conforme se profundiza ésta disminuye, se deduce que no existe una presencia de infiltración significativa para el sector de emplazamiento. Los estratos limo-arcillosos muestran una ligera compresibilidad con mediana expansión, es permeable en estado seco, presenta estabilidad por su confinamiento, no es susceptible a heladas y cuando presenta saturación de agua la compactación es difícil.

Continuamente se determina la gravedad específica (Gs) de sólidos incluidos en un determinado volumen de agua, se presenta el análisis de gravedad específica de sólidos y los resultados se describen:

Tabla 6. Parámetros ineludibles para la descripción de la gravedad específica de sólidos.

Parámetros Laboratorio	Resultados	Unidades
Volumen Picnómetro	500.00	ml
Peso Picnómetro +Agua +Suelo = Wbws	753.66	gr
Temperatura	20.00	°C
Peso Picnómetro Agua= Wbws	693.27	gr
Peso Plato Evaporador	254.52	gr
Peso Plato Evap. Suelo Seco	350.11	gr
Peso Suelo Seco=Ws	95.59	gr
Ww=Ws+Wbw-Wbws	35.20	gr
Gs=αWs/Ww	**2.71**	

Básicamente relaciona el peso del suelo seco con el valor de corrección del agua a una cierta temperatura dividida para el peso del suelo; el resultado es adimensional. Es una práctica importante ya que permite determinar el peso de cada sólido y de agregados finos.

El resultado describe que la muestra analizada tiene una gravedad especifica (Gs) de 2.71, es decir; que en una muestra de aproximadamente 5 gr, existe una parte constituida particularmente por material fino. De acuerdo al resultado de la gravedad específica se relaciona la tabla siguiente clasificando el tipo de suelo:

Tabla 7. Relación de gravedad específica y tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Gs (Gravedad Específica)
Arena	2.65-2.67
Arena Limosa	2.67-2.70
Arcilla Inorgánica	2.70-2.80
Suelos con micas o Hierro	2.75-3.00
Suelos Orgánicos	Variable puede ser inferior a 2.00

Fuente: Bowles, Joseph. Año 1980. Manual de Suelos

La relación entre gravedad específica y tipo de suelo de la muestra analizada, determina que existe una litología que describe arena limosa y arcilla inorgánica presente en toda el área, el tamaño de partículas varia de 0.02 a 0.0002 mm, imperceptible a la vista, de textura poca granular, se seca rápidamente, posee cohesión pero se desintegra con

facilidad en estado seco. La composición por arenas o gravas es menor al 35%, su compacidad y resistencia es de blando a muy blando, libera agua cuando se comprime con la mano y fácilmente se puede remoldear, su estructura es homogénea presente en un solo tipo de estrato.

7.4 Determinación de Parámetros Geotécnicos

El ensayo de penetración estándar (SPT), desarrollado por Terzagui a finales de los años 20, es el ensayo in situ más popular y económico para obtener información geotécnica del subsuelo. Se estima que el 85 % a 90 % de los diseños de las cimentaciones convencionales de Norte y Sur América se basan en los valores de N medidos en el SPT, la importancia de realizar estudios geológicos y geotécnicos antes de implantar cualquier infraestructura hace significativo la necesidad de empezar desde lo más evidente como es la geología.

7.4.1 Descripción Geológica de material del área de estudio (comprobación de puntos específicos)

La geología del lugar de estudio está constituida dentro de la Formación Ayancay y Uchucay caracterizada principalmente por presentar materiales sedimentarios como areniscas, lodolitas, limonitas y conglomerados la potencia de cada formación está caracterizada por presentar material coluvial y sedimentario.

Figura 18. Arenisca con intercalaciones de yeso de 0.02 a 0.03 mm, presente en una potencia de 0.20 m perteneciente a la formación Uchucay.

Particularmente el área de estudio está asentado sobre la formación Uchucay, la presencia de material sedimentario como areniscas y limolitas es abundante, este material se presenta en estratificaciones con buzamientos de 45°, con potencia indefinida experimentalmente, además el afloramiento de conglomerado presente en la zona se ubica en una dirección NE con respecto al área de emplazamiento, deja ver claramente cantos rodados con dimensiones de 5 a 10 cm, contenido en una matriz limo-arcillosa de coloración amarillenta oscura por la oxidación, este material pertenece al grupo Ayancay, esto se puede constatar en el anexo 3 que describe la geología local.

Específicamente las muestras que se evidencian en la foto 18, fueron recolectadas según las coordenadas del lugar: WGS84: X=683254; Y=9629280; Z=1050.

7.4.2 Métodos de Exploración Directo

Para el reconocimiento geotécnico del terreno se considera importante realizar una inspección visual hasta técnicas de campo directas, permitiendo el acceso y la observación directa así como la obtención de muestras. Los métodos directos empleados para el presente trabajo son: calicata y SPT (Sondeo de Penetración Estándar).

- **Calicatas**

Uno de los métodos directos para explorar terreno son las calicatas ya sean hechas a mano o mediante un máquina, el objetivo es el mismo. La realización de la calicata permitió la observación directa a una profundidad de 2 m; así como la toma de muestras y la realización de ensayos de campo. La ventaja de esta técnica es que es sencilla para la observación inmediata de cualquier estrato y tipo de material.

El área de estudio presenta abundancia de limolitas constituidos como base, sobre la cual se asientan materiales como areniscas con intercalaciones de vetillas de yeso con dimensiones 0.02 a 0.03 mm formando parte de toda su matriz, además la presencia de conglomerados y arcillas como lodolitas forman esta deposición sedimentaria perteneciente a la cuenca del Rio Jubones.

La realización de las calicatas es uno de los métodos más empleados para el reconocimiento superficial del terreno y dado su bajo costo y rapidez de realización

constituyen un elemento habitual en cualquier tipo de investigación de campo. A continuación se detalla:

- Número de calicata: 1
- Profundidad máxima alcanzada: 2 m (arcilla)
- Profundidad mínima alcanzada: 2 m (arenisca y limos)
- Presencia de agua: sin presencia evidente (3m por lo general)
- Zona meteorizada:
    - Inicio: 0.50 m
    - Estimación fondo: 2.0 m

Los resultados generales muestran que:

- La zona de estudio indica la abundancia de material sedimentario y material coluvial.
- La estratificación de este lugar, especifica cómo basamento material limo-arcilloso como limolita y conglomerados, que determina su formación sedimentaria.
- La granulometría es por lo general fina (>60%).
- La presencia de cantos rodados con dimensiones de 5 a 15 cm es mínima, en algunos sectores denudados se puede observar estratificaciones de potencias mayores a 2 m.
- Las paredes de la calicata presentan buena consistencia y estabilidad de material aún con la humedad natural que el terreno posee, pero también presenta grietas de desecación cuando predomina la época de verano.
- En la realización de la calicata se obtuvieron dimensiones de 0.20 m de capa vegetal, 0.30 m de arenisca con presencia de vetillas de yeso y 1.50 m de material arcilloso.
- El material presente en las paredes de la calicata presentan desmoronamiento cuando el contenido de humedad es mayor al 50%, pero en casos de fuerte precipitación y escorrentía son transportados con facilidad, en casos de taludes constituidos por material arcilloso estas colapsan.

La tabla siguiente describe el grado de estabilidad de las paredes de la calicata.

Tabla 8. Grado de estabilidad de las calicatas según el tipo de suelo.

Grado de Estabilidad	**Comportamiento**	**Tipo de terreno**
1	Paredes Estables	Suelos arcillosos cohesivos Macizo rocoso masivo
2	Caída de gravas	Suelos granulares Macizo rocoso diaclasado
3	Caída de bloques	Macizo rocoso diaclasado
4	Inestabilidad por descalce	Alternancia por niveles duros y blandos
5	Inestabilidad por rotura circular	Suelos arcillosos y limosos de cohesión baja
6	Desplome	Rellenos antrópicos Suelos granulares con nivel freático Suelos arcillosos y limosos de cohesión baja con nivel frático

Fuente: Romero, M. Año 2011, Estudio geotécnico.

La estabilidad de las paredes es buena, no presenta nivel freático a una profundidad de 2 m. la consistencia del material es regular el grado de estabilidad es de nivel 1, descrita para suelo arcillosos cohesivos con cierto porcentaje de limos.

La estratigrafía del suelo se constituye como un depósito sedimentario secuencial, la capa o estrato por donde viaja el agua del nivel freático es nulo. La cantidad de arena y gravas que se puede visualizar es inferior al 2% el material preferentemente es arcilla de grano fino, esto se comprueba por las propiedades geotécnicas reflejadas en el ensayo SPT.

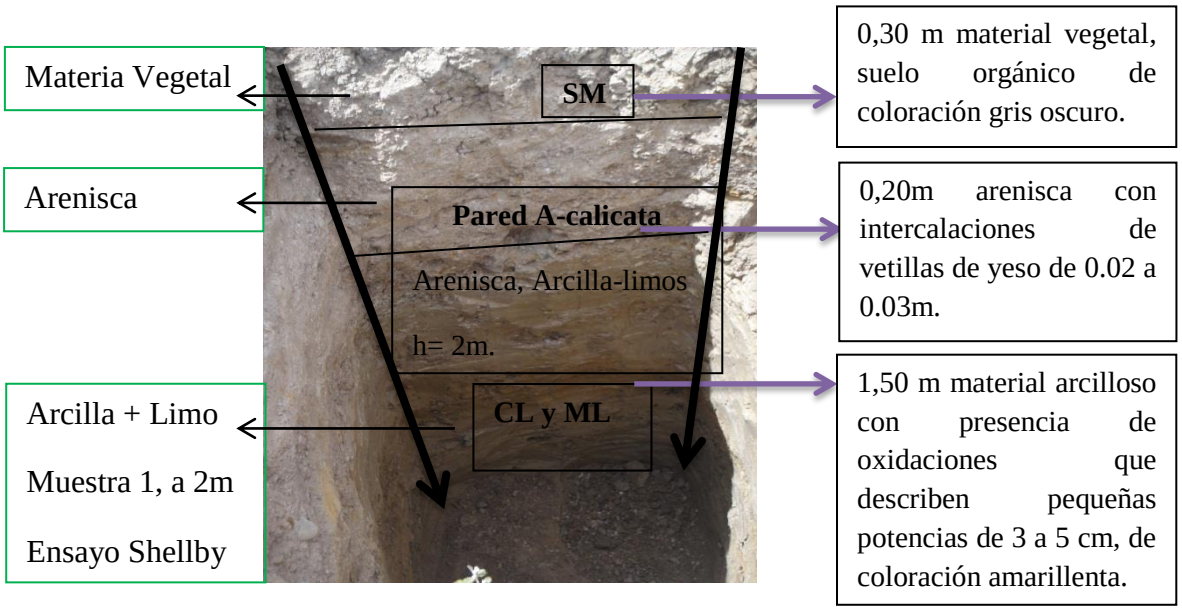


Figura 19. Descripción de la calicata, profundidad 2m.

Las dimensiones que muestra cada estrato son de 20 cm de suelo, 30 cm de arenisca con intercalaciones de vetillas de yeso y 1.50m de arcilla con contenidos de limos indefinido, según el ensayo SPT a una profundidad de 6m presenta material limo-arcilloso.

Se debe recordar que el desarrollo de calicatas contempla el interés fundamental de encontrar la capa o estrato por donde viaja el agua subterránea, la existencia de una capa de 0,30 m de arenisca da a conocer que en épocas invernales el agua se satura en la capa de arcilla, presentando como consecuencia las oxidaciones que se evidenciaron.

- **Nivel de agua**

A pesar de que la quebrada no contiene un caudal abundante esta no afecta el nivel freático, lógicamente está por debajo de los 2m de profundidad, esta es la primera comprobación que se evidencia con la construcción de la calicata, con los 6 m de sondeo directo en el ensayo geotécnico (SPT) tampoco se evidenció la presencia de agua, el material limo-arcilloso solo presenta humedad natural sin encontrar saturación de agua en ningún estrato inspeccionado, en conclusión no se evidenció nivel freático.

- **Ensayo de Penetración Estándar (SPT)**

Para el presente estudio se ha realizado 1 ensayo justo en el lugar de interés, ubicado en un punto importante en el área de emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Proyectadas. Se alcanzó con dicho ensayo hasta una profundidad de exploración de 6.00 m encontrándose material limo-arcilloso, poco húmedo, de compacidad media.

La parte principal fue el reconocer la profundidad con respecto a los rangos de carga que podrían soportar. Los resultados SPT se muestran en un resumen más práctico y comprensible en la siguiente gráfica.

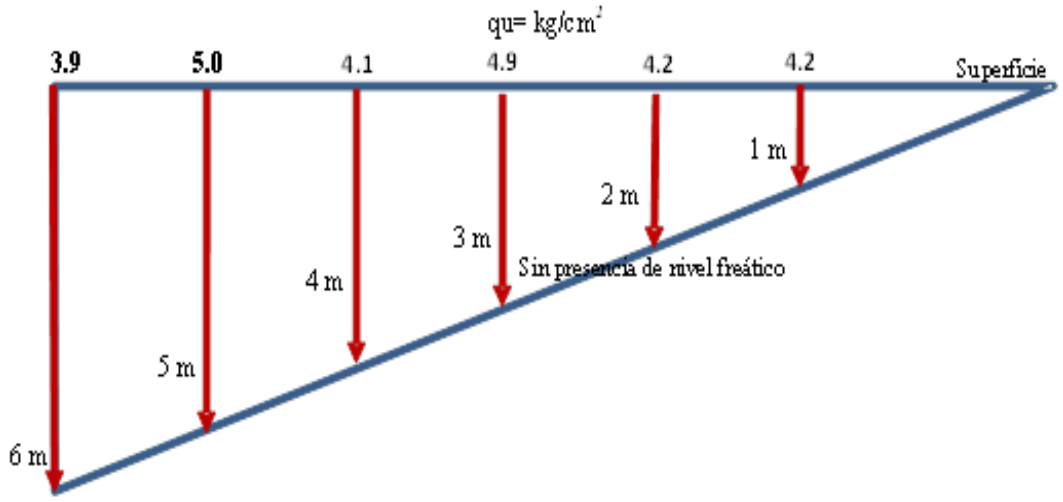


Figura 20. Resistencia del terreno con respecto a la profundidad.

A continuación se resume en un cuadro la ubicación y profundidad alcanzada con este ensayo:

Cuadro 1. Resumen del tipo de ensayo de exploración directo y el proyecto a ejecutarse.

SPT	Prof. (m)	Ubicación	Nota
SPT	0.00–6.00	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sumaypamba	No se alcanzó el rechazo a esta profundidad, la presencia de arenas contenidas en la arcilla comenzaba a ser más evidente.

La litología del área de emplazamiento permite realizar varios ensayos, las rocas predominantes son de origen sedimentario las pruebas que se realizaron comprenden experimentos tanto de campo (SPT, permeabilidad) como de laboratorio (compresión simple a muestra Shellby).

Con respecto al ensayo SPT se desarrolló uno solo, puntualmente en el centro del área de interés ubicado en dirección noreste (NE), los resultados obtenidos demuestran que no existe material distinto de la arcilla, los números de golpes necesarios para introducir un tubo muestreador de 76 cm en incrementos de avance de 15 cm se muestran en la tabla 9.

Además se considera que para graficar la curva de avance SPT en los estratos se debe tomar en cuenta el número de golpes necesarios para introducir los segundos 15 cm por metro de avance, la expresión siguiente se aplica para obtener el total de golpes necesarios

$$\mathbf{N = N1 + N2}$$

(Fuente: COLLAZOS, Carlos, et all, 2006. Ensayo de Penetración Estándar (SPT). Geotecnia.)

Entonces se tiene la tabla que muestra el número de golpes total aplicando la expresión $\sum$ N30+N45:

Tabla 9. Números de golpes SPT necesarios para introducir 15 cm consecutivos.

SPT	# Golpes en los primeros 15 cm	Muestreador	# Golpes N	∑ N30+N45 (N´)	Golpes Corregidos (N)
1m	12	30 cm	11	23	19
		45 cm	12		
2m	12	30 cm	11	23	19
		45 cm	12		
3m	17	30 cm	14	30	22.5
		45 cm	16		
4m	10	30 cm	11	22	18.5
		45 cm	11		
5m	14	30 cm	16	31	23
		45 cm	15		
6m	10	30 cm	12	20	17.5
		45 cm	8		

Como muestra la tabla se toma en cuenta la Corrección de ensayos in-situ para el número de golpes >15, esto aplicable para suelo de tipo arcilloso, limoso o arenoso tomado en cuenta la humedad, por tal razón solo se toma el valor >15.

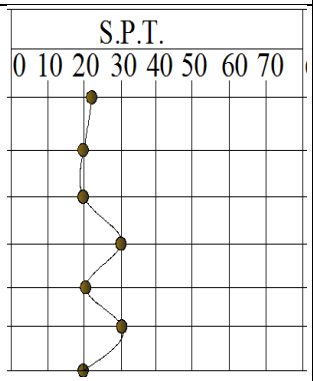
$$\mathrm{N} = \frac{N' + 15}{2}$$

(Fuente: TERZAGUI y PECK. Aporte ensayo SPT)

La expresión es aplicable tomando en consideración que los valores obtenidos en el conteo de número de golpes es diferente de un suelo seco que de un suelo húmedo o saturado bajo el nivel freático.

Dentro del ensayo también se consideró graficar la curva SPT que relaciona el número de golpes entre 30 y 45 e interpretar que tipo de suelo presente, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 10. Gráfica SPT y tipo de suelo mediante la clasificación SUCS.

UNL	**Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**			
Ensayo SPT a 6m Prof.	Ensayo Único		**Fecha:**	Noviembre 2013
Proyecto:	Estudio Geológico-Ambiental del Área de Emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Sumaypamba del Cantón Saraguro.			**Ubicación:** X=683254 Y=9629280 Z=1050
Profundidad	**∑ Golpes**	**SPT**	**Clasificación Suelos**	**qa Cal. Asent.**	**Descripción Suelos**
(m)	**SPT**		**SUCS**	Kg/m2	CH1
1	23		CH1	4.2	Arcilla de Alta Plasticidad.
2	23		CH1	4.2	
3	30		CH1	4.9	
4	22		CH1	4.1	
5	31		CH1	5.0	
6	20		CH1	3.9	

Mediante la gráfica presente en la tabla es evidente que en 2 m de profundidad la cantidad de golpes aumenta aun teniendo el mismo tipo de suelo arcilloso con cierto contenido de limos, en la profundidad de 3 y 5 m el número de golpes aumenta mientras que en los 6 m disminuye, situación que podría ser por la cercanía de nivel freático o la humedad natural alta del material. De acuerdo al número de golpes mayores a 15, describimos el tipo de suelo con la ayuda de la tabla siguiente propuesta por Pérez, J. 2007, reconocimiento de suelos.

Tabla 11. Relación de número de golpes SPT con tipo de suelo.

Tipo de suelo	**N(SPT)**
Suelos muy flojos o muy blandos	< 10
Suelos flojos o blandos	10-25

Continuación tabla 11. Relación de número de golpes SPT con tipo de suelo.

Suelos medios	25-50
Suelos compactos o duros	50-rechazo
Rocas blandas	Rechazo
Rocas duras	Rechazo
Rocas muy duras	Rechazo

Fuente: Pérez, Juan. 2007. Reconocimiento de Suelo.

De acuerdo con la descripción siguiente tenemos suelos que van desde blandos, flojos a suelos medios. En función de la compacidad relativa para arcillas y limos se describe la presencia de materiales con características de muy compactos a duras como lo describe la tabla siguiente:

Tabla 12. Descripción de los suelos en función de la compacidad relativa.

Arcillas y Limos	
SPT (N)	**Descripción**
0 a 2	Muy blandos
2 a 4	Blandos
4 a 8	Medianamente compactos
8 a 15	Compactos
15 a 30	Muy compactos
30 a 50	Duras
>50	Muy duras

Fuente: Krotz, Mónica. Año 2006. Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos. Cap.8, Página 170. Reglamento CIRSOC 401.

Ensayo a la Compresión Simple

También denominado ensayo de rotura a compresión simple de probetas de suelo, básicamente consiste en colocar una muestra normalmente cilíndrica de esbeltez 2:1 y

aplicar una carga, regularmente en la ejecución de este ensayo se relaciona carga-deformación.

El ensayo aplica para la muestra denominada Shellby es importante no olvidar que este tipo de ensayo solo está dado para suelos poco cohesivos, arenas, limos y materiales con granulometría fina poco compacta. En este ensayo, las muestras se prueban hasta que la carga en dicha probeta comience a decrecer o hasta que por lo menos haya desarrollado una deformación unitaria del 20%.

Se considera que para el ensayo a la compresión simple se debe tener en cuenta la relación de esbeltez la cual establece una expresión sencilla comparativa.

$$\frac{L}{D} = 2.0$$

Los datos de laboratorio se exponen a continuación:

Tabla 13. Datos de ensayo a la compresión simple (Shellby).

Datos de la muestra			**Contenido de humedad**		
Diámetro:	3.08 cm		**Peso hum.**	60.51	
Altura:	8.09 cm		**Peso cap.**	24.85	
Área:	7.45 cm^2		**W (%)**	38.65	
Volumen:	60.28 cm^3		**Peso Seco=**	50.57	
Peso:	152.50 gr		**Constante de Carga**		
Densidad:	2.53 gr/cm^3		K=		0.1075
Dial de deformación (mm)	**Dial Carga**	**Deformación Unitaria (%)**	**Carga (kg)**	**Area Corrg. (cm^2)**	**Tensión Desviante (kg/cm^2)**
0.0	0.00	0.00	0.00	7.45	0.00
0.5	0.06	0.62	0.66	7.50	0.09
1.0	0.13	1.24	1.42	7.54	0.19

Continuación Tabla 13. Datos de ensayo a la compresión simple (Shellby).

Dial de deformación (mm)	**Dial Carga**	**Deformación Unitaria (%)**	**Carga (kg)**	**Area Corrg. (cm^2)**	**Tensión Desviante (kg/cm^2)**
2.0	0.23	2.47	2.52	7.64	0.33
3.0	0.27	3.71	2.96	7.74	0.38
4.0	0.29	4.94	3.18	7.84	0.41
5.0	0.24	6.18	2.63	7.94	0.33

Con los datos obtenidos se gráfica la curva de deformación que relaciona esfuerzos y deformación unitaria.

Como lo demuestra la figura siguiente, representa el valor a la compresión simple de =0.41 Kg/cm², este valor se expresa como la carga máxima soportante. El valor explícitamente demuestra que el terreno puede sobrellevar una carga de 0.41kg por cada cm^2 en el área de terreno.

También se considera que el ensayo a la compresión simple determina la cohesión del material es decir, la característica que tienen los materiales para unirse entre sí.

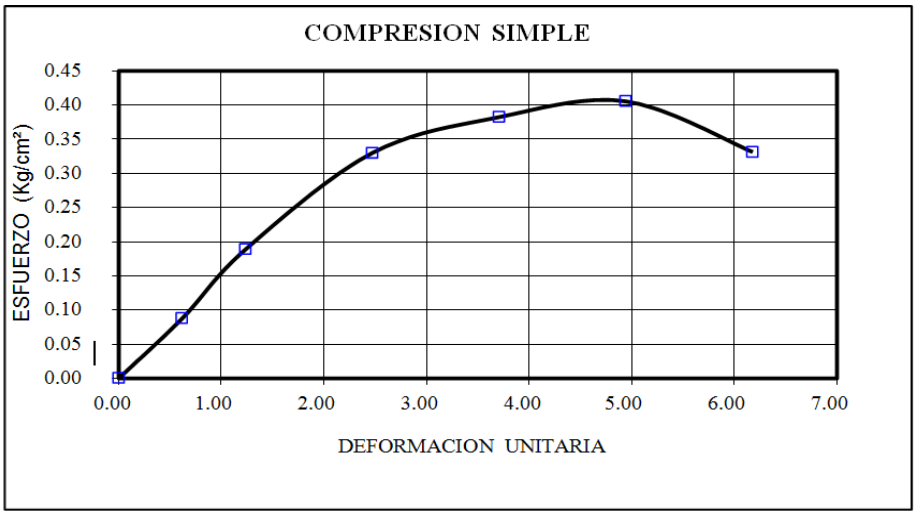


Figura 21. Gráfica del ensayo a la compresión simple.

Para este tipo de reconocimiento, se recolectó la muestra en los primeros 2m de profundidad mediante el ensayo SPT. A esto se añade la cohesión del terreno que relaciona la deformación al aplicar una fuerza sobre la muestra.

$$c = \frac{\sigma u}{2}$$

(Fuente: BOWLES, Joseph. 1980. Manual de mecánica suelos.)

El valor respectivo para la cohesión en arcilla es de 0.20 kg/cm^2, es decir que por cada ensayo realizado existe una cohesión de material entre sí de 0.20 kg por cada cm^2.

7.4.3 Piezómetro (PVC)

Para medir la permeabilidad del suelo es importante tomar en cuenta la característica del material que se encuentra en el sector de estudio, señalando que la permeabilidad de un suelo no es más que la propiedad que tiene éste de trasmitir agua y aire.

Como lo muestra la figura se utilizó un tubo PVC de aproximadamente 1.65m de longitud por 3 pulgadas de diámetro, mediante esta técnica se determinó la permeabilidad in situ a una profundidad de perforación de 1.50m.

Figura 22. Ensayo de permeabilidad in situ, método piezómetro, profundidad 1.65m.

La litología presente en el terreno describe materiales como limolita y arenisca dispuestos en estratos, particularmente en el sitio de emplazamiento. A continuación se presenta una tabla que relaciona tipo de suelo y permeabilidad:

Tabla 14. Mientras más fina sea la textura del suelo, más lenta será la permeabilidad.

Suelo	Textura	Permeabilidad
Suelos arcillosos	Fina	De muy lenta a muy rápida
Suelos limosos	Moderadamente fina	
	Moderadamente gruesa	
Suelos arenosos	Gruesa	

Fuente: Documento Permeabilidad del suelo, 2006. Autor anónimo.

Como lo describe la tabla, se tiene suelo limo-arcilloso con una textura fina a moderadamente fina en donde la característica de permeabilidad va de muy lenta a rápida. A continuación se grafica la curva de permeabilidad relacionando el descenso en cm y el tiempo en segundos.

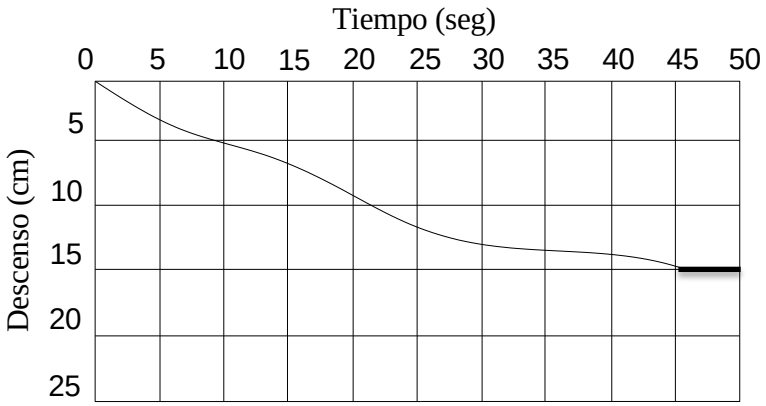


Figura 23. Curva de Permeabilidad relación entre tiempo y descenso.

Como lo muestra la figura, en un tiempo de 45 segundos se ha logrado un descenso de 15 cm, la explicación a esto se rige en que mientras más agua absorba la arcilla, el tiempo necesario para alcanzar una misma profundidad se prolongará. Los resultados obtenidos en la prueba son: dimensiones, diámetro (cm)= 10; altura (cm)= 165; vol.= 12959.07 cm^3; área= 78.53982 cm^2

Tabla 15. Datos del ensayo de permeabilidad realizado in situ.

Altura (cm)	Tiempo		t (s)	Δt s	ΔH (cm)	Vol. (cm)	T °C
	min	s					
165	0	0	0	47	15	1178	20
150	0	47	47				
			Promedio	47	15	1178	20

La expresión que da la permeabilidad del lugar se describe como la relación entre volumen ocupado para saturar la arcilla para el radio del tubo empleado, por tiempo y altura.

$$Kt = \frac{\mathrm{Vol}}{(5{,}5 * \mathrm{r} * \mathrm{H} * \mathrm{t})}$$

Relacionando la expresión matemática, se tiene una permeabilidad de 0.0607 cm/segundos, en unidades más generales el resultado se presenta como una absorción de terreno que posee valores de 52.5 m/día, la explicación deduce que se tiene un consumo de agua de 52.5 m durante 24 horas transcurridas, la absorción de agua se debe a que cuando el material sedimentario (arcilla) está aparentemente seco necesita saturarse para demostrar impermeabilidad.

Por ser el suelo sedimentario los poros o intersticios pueden estar llenos de agua o aire lo que condiciona las propiedades del material. En condiciones normales de presión y temperatura, el agua se considera incompresible. Sin embargo por ser un suelo fino el tamaño de las partículas es muy pequeño en medida de micras y sus poros resultan pequeños, la condición permeable para este caso es lenta a relativamente rápida.

En permeabilidad también se considera que los depósitos de suelo se encuentran dispuestos en estratos de diferente naturaleza con alternancias de material de diferente granulometría ubicados sub-horizontalmente, resulta importante analizar también su flujo horizontal (Kh), como vertical (Kv), los valores encontrados son Kh=322.5 m/día y de Kv= 62.5 m/día, además se considera que si existiese una capa intermedia

permeable (100 m/día) con una potencia de 2m la permeabilidad horizontal sería 5 veces más rápida que la vertical.

Los valores de Kh y Kv se obtienen aplicando las expresiones:

$$Kh = \frac{(\sum \mathrm{Ki} * \mathrm{b1})}{\mathrm{B}} \qquad Kv = \frac{\mathrm{B}}{\sum \mathrm{bi/Ki}}$$

Cada una de las fórmulas aplica para una permeabilidad de 52,5m/día considerando empíricamente una capa permeable horizontal a 3m de profundidad.

7.5 Análisis de Aguas Residuales

7.5.1 Análisis de aguas residuales

La gestión sostenible y el tratamiento integral de los recursos hídricos es una cuestión prioritaria en la sociedad en la que vivimos. Es importante disponer de un agua con una calidad adecuada y que se encuentre en cantidad suficiente para poder soportar las actividades derivadas del desarrollo, lo que permitirá una mejora en el medio ambiente, la salud y la calidad de vida.

El análisis de los parámetros que aquí se detalla, son de aquellas muestras proveniente del alcantarillado del sector. El punto 1 se recolectó en la descarga inicial de toda la población y el punto 2 se recogió a una distancia de aproximada de 100 metros en la misma dirección del caudal de descarga. Cada análisis contiene valores específicos diferenciados y su característica general respectiva. En el análisis de aguas residuales se hizo necesaria la realización de una ficha que determine parámetros generales y aspectos usuales, el mapa de muestreo describe los sitios exactos donde se recolecto las muestras (ver Anexo 10; lámina 4).

Cuadro 2. Identificativo para la toma de muestras de agua 1 y 2 mes agosto.

# de muestra	**Hora de toma de muestra**	**Propiedades in situ:**	**Ambiente:** Soleado.	**Vegetación presente.**
1	16:50pm.	**Coloración:** Gris Oscura		No existe vegetación que dificulte la accesibilidad a la zona.
Coordenadas UTM:	**Olor:**	**Accesibilidad**		
X= 683405 **Y=** 9628974 **Z=** 1070	El olor de la muestra es fétido.	Existe una carretera cerca del punto donde se recolecta la muestra de fácil entrada.		
# de muestra	**Hora de toma de muestra**	**Propiedades in situ:**	**Ambiente:**	**Vegetación presente.**
2	17:23pm	**Coloración:** Blanca Amarillenta		La vegetación es densa principalmente abunda el pasto elefante.
Coordenadas UTM:	**Olor:**	**Accesibilidad**		
X= 683433 **Y=** 9629033 **Z=** 1066	El olor de la muestra es fétido.	Difícil el acceso por la abundancia de vegetación.		

Fuente: El Autor

La terminología utilizada se describe como: TULAS= Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario; MSP= Ministerio de Salud Pública; USPHS= Unidad Sanitaria Pública de Higiene y Salud. Las características físicas, químicas y de preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial describen parámetros de importancia, los resultados contienen las características cuantitativas de cada análisis. A continuación se analiza gráficamente los resultados particularmente de aquellos elementos que exceden el límite de permisibilidad. Todos los análisis están contrastados principalmente con el TULAS (ver Anexo 6).

Características Físicas

Tabla 16. Resultados laboratorio parámetros físicos, químicos de las muestras de agua 1 y 2 (agosto)

Parámetros	Resultados		Unidades	Límite Deseable	Límite Max. Permisible	Norma I. Tabla 2
	M-1a	M-2a				
Temperatura	19,4	19,3	°C	Menor		TULSMA
Aceites y Grasas	Presencia	Ausencia	Película visible		0,3 mg/l	M S P-TULSMA
Materia Flotante	Ausencia	Ausencia	Materia visible	-	Ausencia	TULSMA
Color Real	4	0	U. Pt-Co	Inapreciable	dilución 1/20	TULSMA
Color Aparente	710	40	U. Pt-Co	-	-	USPHS-OMS
Turbiedad	120	9	N.T.U. o F.T.U	-	100	TULSMA
Sólidos Totales	114	424	mg/l	-	1 600	TULSMA
Sólidos Disueltos Totales	960	410	mg/l	-	1000	TULSMA
Sólidos Disueltos Fijos	120	50	mg/l	-	-	-
Sólidos Disueltos Volátiles	530	360	mg/l	-	-	-
Sólidos Suspendidos	310	10	mg/l	-	100	TULSMA
Sólidos Suspendidos Fijos	100	2	mg/l	-	-	-
Sólidos Susp. Volátiles	210	8	mg/l	-	-	-
Sólidos Sedimentables	9	0,1	mg/l	-	1,0	M S P-TULSMA

Cada uno de los parámetros aquí descritos corresponde a cada una de las normas regidas por el TULAS, libro VI anexo I y otras normas expuestas anteriormente las cuales detallan parámetros de importancia.

Características Químicas

Tabla 17. Resultados laboratorio parámetros químicos de muestras de agua 1 y 2 (agosto)

Parámetros	Resultados		Unidades	Límite Deseable	Límite Max. Permisible	Norma
	M-1a	M-2a				
Potencial de Hidrógeno	7,02	7,04	pH	5.0	9.0	TULSMA
Nitratos+Nitritos	10,2	8,2	mg/l	-	10	TULSMA
Manganeso Total	0,95	0,25	mg/l	-	2,0	TULSMA
Hierro Total	3,80	1,60	mg/l	-	10.0	TULSMA
Cianuro Total	0,00	0,00	mg/l	-	0,1	TULSMA
Fósforo Total	4,10	2,00	mg/l	-	10	TULSMA
Cloro	0,00	0,00	mg/l	-	0.5	TULSMA
Nitrógeno Total	8,10	2,10	mg/l	-	15.0	TULSMA
Sulfatos	650	140	mg/l	-	1000	TULSMA
Aluminio	0,002	0,002	mg/l	-	5,0	TULSMA
Níquel	0,004	0,003	mg/l	-	2,0	TULSMA
Zinc	0,002	0,002	mg/l	-	5,0	TULSMA
D B O5	170	1,9	mg/l	-	100	TULSMA
D Q O	55	5	mg/l	-	250	TULSMA
Coliformes Fecales	3.09E+03	21,0E+00	NMP/100 ml	= Remoción	> al 99,9% **	TULSMA

Límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas en cuerpos de agua superficial

Tabla 18. Resultados laboratorio límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas superficiales muestras 1 y 2 (agosto).

Parámetros	Resultados		Unidades	Límite Deseable	Límite Max. Permisible	Norma
	M-1a	M-2a				
Temperatura	19,4	19,3	°C	Condiciones	Natural+3ºC-20	TULSMA
+Sólidos Disueltos Totales	650	410	mg/l	-	3 000	TULSMA
+Potencial de Hidrógeno	7,02	7,04	pH	6,0	9,0	TULSMA
+Coliformes Totales	3,2E+03	4,8E+02	NMP/100 ml	-	1000	TULSMA

Continuación Tabla 18. Resultados laboratorio límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas superficiales muestras 1 y 2 (agosto).

Materia flotante	Ausencia	Ausencia	Materia visible	-	Ausencia	TULSMA
Coliformes Fecales	3,09 E+03	21,0 E+00	NMP/100 ml	-	200	TULSMA
Ácido Sulfhídrico	0,0001	0,0001	mg/l	-	0,0002	TULSMA
Aceites-Grasas	Presencia	Ausencia	Película visible	Ausencia	0,3mg/l	M S P-TULSMA
Amoniaco	6,60	0,02	mg/l	-	0,02	TULSMA
Cianuro Total	0,00	0,00	mg/l	-	0,01	TULSMA
Cloro Libre	0,00	0,00	mg/l	-	0,01	TULSMA
Hierro Total	3,80	1,60	mg/l	-	0,30	TULSMA
Manganeso Total	0,95	0,25	mg/l	-	0,10	TULSMA
Fluoruro Total	0,00	0,00	mg/l	-	4,00	TULSMA
Aluminio	0,002	0,002	mg/l	-	0,10	TULSMA
Níquel	0,004	0,003	mg/l	-	0,025	TULSMA
Zinc	0,002	0,002	mg/l	-	0,18	TULSMA
Boro	0,78	0,49	mg/l	-	0,75	TULSMA

Nota: todos los parámetros aquí detallados están de acuerdo al TULAS, MSP-TULAS, USPHS-OMS. Los resultados "+" determinan criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola o de riego; "-"no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad admisibles.

Los resultados obtenidos determinan la contaminación que se produce por las actividades domésticas diarias; principalmente se contamina con el uso diario del agua en los hogares, con la utilización de detergentes y los productos de limpieza, el análisis de los valores presenta elementos que rebasan los límites máximos permisibles para la muestra 1 y 2 tomados durante el mes de agosto. A continuación se representa cada uno de los parámetros analizados:

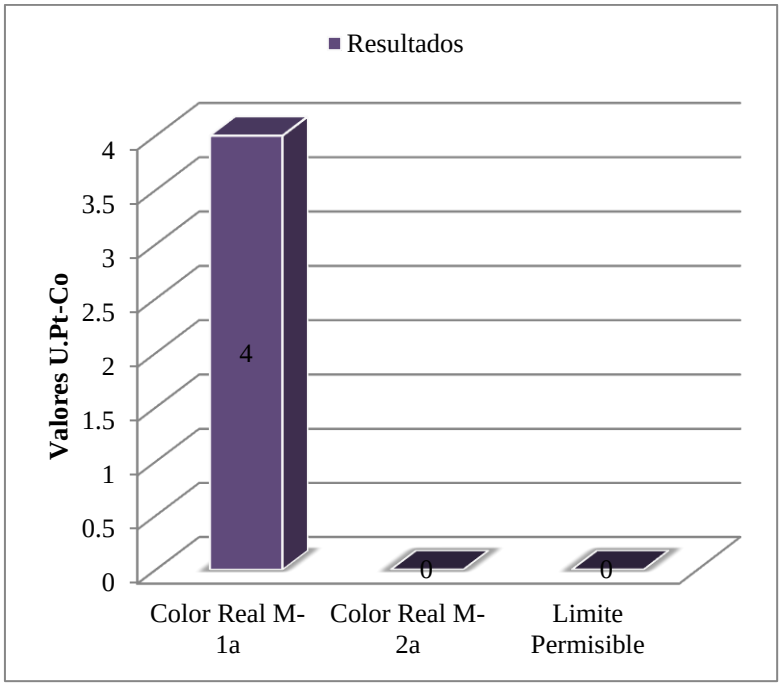


Figura 24. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Color Real.

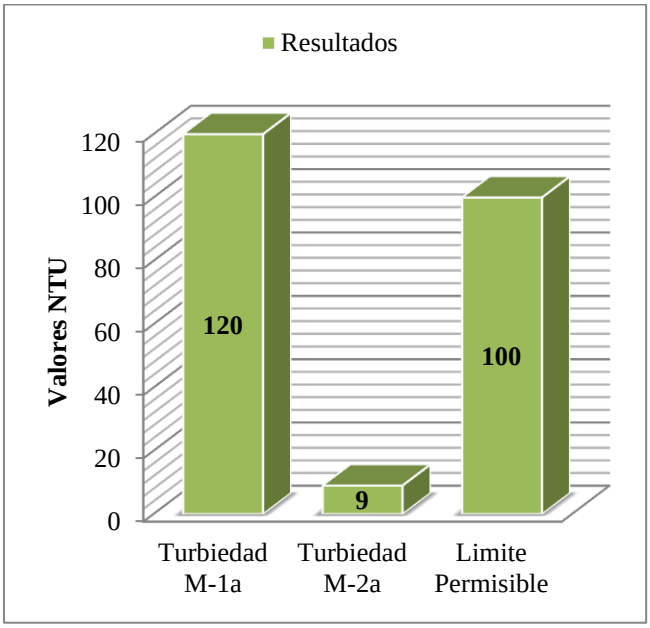


Figura 25. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Turbiedad.

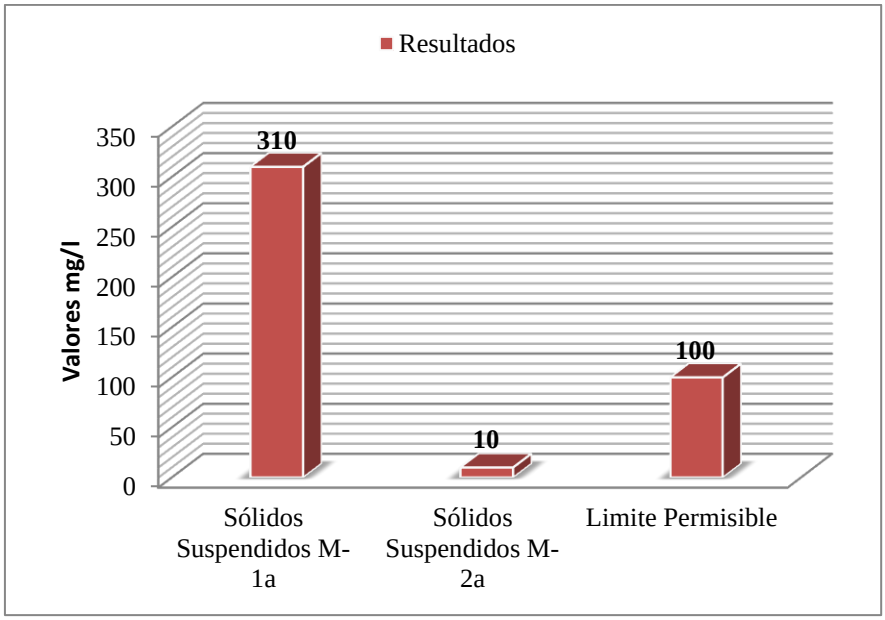


Figura 26. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Suspendidos.

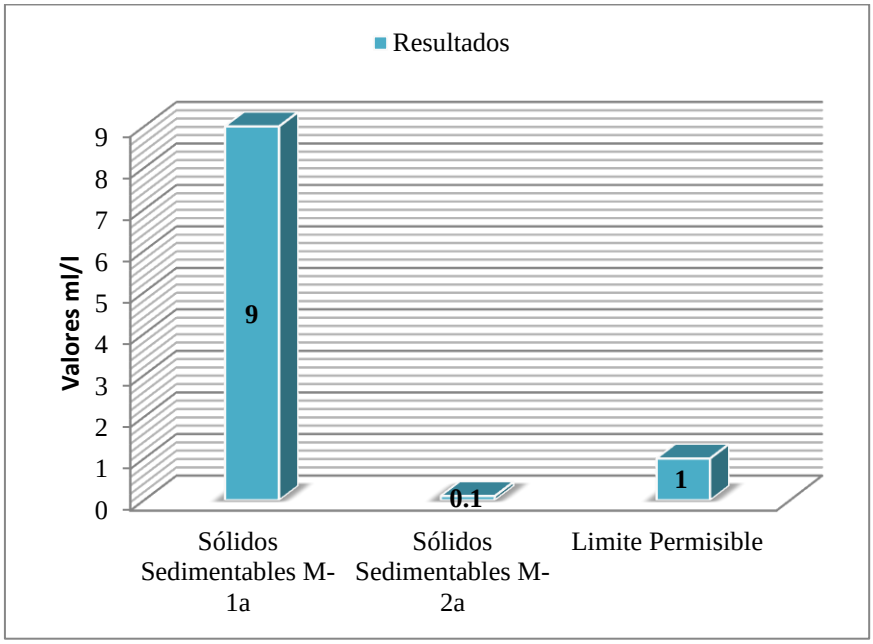


Figura 27. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Sedimentables.

Como se puede evidenciar los parámetros que muestran contaminación en exceso por sobre los límites máximos permisibles son sólidos totales y sedimentables, turbiedad y color real a continuación la tabla muestra los resultados y unidad de medida:

Tabla 19. Parámetros físicos que exceden el límite de permisibilidad muestra 1 y 2 (agosto).

Parámetro	Resultado		Limite min.	Limite máx.
	M-1a	M-2a		
Color Real	4 U. Pt-Co	0 U. Pt-Co	Inapreciable	0.05
Turbiedad	120 N.T.U	9 N.T.U	-	120
Sólidos Suspendidos	310 mg/l	10 mg/l	-	100
Sólidos Sedimentables	9 mg/l	0,1 mg/l	-	1

El análisis del primer parámetro (físico) muestra los elementos que exceden los límites máximos permisibles especialmente la muestra 1, la muestra 2 presenta resultados pero con la diferencia de que no existen rebases de límites de permisibilidad. Analíticamente los sólidos presentes en las muestras se definen como aquellos que se sedimentan por decantación del agua residual, normalmente son los que por efecto de contener materia orgánica cambian su condición física, desprenden olores por la presencia de sulfuro de hidrógeno que se produce efecto y acción de microorganismos.

La coloración es otro de los parámetros contemplados que excede y muestra contaminación en el agua residual suele tener un color grisáceo, sin embargo al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua cambia de tonalidad gradualmente pasa de gris a gris oscuro.

El parámetro de turbiedad se describe como la condición de dejar pasar la luz a través del agua y es una característica que se emplea para indicar su calidad, por constituirse una muestra recolectada en el punto inicial esta propiedad está descartada, el agua es de pésima calidad, las muestras 1 presentan contaminación sobrepasando los límites máximos permisibles y no así sucede con la muestra 2 que presenta una turbiedad aparente buena esto se debe a que en los 100 m recorridos el material sólido y materia orgánica se sedimenta permitiendo el paso de la luz a través del agua mejorando significativamente su apariencia.

Análisis Químico

La descripción gráfica de los elementos analizados químicamente en las muestras 1 y 2 tomadas en el mes de agosto contemplan excesos en las muestras.

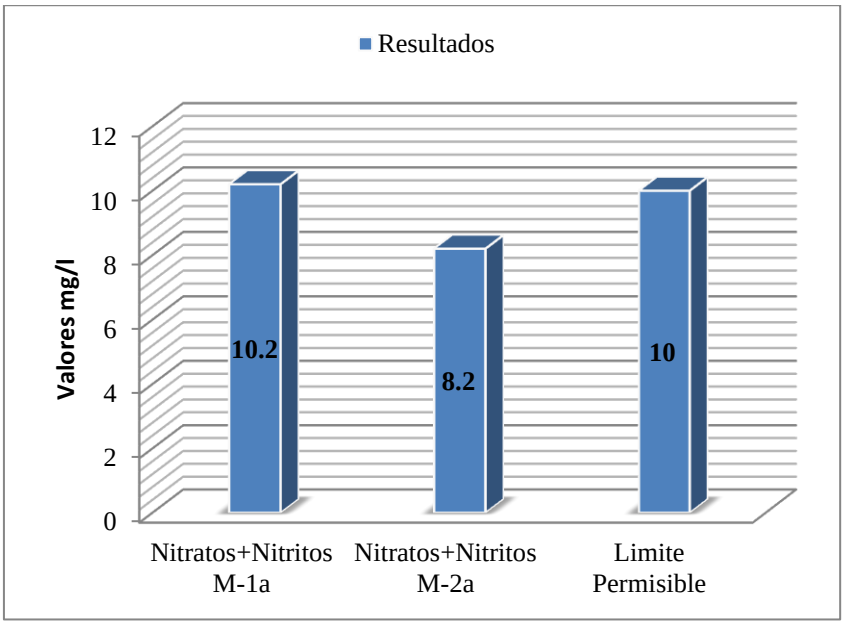


Figura 28. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: Nitratos+Nitritos.

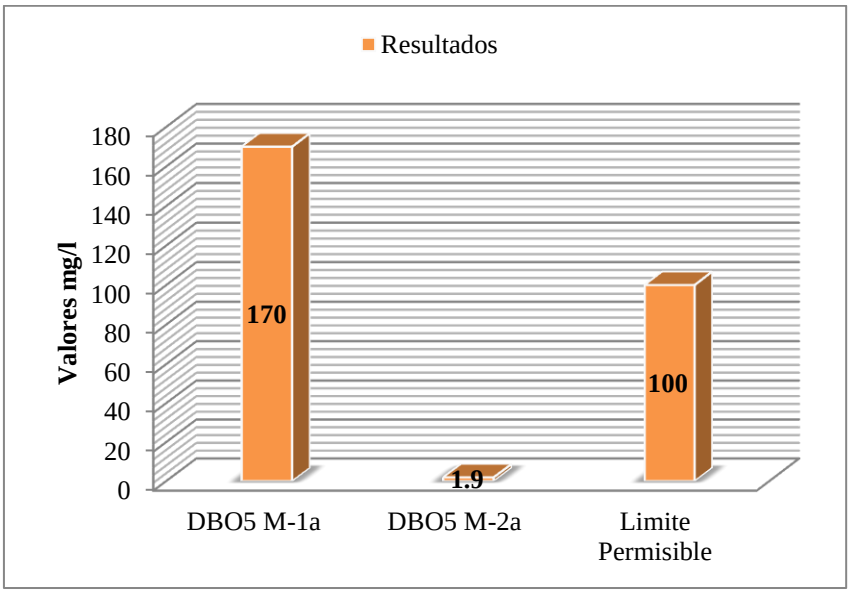


Figura 29. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: DBO5.

A continuación se describe cada elemento que excede el límite máximo permisible como lo muestra la tabla:

Tabla 20. Parámetros químicos representados en la gráfica.

Parámetro	Resultados		Limite min.	Limite máx.
	M-1a	M-2a		
Nitratos+Nitritos	10,2 mg/l	8,2 mg/l	-	10
DBO5	170 mg/l	1,9 mg/l	-	100

En el análisis químico se comprueba la presencia de elementos formulados por N, su presencia se debe a la materia orgánica presente, por lo general es el elemento que está presente constantemente por efecto de descomposición de materia orgánica de origen vegetal y animal. Otro elemento es el DBO5 es el parámetro de contaminación más empleado, la determinación relaciona consumo de oxigeno por microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de materia orgánica presente.

- **Análisis del Límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas en cuerpos de agua superficial**

El análisis de las muestras detallan resultados que exponen la presencia contaminante en exceso; a continuación se gráfica cada parámetro para su respectiva comparación:

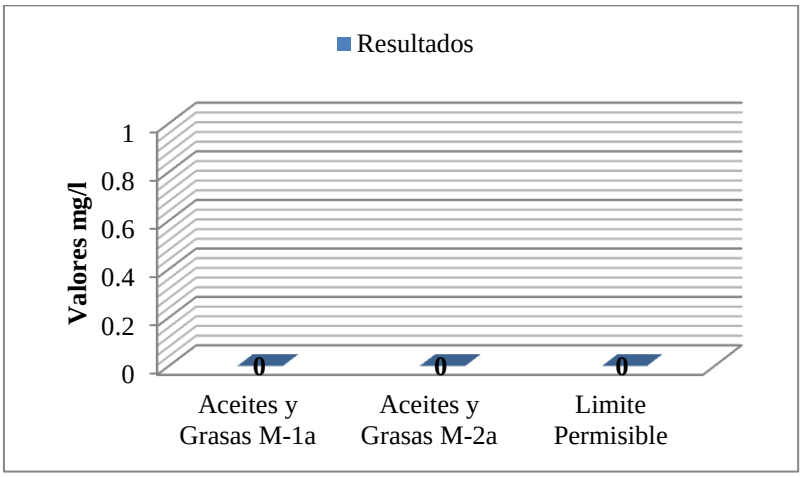


Figura 30. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial, elemento: aceites y grasas.

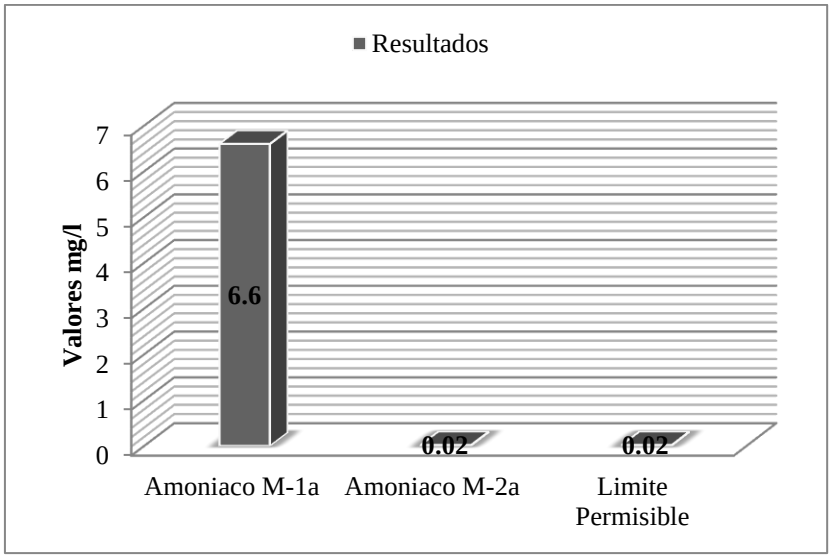


Figura 31. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial, elemento: Amoniaco.

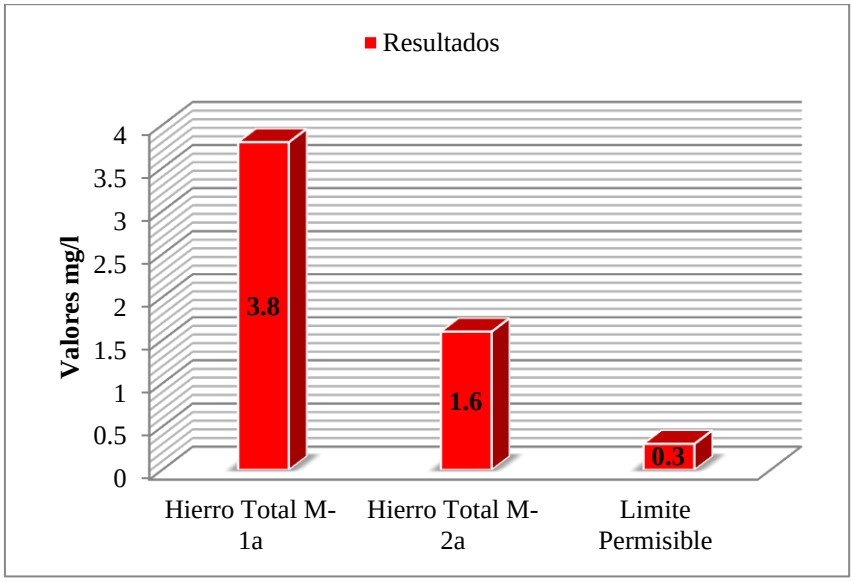


Figura 32. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial, elemento: Hierro Total.

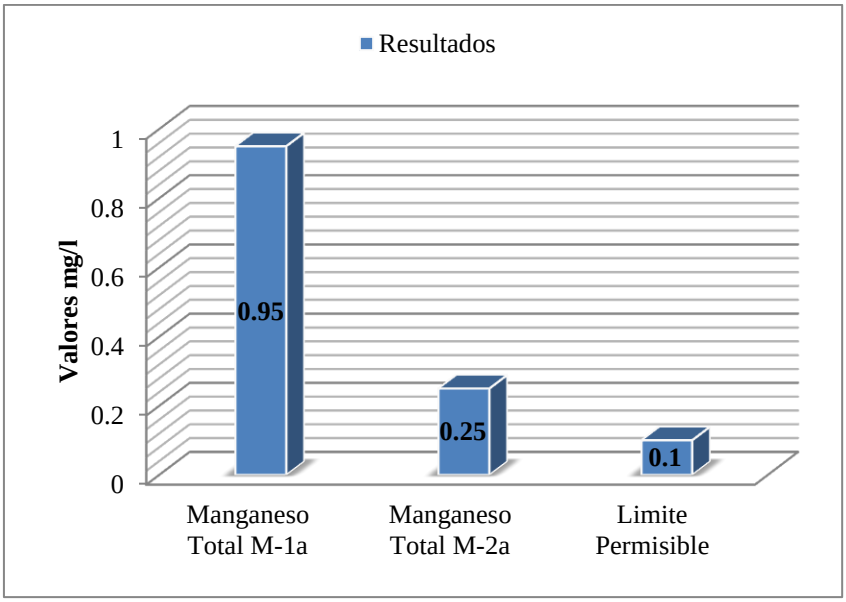


Figura 33. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial elemento: Manganeso Total.

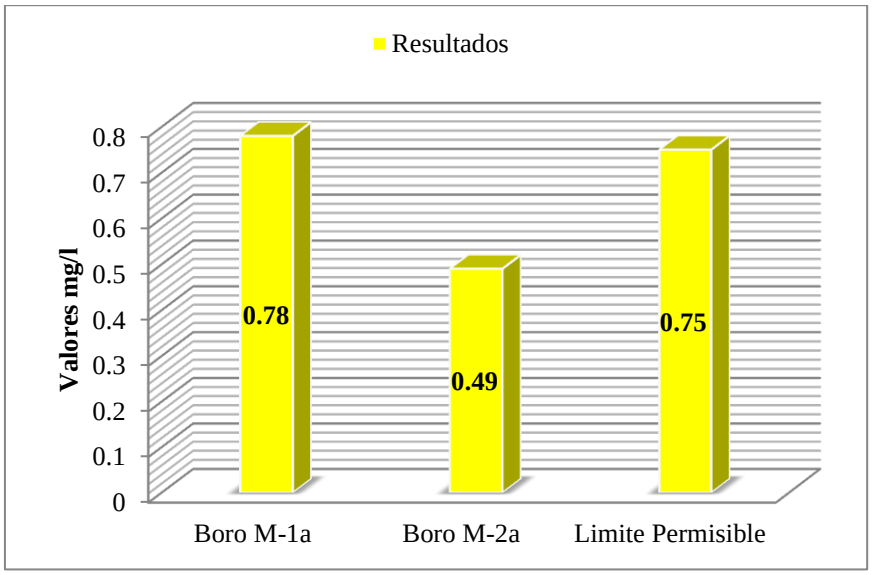


Figura 34. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial, elemento: Boro.

Tabla 21. Parámetros representados para la descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial.

Parámetro	Resultado		Limite min.	Limite máx.
	M-1a	M-2a		
Aceites y Grasas	Presencia	Ausencia	Ausencia	0,3 mg/lit
Amoniaco	6.6 mg/l	0.02 mg/l	-	0,02
Hierro Total	3.8 mg/l	1.60 mg/l	-	0,30
Manganeso Total	0.95 mg/l	0.25 mg/l	-	0,10
Boro	0.78 mg/l	0.49 mg/l	-	0,75

Como se puede observar existen parámetros que sobresalen al límite permisible entre los que constan presencia de grasas y aceites, amoniaco, Mn, Fe y boro como contaminantes principales. Su presencia se debe a la acción de microorganismos presentes en el agua así como también elementos que se adhieren al momento de descarga como son urea, nitrógeno y materia orgánica.

Análisis de muestras, segundo análisis: mes septiembre.

Para los análisis de las muestras del mes de septiembre, las matices se recolectó aproximadamente unos 100m aguas abajo y en el transcurso de esta los resultados obtenidos se evidencian claramente, los parámetros físicos y químicos están por debajo de los limites deseables excepto por el tercer parámetro de límite de preservación flora y fauna en cuerpos de agua superficial que tiene cuadros con resultados que no cambian.

Figura 35. Muestras de aguas recogidas, actividad realizada para el segundo mes de monitoreo de aguas.

Las muestras recolectadas presentan una hoja de remisión que describe generalidades físicas y visuales a continuación se mencionan:

Cuadro 3. Identificativo para la toma de muestras de agua 1 y 2 en el mes de septiembre.

# de muestra	**Hora de toma de muestra**	**Propiedades in situ:**	**Ambiente:** Soleado.	**Vegetación presente.**
1	09:00am..	**Coloración:** Gris Oscura		No existe vegetación que dificulte la accesibilidad a la zona.
Coordenadas UTM:	**Olor:**	**Accesibilidad**		
X= 683404 **Y=** 9628978 **Z=** 1080	El olor de la muestra es fétido, característico de material en descomposición.	Existe una carretera cerca del punto donde se recolecta la muestra de fácil entrada.		
# de muestra	**Hora de toma de muestra**	**Propiedades in situ:**	**Ambiente:**	**Vegetación presente.**
2	09:30am.	**Coloración:** Transparente Amarillenta		La vegetación es densa principalmente abunda el pasto elefante.
Coordenadas UTM: **X=** 683389 **Y=** 9629202 **Z=** 1051	**Olor:** El olor de la muestra es fétido; característico de materia orgánica.	**Accesibilidad** Difícil el acceso por la abundancia de vegetación.		

Fuente: El Autor.

Características Físicas

Tabla 22. Resultados de laboratorio, describen los parámetros físicos de muestras de agua 1 y 2 (septiembre).

Parámetros	**Resultados**		**Límite Deseable**	**Límite Max. Permisible**	**Norma**
	M-1s	**M-2s**			
Temperatura	19,3	19,3	Mer		TULSMA
Aceites y Grasas	Presencia	Ausencia		0,3 mg/l	M S P-TULSMA
Materia Flotante	Ausencia	Ausencia	-	Ausencia	TULSMA

Continuación Tabla 22. Resultados de laboratorio, describen los parámetros físicos de muestras de agua 1 y 2 (septiembre).

Color Real	6	0	Inapreciable	dilución 1/20	TULSMA
Color Aparente	720	42	-	-	USPHS-OMS
Turbiedad	125	10	-	100	-TULSMA
Sólidos Totales	433	433	-	1 600	TULSMA
Sólidos Disueltos Totales	972	420	-	1000	- TULSMA
Sólidos Disueltos Fijos	417	76,0	-	-	-
Sólidos Disueltos Volátiles	555	344	-	-	-
Sólidos Suspendidos	320	12	-	100	TULSMA
Sólidos Suspendidos Fijos	102	3,0	-	-	-
Sólidos Susp. Volátiles	218	9,0	-	-	-
Sólidos Sedimentables	9,8	0,1	-	1,0	M S P- TULSMA

Características Químicas

Tabla 23. Resultados laboratorio parámetros químicos de muestras de agua 1 y 2 (septiembre)

Parámetros	**Resultados**		**Límite Deseable**	**Límite Max. Permisible**	**Norma**
	M-1s	**M-2s**			
Potencial de Hidrógeno	7,01	7,00	5.0	9.0	TULSMA
Nitratos+Nitritos	11,0	7,80	-	10	TULSMA
Manganeso Total	1,00	0,20	-	2,0	TULSMA
Hierro Total	3,85	1,50	-	10.0	TULSMA
Cianuro Total	0,00	0,00	-	0,1	TULSMA
Fósforo Total	4,18	2,10	-	10	TULSMA
Cloro	0,00	0,00	-	0.5	TULSMA
Nitrógeno Total	8,22	2,09	-	15.0	TULSMA
Sulfatos	672	149	-	1000	TULSMA
Aluminio	0,002	0,002	-	5,0	TULSMA
Níquel	0,004	0,003	-	2,0	TULSMA
Zinc	0,002	0,002	-	5,0	TULSMA
D B O5	178	2,0	-	100	TULSMA
D Q O	60	6	-	250	TULSMA
Coliformes Fecales	3,15E+03	19,0E+00	= Remoción	> al 99,9% **	TULSMA

Límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas en cuerpos de agua superficial

Tabla 24. Resultados laboratorio del límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna de muestras de agua 1 y 2 (septiembre).

Parámetros	Resultados		Límite Deseable	Límite Max. Permisible	Norma
	M-1s	M-2s			
Temperatura	19,3	19,3	Condiciones	atural+3ºC-20	TULSMA
+Sólidos Disueltos Totales	972	420	-	3 000	TULSMA
+Potencial de Hidrógeno	7,01	7,00	6,0	9,0	TULSMA
+Coliformes Totales	4,0E+03	4,5E+02	-	1000	TULSMA
Materia Flotante	Ausencia	Ausencia	-	Ausencia	TULSMA
Coliformes Fecales	3,15 E+03	19,0 E+00	-	200	TULSMA
Ácido Sulfhídrico	0,0001	0,0001	-	0,0002	TULSMA
Aceites y Grasas	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P-TULSMA
Amoniaco	6,70	0,02	-	0,02	TULSMA
Cianuro Total	0,00	0,00	-	0,01	TULSMA
Cloro Libre	0,00	0,00	-	0,01	TULSMA
Hierro Total	3,85	1,50	-	0,30	TULSMA
Manganeso Total	1,00	0,20	-	0,10	TULSMA
Fluoruro Total	0,00	0,00	-	4,00	TULSMA
Aluminio	0,002	0,002	-	0,10	TULSMA
Níquel	0,004	0,003	-	0,025	TULSMA
Zinc	0,002	0,002	-	0,18	TULSMA
Boro	0,82	0,45	-	0,75	TULSMA

Para el análisis de cada muestra se hizo necesario la cantidad de 2 litros de agua por cada punto referenciado, los resultados fueron similares al primer monitoreo, estos no varían mucho, ciertamente el análisis de parámetros que se encuentran por sobre los límites máximos permisibles se detallan a continuación:

Análisis de los resultados que exceden el límite de máximo permisible para la segunda toma de muestras durante el mes de septiembre.

- **Análisis físico**

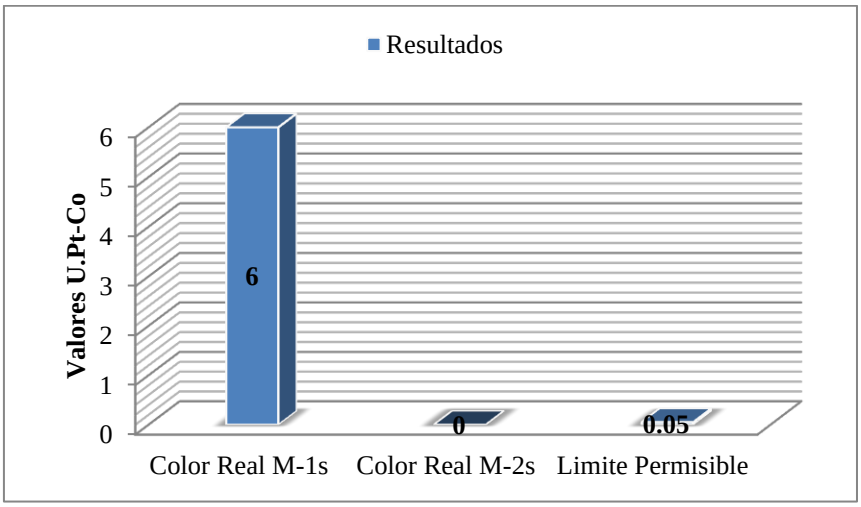


Figura 36. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Color Real.

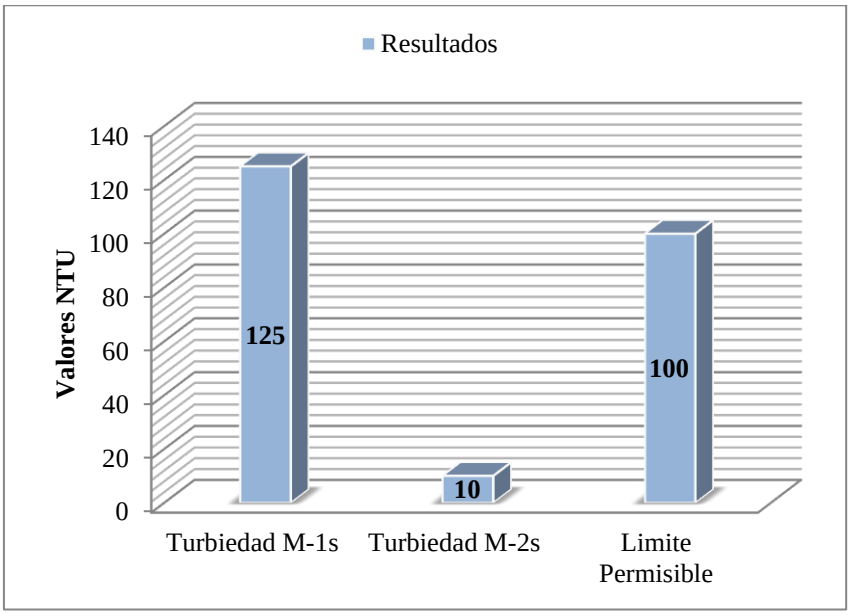


Figura 37. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Turbiedad.

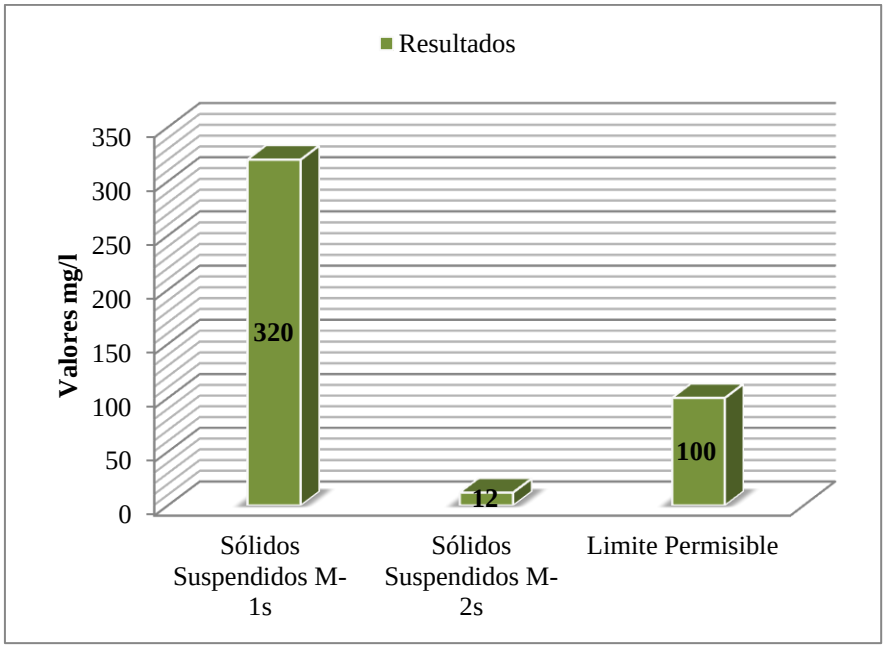


Figura 38. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Suspendidos.

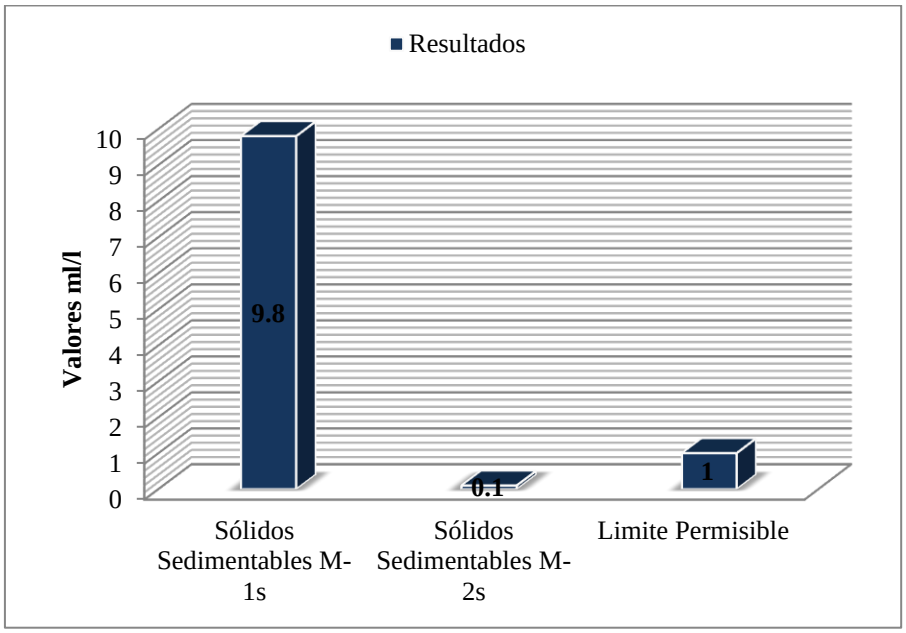


Figura 39. Descripción gráfica del análisis físico, parámetro: Sólidos Sedimentables.

La tabla siguiente especifica los valores y medidas que determinan su exceso.

Tabla 25. Parámetros físicos representados en las gráficas.

Parámetro	Resultados		Limite min.	Limite máx.
	M-1s	M-2s		
Color Real	6 U. Pt-Co	0 U. Pt-Co	Inapreciable	0,05
Turbiedad	125 N.T.U o F.T.U	10 N.T.U o F.T.U	-	100
Sólidos Suspendidos	320 mg/l	12 mg/l	-	100
Sólidos Sedimentables	9,8 ml/l	0,1 ml/l	-	1

Las características físicas expuestas definen el contenido de impurezas, el análisis de cada parámetro físico muestra claramente que existen 4 elementos que sobrepasan los límites permisibles. Los constituyentes encontrados en el agua residual como los sólidos son el producto de interacción entre materia orgánica por arrastre, se consideran que estos sólidos son substancias que contienen carbón, H y O, pudiendo estos elementos combinarse con N, S o P lo cual le da una característica desagradable al agua. También la turbiedad es otro de los parámetros analizados, el resultado muestra que en el punto 1 existe gran cantidad de materia disuelta debido a que en el transcurso hay desintegración de arcillas o limos, mientras que para el punto 2 la calidad visual mejora, determinando un progreso en el color real del agua.

Análisis Químico

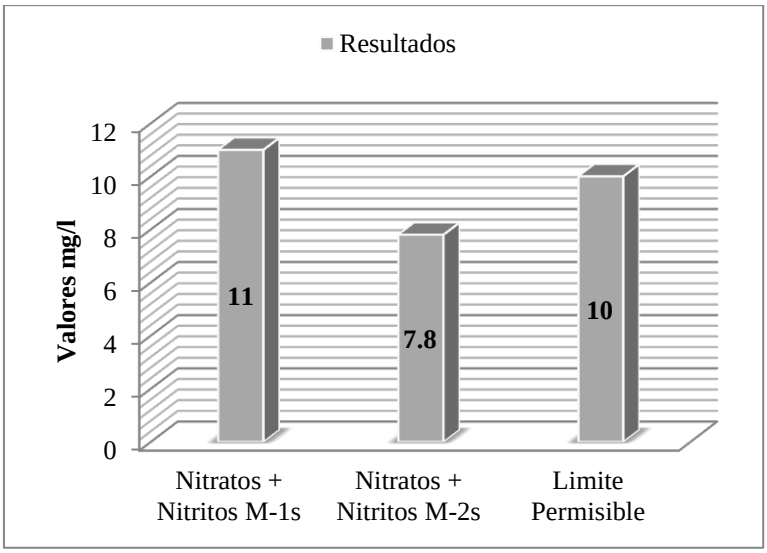


Figura 40. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: Nitratos+Nitritos.

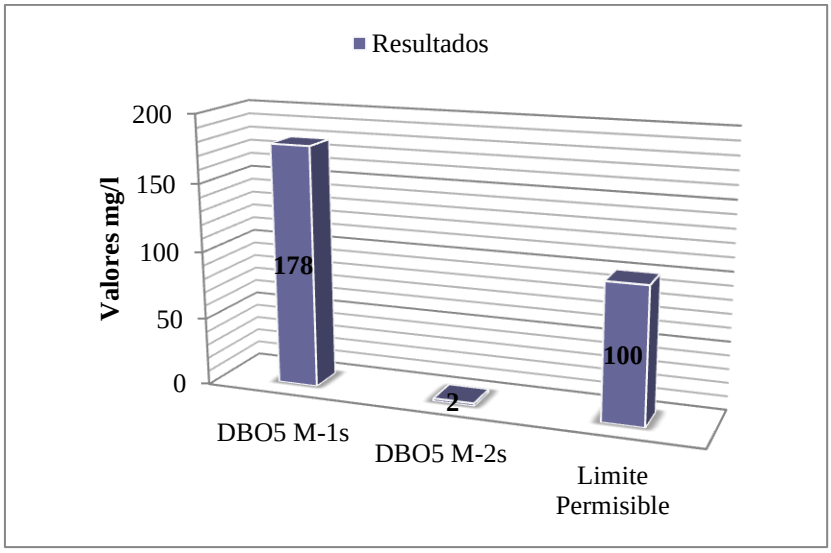


Figura 41. Descripción gráfica del análisis químico, parámetro: DBO5.

Los valores muestran claramente su presencia en las muestras de agua analizadas, en la tabla contiene los valores correspondientes:

Tabla 26. Parámetros del análisis químico, representados en la gráfica.

Parámetros	**Resultados**		**Limite min.**	**Limite máx.**
	M-1s	**M-2s**		
Nitratos+Nitritos	11,0 mg/l	7.8 mg/l	-	10
DBO5	178 mg/l	2.0 mg/l	-	100

Dentro del agua residual existe una cantidad de elementos que demuestran exceso entre estos constan los nitratos, nitritos y DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigeno durante 5 días), los componentes orgánicos siguen presentes en mayor cantidad en la muestra 1, ya en la muestra 2 disminuye.

El contenido de materia orgánica presente tiene importancia para la determinación y control de calidad de aguas. La concentración de estas sustancias aumenta tanto por en contacto del agua con las formaciones geológicas presentes en el área de estudio como por las aguas residuales sin tratar.

Análisis de resultados de laboratorio del límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas en cuerpos de agua superficial

Para los límites de preservación de flora y fauna, los ítems que exceden el límite de permisibilidad son: el amoniaco, hierro total, Mn y boro, cada uno de estos expresado mg/l.

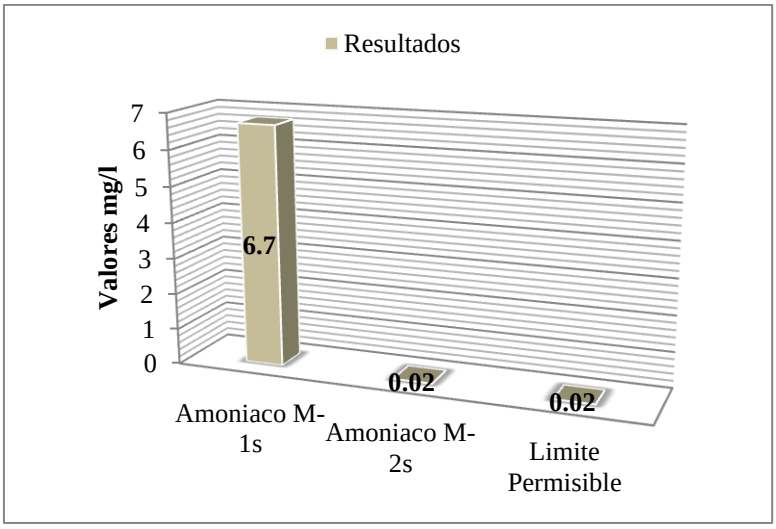


Figura 42. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Amoniaco.

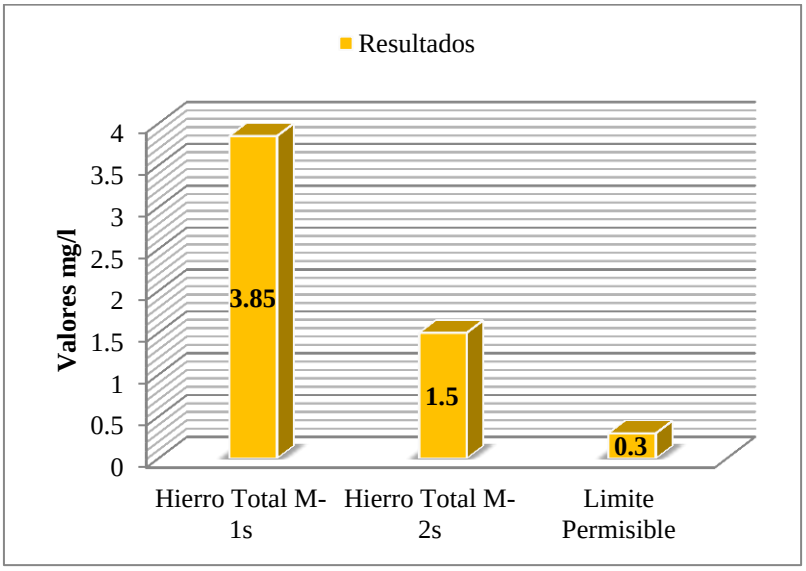


Figura 43. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Hierro Total.

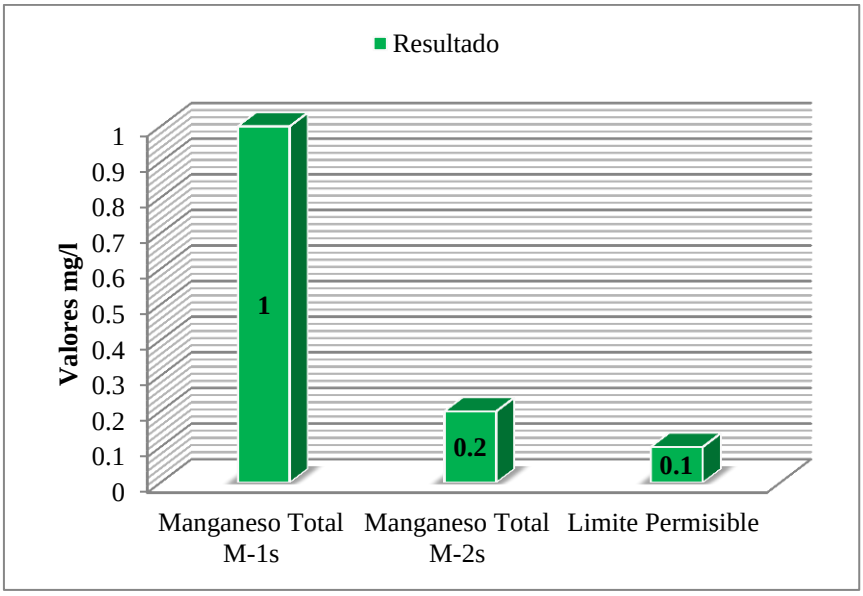


Figura 44. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Manganeso Total.

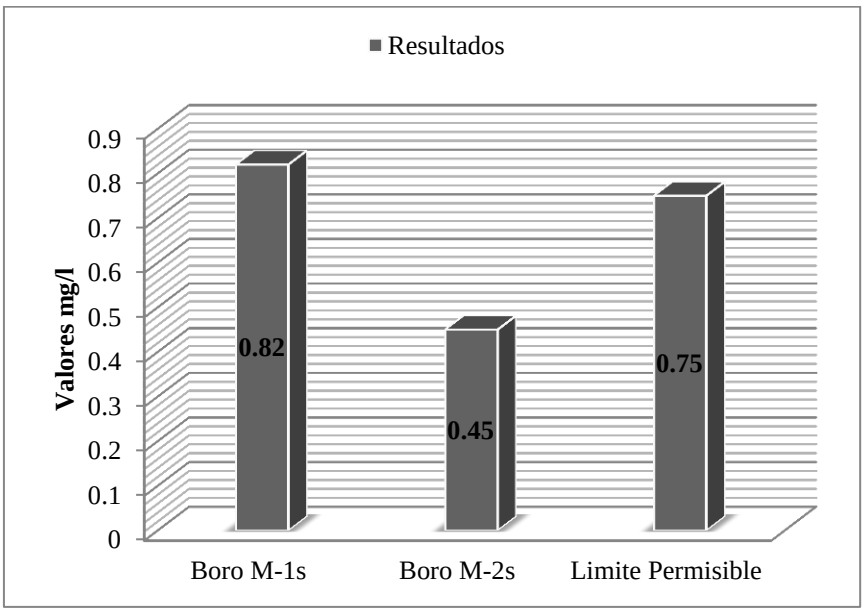


Figura 45. Descripción del parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna elemento: Boro.

A continuación se presenta una tabla que expresa los valores obtenidos en laboratorio comparados con los límites máximos permisibles, cada parámetro con su unidad de medida.

Tabla 27. Parámetros representados en la gráfica contempla resultados de muestras 1 y 2 tomadas durante el mes de septiembre.

Parámetro	Resultados		Límite min.	Límite máx.
	M-1s	M-2s		
Amoniaco	6,7 mg/l	0,02 mg/l	-	0,02
Hierro Total	3,85 mg/l	1,5 mg/l	-	0,30
Manganeso Total	1,00 mg/l	0,20 mg/l	-	0,10
Boro	0,82 mg/l	0,45 mg/l	-	0,75

Los resultados muestran valores que sobrepasan el límite permisivo; para la muestra 1 y muestra 2 existen solo algunos elementos que representan contaminación por exceso, como amoniaco, Fe total, Mn total y B esto se debe a que en el agua todavía existe materia orgánica en dilución.

Los elementos muestran contaminación porque en el punto de descarga tienen interacción con otros elementos del ambiente y en su recorrido pueden arrastrar materiales pertenecientes a formaciones geológicas como por ejemplo limos, arcillas, arenas o gravas, materiales que alteran la calidad del agua.

7.5.2 Interpretación de Resultados

En el análisis físico existen parámetros que exceden los límites máximos permisibles, esto es evidente para la muestra 1 tanto del mes de agosto como de septiembre, las gráficas representan claramente los elementos como color real, turbiedad, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables que presentan alteración.

En el análisis químico los elementos que sobrepasan el límite de permisibilidad son nitratos+nitritos y la demanda bioquímica de oxigeno (DBO5), en comparación con las muestras de los meses de agosto y septiembre la que representa mayor presencia son las muestras 1 de cada mes, las gráficas presentan cada elemento en exceso y su límite permisivo.

Para el parámetro de límite máximo permisible para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua superficial, existen 5 ítems que sobrepasan los límites como son

amoniaco, hierro total, manganeso total, boro y la presencia de grasas y aceites, igual que los análisis anteriores la que representa mayores valores es la muestra 1 de cada mes dando como resultado que la mayor presencia de contaminación está en el punto inicial de descarga.

En conclusión se determina que si existe contaminación y que estas aguas de descarga necesitan tratamiento convencional antes de ser vertidas hacia cuerpos de aguas en superficie, tratando de minimizar la contaminación hacia este recurso. Además justifica que es necesaria la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales por la contaminación presente.

7.5.3 Determinación del Índice de Calidad del Agua

Para la determinación de calidad del agua se requieren de 9 parámetros básicos necesarios para obtener los índices de calidad, ante esto se consideraron los siguientes parámetros: pH, Coliformes totales, temperatura, aspecto, sólidos disueltos, grasas y aceites, sulfatos, cianuros y DBO5.

Para la determinar el ICA (Índice de Calidad de Agua) se aplica a expresión dada por Martínez de Bascarón (1979):

$$\mathrm{ICA} = \frac{\mathrm{K} \in \mathrm{Ci.\,Pi}}{\in \mathrm{Pi}}$$

(Fuente: MARTINEZ de Bascarón, 2001. Criterios para Evaluar Aguas (ICA),

Dónde:

Ci= Valor porcentual asignado a los parámetros; Pi= Peso asignado a cada parámetro; K= constante que toma los siguientes valores:

- 1,00 para aguas claras sin aparente contaminación.
- 0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez no natural.
- 0,50 aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor.
- Para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.

La comparación del índice de calidad de aguas se aplica a la siguiente tabla emitida por Martínez de Bascarón.

Tabla 28. Rango de Clasificación del ICA De Acuerdo al Criterio General.

Razón	Calidad Ambiental para el Agua (ICA %)
Agua limpia-excelente	100
Muy buena aceptable	85-95
Buena Consumo humano Bajo tratamiento convencional	85-75
Utilizable Bajo tratamiento especifico	75-60
Mala	60-50
Pésima	< 50

Fuente: Martínez de Bascarón, 1979. Rango de clasificación del ICA.

Los índices de calidad de aguas se demuestran en la tabla siguiente. La clasificación que se presenta relaciona la calidad de aguas y mes de muestreo.

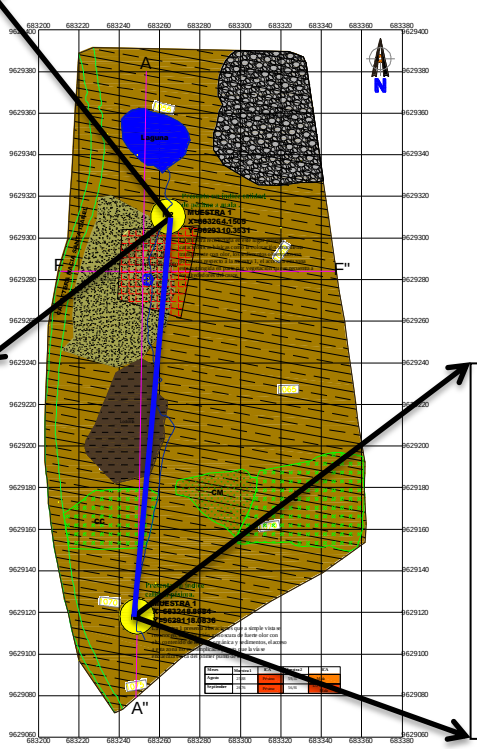
Tabla 29. Resultados y criterios de evaluación del ICA.

Meses	Muestra 1	ICA	Muestra 2	ICA
Agosto	25,88	Pésima	59,55	Mala
Septiembre	26,76	Pésima	56,91	De Pésima a mala

Los parámetros que se utilizó para la determinación del índice calidad de aguas describen cuantitativamente los resultados obtenidos. Las deducciones en comparación con los criterios de evaluación, clasifican a las muestras analizadas como pésimas y malas, estas deducciones justifican la necesidad de que este tipo de descarga residual tenga tratamiento antes de su evacuación hacia otros cuerpos de agua e incluso su reutilización.

Descripción Gráfica del Mapa de Muestreo

Muestra 2, de coloración amarillenta clara, de olor fétido contiene material sedimentario en bajas proporciones con un índice de calidad Mala resultado que aplica a las dos muestras analizadas (agosto-Septiembre).



Muestra 1, de coloración gris oscura, de olor fétido contiene material sedimentario orgánico y es la muestra que más contaminación presenta con un índice de calidad pésima criterio que aplica para las muestras dos analizadas (agosto-septiembre).

Figura 46. Análisis mapa de muestreo de aguas.

En el anexo 9 se hace constar el mapa de muestreo de aguas cada una de las coordenadas con el respectivo criterio de avaluación. Cada punto de muestreo cuenta con características generales de calificación y cuantificación.

El cauce generalmente cruza la zona de estudio, particularmente por la formación Uchucay caracterizado por la presencia de arcillas, limos y arenisca en los flancos de la quebrada se denota pequeñas denudaciones que dejan ver su geología. Cada uno de los puntos de muestreo cuenta con su respectivo análisis y razón de valoración.

7.5.4 Población y Caudal de Aguas Residuales

Para el emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de este sector se considera la población actual y proyectada, a continuación se presenta un cuadro realizado por el MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) donde se analiza la población que para dentro de 18 años se tendrá.

Tabla 30. Análisis de crecimiento poblacional de Sumaypamba.

ANÁLISIS POBLACIONAL PARA SUMAYPAMBA				
PARROQUIA:	SUMAYPAMBA			
CANTÓN:	SARAGURO			
Tasa de crecimiento:	0.533%			
Población total estudiantil:	193			
Viviendas:	94			
POBLACIÓN ACTUAL				
526				
POBLACIÓN PROYECTADA				
AÑO CRONOLÓGICO	**MÉTODO GEOMÉTRICO**	**MÉTODO EXPONENCIAL**	**MÉTODO ARITMÉTICO**	**POBLACIÓN TOTAL**
2011	529	529	526	548
2012	532	532	526	551
2013	534	534	526	554
2014	537	537	526	557
2015	540	540	526	560
2016	543	543	526	562
2017	546	546	526	565
2018	549	549	526	568
2019	552	552	526	571
2020	555	555	526	574
2021	558	558	526	577
2022	561	561	526	580
2023	564	564	526	583
2024	567	567	526	586
2025	570	570	526	589
2026	573	573	526	592
2027	576	576	526	595
2028	579	579	526	598
2029	582	582	526	601
2030	585	585	526	604
2031	588	588	526	608
Notas: 1.- La proyección seleccionada para el diseño es el método exponencial. 2.- La población flotante se considera el 10% de la población estudiantil.				

Fuente: Documento Agua y Saneamiento MIDUVI 2011.

El análisis de la población de Sumaypamba está de acuerdo a la tasa de crecimiento que es dado por el INEC de acuerdo a esto se tiene una tasa de crecimiento de 0.533% aplicado para el análisis de crecimiento.

- **Caudal de Agua residuales**

El caudal de aguas residuales se determina considerando la expresión:

$$Q = \frac{CRxCxDxA}{86400}$$

(Fuente: Documento Agua y Saneamiento MIDUVI 2011.)

Dónde:

Q = caudal medio de aguas residuales domésticas, l/s;

CR = coeficiente de retorno, para este sector considerado en 70 %.

C = consumo neto de agua potable, l /hab. / d,

D = densidad de población de la zona hab. /ha,

A = área de drenaje de la zona, ha,

Entonces el caudal medio aproximado de las aguas residuales que se va a procesar según la población actual es de 122,5 lit/h o en su defecto 0,034 lit/seg. Para este caso no se toma en cuenta aguas residuales industriales ni comerciales porque no aplica.

También se considera datos de importancia como la densidad poblacional por hectárea, a continuación se muestran los valores correspondientes:

Tabla 31. Consumo de agua y densidad de la población.

DENSIDAD	**CONSUMO DE AGUA POTABLE**
54 Hab/Ha	100 litros por habitante por día.

Fuente: Documento Agua y Saneamiento MIDUVI 2011.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la discusión de resultados se utilizó como referencia la información reseñada en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Sumaypamba (2011). Atendiendo a este estudio se describe la importancia de preservar de la ocupación física urbana de aquellos sectores que por sus limitaciones geológicas y topográficas no son aptos para receptar usos urbanos e infraestructurales y que por esas mismas características deberán mantener permanentemente vegetación y un manejo adecuado con actividades de conservación de suelos en forma permanente. En relación a las políticas de asentamientos y considerando que la población es el recurso básico a cuyo mejoramiento se deben orientar los mayores esfuerzos de las políticas públicas y las inversiones del sector privado, se debe inducir un patrón de desarrollo demográfico en armonía con el uso adecuado de los recursos naturales.

A partir de esta investigación y utilizándola como información base se procedió a la descripción geológico, geotécnico ambiental del área de estudio para el emplazamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales en el cual se describe una topografía claramente regular, con altitudes locales de 900 a 1200 m s.n.m y una vegetación poco densa con una extensión de estudio de aproximadamente 3.5ha, el lugar muestra claramente zonas de denudación con escaza presencia de vegetación producto de la meteorización y elementos geomorfológicos que intervienen en la modificación del toda el área. Regionalmente se describen elevaciones que van desde los 1200 a 3000 m s.n.m dichas alturas se desprenden de la cordillera real de los Andes creando una orografía irregular que dan origen a diversas formas geomorfológicas en el sector de estudio.

El lugar de estudio pertenece a la cuenca del Rio Jubones en donde existe material coluvial y la existencia de rocas sedimentarias. La geología muestra el predominio del material sedimentario los afloramientos existentes pertenecen a la formación Uchucay y parte del Grupo Ayancay también es evidente las formaciones estratigráficas, particularmente en el área de estudio la estratificación de arcilla (limolita) muestra un buzamiento de 45°SE a esto se añade la presencia de lodolitas, conglomerados, areniscas. La presencia de grietas de desecación y oxidaciones de color amarillento es típico de arcillas, esto se constató mediante la visitas de campo y con la realización de

una calicata se elaboró la columna estratigráfica; las dimensiones de la calicata son de 1.20*1.20*2 m y se tomaron datos de las potencias que van de 0,20 m suelo, de 0,30 m arenisca y 1,50 m de limolita.

El estudio de suelos muestra predominio de material fino en un porcentaje promedio de 98% y de arenas en 1%, se tiene un tipo de suelo arcilloso de alta plasticidad las muestras fueron tomadas cada 2 metros en una profundidad total de 6 m. A esto se suma el ensayo geotécnico realizado mediante el sondeo de penetración estándar que muestra que el terreno es de tipo CH1 calificándolo como bueno para la construcción ya que soporta una carga de 4.5 kg/cm^2.

En el ensayo de permeabilidad muestra que se tiene un consumo de agua en el terreno de 52,5 m/día lo que comprueba que el terreno es permeable y también que en épocas de invierno con abundante precipitación el material es propenso a hundimientos.

En el análisis de aguas residuales se evidenció la contaminación hacia este recurso, es claro que en el transcurso de 100 m recorridos aun presenta el exceso de algunos parámetros y deja la evidencia de la necesidad de que esta sea tratada por algún medio. El criterio de evaluación para cada una de las muestras analizadas da como resultado que se tiene una calidad de pésima a mala, esta evaluación aplica a las 4 muestras analizadas, la mayor contaminación se ubica en el primer punto de muestreo, por lo que se estima la importancia de su tratamiento.

9. CONCLUSIONES

- Geológicamente el terreno está constituido por material sedimentario como arenisca, arcilla y lodolita perteneciente a la formación Uchucay y en parte existe la presencia de conglomerado perteneciente al grupo Ayancay.

- El sector de estudio tiene un basamento arcilloso con finas capas de arenisca, estas se encuentran definidas por un buzamiento de 45° SW, presentando además oxidaciones entre estratos.

- El sector de estudio se encuentra geológicamente sobre la formación o grupo Ayancay y Uchucay constituido principalmente por conglomerado, arenisca, que lo caracteriza, en ciertas partes se muestra claramente afloramientos expuestos que se están meteorizando y erosionando continuamente.

- El área de estudio no presenta estructuras de importancia. Regionalmente existen fallas y plegamientos en direcciones NE.

- El área de estudio muestra grietas de desecación en toda la superficie del terreno, no existen plegamientos, fallas o cualquier otra estructura que limite al terreno para la construcción de cualquier obra.
- Los estratos se encuentran sin deformación por efecto de fallas activas, relativamente, sin dobladuras y plegamientos. No hay rupturas tectónicas en los estratos observados en la calicata realizada. No hay desplazamientos horizontales en los estratos de las formaciones Uchucay y Ayancay, que sirven como estratos guías para la detección de fallamiento superficial para esta zona específica.
- Geomorfológicamente Sumaypamba se ubica dentro de colinas medianas y largas planicies pertenecientes a la cuenca del Rio Jubones, particularmente es una zona coluvial donde predominan el material como cantos rodados y arcillas.

- En el área de estudio no se evidencia problemas potenciales considerados como deslizamientos o derrumbes que pongan en peligro obras de infraestructura.

- La estratificación bien definida muestran claramente que existen potencias que van desde 0.30 m hasta potencias indefinidas como se evidenció en el ensayo SPT a una profundidad de 6 m que no se alcanzó el rebote.

- La clasificación de suelos muestra claramente que hay predominio de arcillas con altos contenidos de finos en 98% y 1% de arenas, además se tiene un suelo de clasificación CH1 de alta plasticidad.

- El ensayo de permeabilidad realizado en el terreno a una profundidad de 1.50 m muestra que se absorbe un total de 52,5 m por día.

- Durante la realización del ensayo SPT se obtuvo resultados del terreno que muestran claramente que el terreno soporta una carga promedio de 4.5 kg/cm^2 hasta una profundidad de 5m posterior el resultado disminuye.

- El resultado de la compresión simple muestra claramente que el material presenta una cohesión de 0.2 kg por m^2 es decir que cierta cantidad de material arcilloso presente en la muestra sirve como cementante entre partículas.

- El terreno tiene una capacidad de soportar cargas de 42 a 49 ton/m^2, esto analizado para zapatas de 1, 1,50 y 2 m con respecto a su base, por lo tanto el terreno es óptimo para realizar la construcción.

- En el análisis de resultados de aguas se tiene contaminación en alta proporción, el índice de calidad de agua la califica de pésima a mala.

- Durante el análisis de cada uno de los parámetros tanto físicos, químicos existe predominio de materia orgánica, materia en suspensión y sedimentable lo que ratifica la alta contaminación del lugar especialmente en el punto de descarga.

10. RECOMENDACIONES

- Que para la construcción a futuro de la infraestructura se impermeabilice el terreno para evitar problemas de hundimiento o fugas de agua.

- Se recomienda que para posteriores estudios para la construcción de edificaciones en la zona, se tome el criterio de realizar más de un ensayo Geotécnico.

- Diseñar medidas de drenaje superficial y a profundidad para controlar la presencia de agua en los estratos limo-arcillosos en épocas lluviosas y de fuerte escorrentía a fin de evitar problemas de cuarteamientos y hundimientos.

- Según las características del terreno se recomienda que parte del material previsto para ser utilizado en la construcción sea material de mejoramiento.

- Se recomienda la elaboración detallada de perfiles estratigráficos con la ayuda ya sea de calicatas o de ensayos SPT con la finalidad de definir la potencia exacta de estratos a distintos niveles.

- Es recomendable tener en cuenta el origen sedimentario y el tipo de material que predomina en el área ya que mediante esto se pueden construir obras que soporten riesgos geológicos como sismos y así prevenir catástrofes.

- A pesar de que no existen zonas con muchas pendientes la necesidad de realizar ensayos SEV permitirán determinar la presencia de niveles freáticos y prevenir problemas por hundimiento.

- Se recomienda que las aguas grises tengan un tratamiento antes de su salida hacia otro cauce o para la utilidad de la misma con la finalidad de evitar contaminación hacia otros cuerpos de agua.

11. BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- ALLEN, Bateman. Hidrología Básica y Aplicada. GITS, Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos. Págs. 70. Año 2007.
- ANÓN, A. Caracterización de los Suelos. Capítulo 1. Manual De Mecánica Del Suelo Y Cimentaciones. Págs. 119. Año 2007.
- BOLAÑOS GOMEZ, Itzcoatl. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Universidad Tecnológica de la Mixteca. Instituto de diseño. PTAR. Tesis. Pags.129.
- BOWLES, Joseph, Manual de Laboratorio de Suelo en Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Editorial McGRAW-HILL, año 1980. Pág. 15.
- COLLAZOS, Carlos, et all, Ensayo de Penetración Estándar (SPT) Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Geotecnia. 2006.
- DUQUE E. Gonzalo y Carlos E. Escobar. Mecánica de los Suelos I**.** Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas Capítulo 1. Págs. 8. Año 2005.
- ESCOBAR, Gonzalo Duque. Geología Estructural. Manual de Geología para Ingenieros. cap11. Págs. 23. Año 2013.
- ESPINOZA, M. Diseño y Cálculo. OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales. Pags. 59. Año 2005.
- GORDON M. FAIR, JOHN C. GEYES, DANIEL A. OKUM. Purificación de aguas y tratamientos y remoción de aguas residuales, Editorial Limusa, primera edición, 1973.
- JESÚS, P. Consideraciones Geológicas de las Rocas. Capitulo II. Acceso 8, Año: 2005, págs. 14.
- JUAREZ BADILLO Eulalio, RICO RODRIGUEZ Alfonso. Mecánica de Suelos tomo I. Fundamentos de mecánica de suelos. México. Limusa, 2005.
- KROTZ, Mónica. Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos. Año 2006 Cap.8, Página 170. Reglamento CIRSOC 401.
- LARA VILLACIS, Ligia Elena, Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Técnica de Ambato. Tesis págs. 193.
- MARTINEZ de Bascarón, Criterios para Evaluar Aguas (ICA), 2001.

- ORTIZ, Carlos; Ciencia de la Tierra. Año 2002. Libro 55 págs.
- PÉREZ VALCÁCEL, Juan, Reconocimiento de Suelos. Catedrático de estructuras. Año 2007. Págs. 40
- RICALDONI, Julio. Profesor. Tablas y Ábacos. Departamento de Geotécnica, Curso de Geología de Ingeniería e Introducción a la Mecánica de Suelos. Montevideo Uruguay. Marzo 2008.
- SANCHEZ, Gregorio, Muestreo de Aguas Residuales e Industriales. Universidad Gran Mariscal de Ayacucho. Facultad de Ingeniería. Págs. 36. Año 2006.
- SÁNCHEZ. F, Xavier. Hidrología e Hidrogeología. San Ramón. Dpto. Geología Universidad de Salamanca. España 2004. 125 págs.
- T. L. Roberts y J.L. Henry. El muestreo de Suelos. Los beneficios de un buen trabajo. Págs. 5. Año. 2001.´
- TERZAGUI y PECK. Documento aporte ensayo SPT. págs. 10.
- USAL, Aguas residuales. (MOPT) título II. Págs. 14. Año 2003.

DOCUMENTOS O PUBLICACIONES:

- Documento de Agua y Saneamiento. Proyecto de MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) Ing. Consultor Julio López Mejía. Julio 2011.
- Fundamentos Geológicos previos al Desarrollo de Geología Estructural, documento recopilado por el Ing. Hernán Castillo. Docente de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Año 2009. Págs. 18.
- PDOT, Plan de Ordenamiento Territorial de Sumaypamba.
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Ras 200 sección II. Tratamiento de Aguas Residuales. República de Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico. Bogotá D.C noviembre, 2000.
- Documento: Elementos de Mecánica de Rocas, capítulo 6, págs. 36.

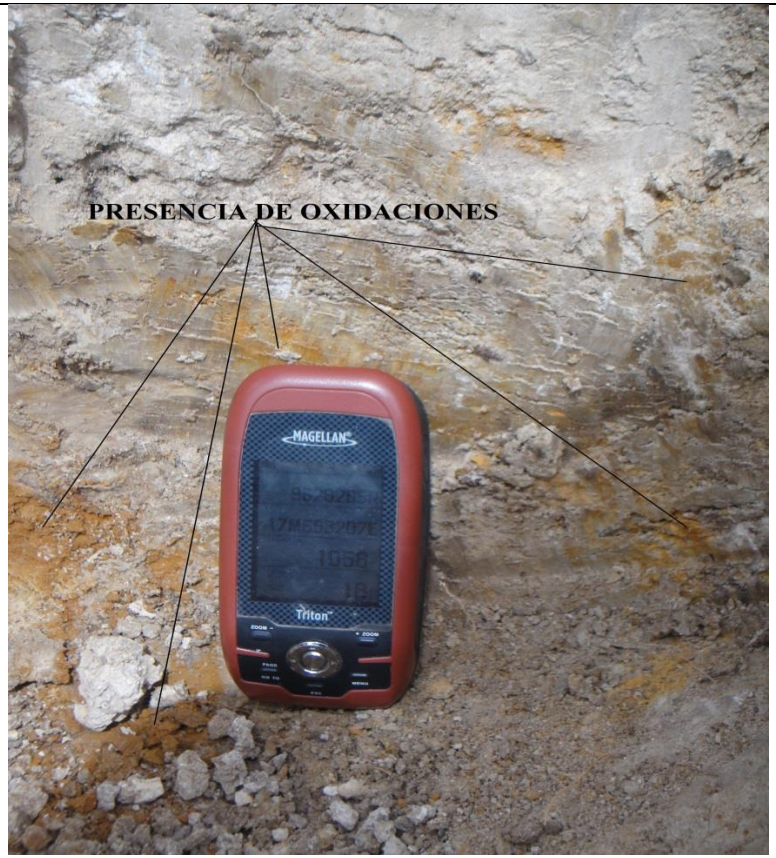
PÁGINA WEB:

- Página del Municipio de Saraguro: www.municipiodesaraguro.gov.ec; dirección: José María Vivar y Sucre. Fax: 593-7-2200108. Email: municipiodesaraguro@yahoo.es Saraguro_Loja_Ecuador.

12. ANEXOS

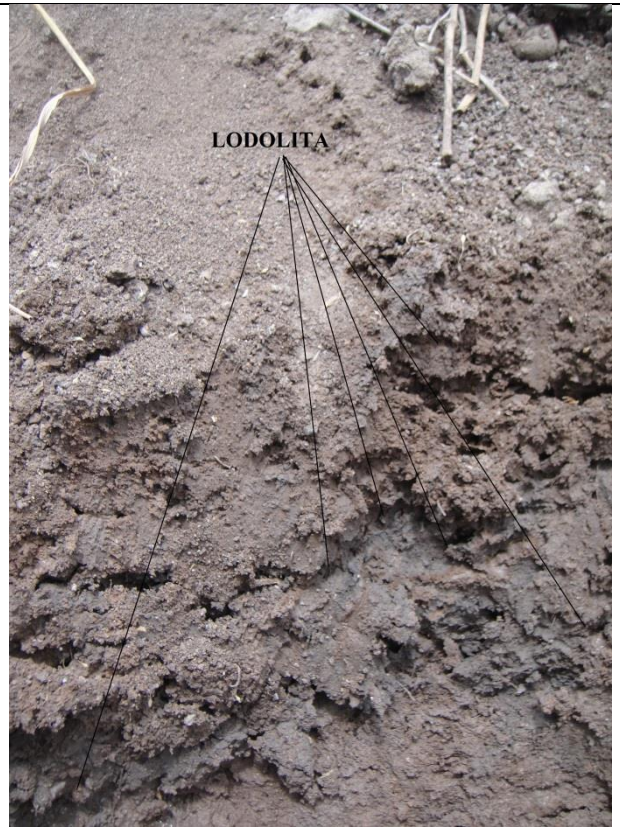
ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Afloramiento 1

Descripción	Coordenadas	
El material presenta ligeramente oxidaciones como se muestra claramente en la fotografía, el material predominante es la arcilla amarillenta con contenidos de limos. Este material en la superficie no presenta definiciones exactas de estratos y mucho menos potencias. Pertenece a la formación Ayancay, característico por poseer material coluvial en ocasión se evidencian en zonas denudadas.	**X=** 683210 **Y=** 9629285 **Z=** 1061 **Datum=** WGS 84 Los datos estructurales no son evidentes.	

Fuente: El Autor.

Afloramiento 2

Descripción	Coordenadas	
El material presenta un estado alto de disgregación se encuentra mezclado con materia orgánica en alto porcentaje. No presenta estratos definidos, se presenta como un cuerpo amorfo. Su color oscuro característico deja evidente el predominio de materia orgánica y de materia en descomposición.	**X=** 683249 **Y=** 9629126 **Z=** 1067 **Datum=** WGS 84 Los datos estructurales no son evidentes.	

Fuente: El Autor.

Afloramiento 3

Descripción	Coordenadas	
La estratificación es evidente la arcilla presenta una coloración clara con ligeras manchas amarillentas significado de oxidaciones en el material. A pesar de que presenta estratificación bien definida no se puede determinar una potencia exacta.	**X=** 683249 **Y=** 9629126 **Z=** 1067 **Datum=** WGS 84 Los datos estructurales. Buz= 45°SE R= 09° NE	

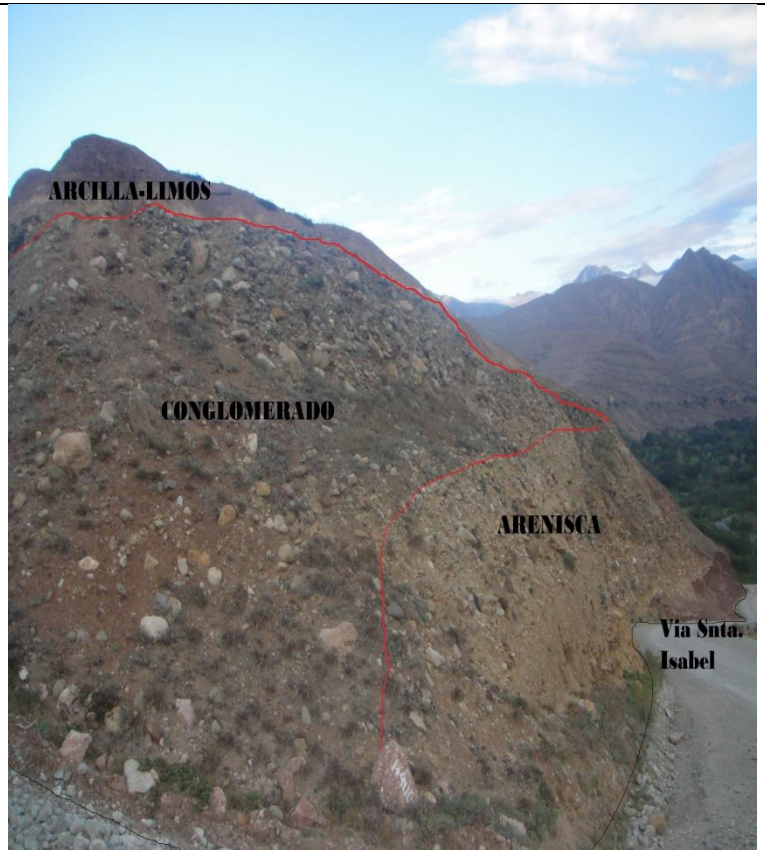
Fuente: El Autor.

Aforamiento 4

Descripción	Coordenadas	
La diferencia de materiales distinta claramente es observable la arcilla del conglomerado. El material presenta cambios por exposición del material frente a los distintos agentes geomorfológicos y presencia de raíces de árboles. La presencia material disgregado se encuentra mezclado con material vegetal.	**X=** 683219 **Y=** 9629173 **Z=** 1071 **Datum=** WGS 84 El conglomerado presenta una coloración amarillenta intensa, la arcilla presenta una coloración amarillenta muy clara. La potencia del conglomerado se aprecia que alcanza unos 2 m mientras que el de la arcilla es indefinido.	

Fuente: El Autor.

Afloramiento 5

Descripción	Coordenadas	
La potencia de los estratos es medible para la arcilla que se encuentra cerca de la superficie se estima unos 2 m, el material como conglomerado presenta una potencia no definitiva de unos 5 m y sobre su base material como arenisca aflora a la superficie de la vía por lo que su potencia se descarta por lo que no es evidente.	**X=** 682466 **Y=** 9629406 **Z=** 1041 **Datum=** WGS 84 La presencia de meteorización al material degenera su color.	

Fuente: El Autor.

ANEXO 2

PRESENCIA DE ESTRATIFICACIÓN Y DE GRIETAS DE DESECACIÓN TÍPICO DE MATERIAL SEDIMENTARIO

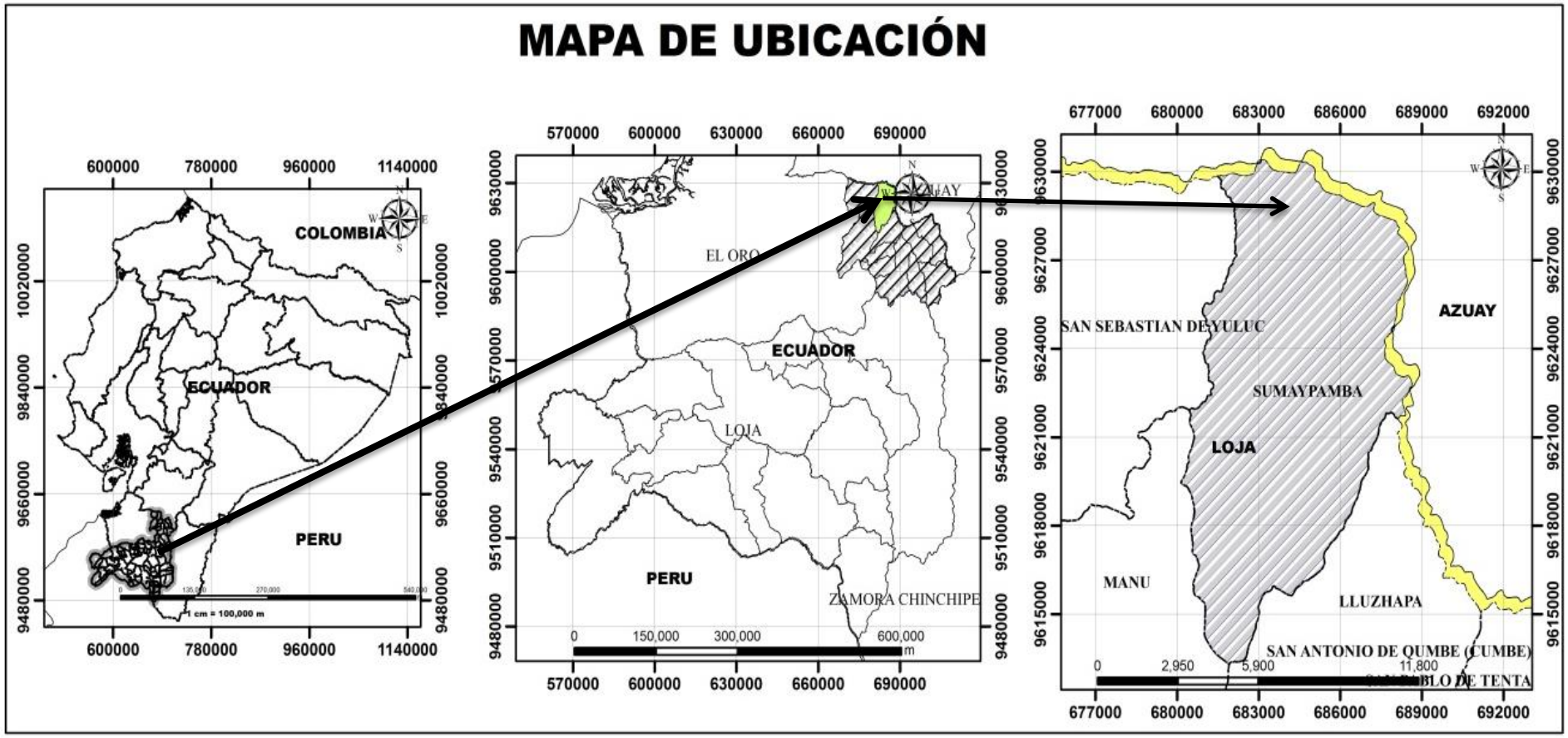
Fuente: El Autor.

ANEXO 3

MEDICIÓN DE ESTRATIFICACIÓN Y PRESENCIA DE CONGLOMERADOS.

Fuente: El Autor.

ANEXO. 4 MAPA DE UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.



Fuente: El Autor.

ANEXO. 5

FICHA DE REGISTRO DE CALICATA.

	FICHA TÉCNICA DE CALICATA		**REALIZA:**	Edison Morocho	**C-1**
	SECTOR:	Sumaypamba, Cantón Saraguro	**CONTROL:**	Referencia	**Calicata 1**
	DOCUMENTACIÓN:	Topografía a detalle 1:1000	**X:**	683254	**FECHA:** 14/01/2014
			Y:	9629280	**EQUIPO:**
			Z:	1050	Excavación Manual 2 m
			GPS:	Estación Total R4	

SIMBOLOGÍA	**PROFUNDIDAD (m)**	**MUESTRA**	**NATURALEZA DEL TERRENO Y CARACTERISTICAS GEOTÉCNICAS MACRO**	**ESQUEMA DE LA CALICATA**
	0.2		Cobertura vegetal. Presencia humus y vegetación herbácea: pastos	
	0.30		Presencia de arenisca de color café claro de granulometría media (2mm) con presencia de vetillas de yeso. No presenta humedad a simple vista.	
	1.50	1	Material arcilloso con contenidos de limos de color claro presenta en ciertas partes oxidaciones que le dan un tono amarillento oscuro, presenta cierta humedad natural del terreno	

ANEXO. 6

CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA.

Parámetros	**Expresado como**	**Unidad**	**Límite máximo permisible**
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN^-	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	***VISIBLE***		*AUSENCIA*
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

Fuente: TULAS. Libro VI, Anexo I, tabla 6.

Continuación. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.

Parámetros	**Expresado como**	**Unidad**	**Límite máximo permisible**
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: TULAS. Libro VI anexo I, tabla 6.

ANEXO. 7 TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELO MÉTODO SUCS Y AASTHO.

Unified Soil Classification System

SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material es retenido pr el tamiz n°200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz n°4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de grava y arena con pocos finos o sin ellos
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos
		GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz n°4	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduada
			SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas

			Resistencia disgregación (seco)	Tenacidad	Reacción a la agitación	Fracción que pasa por el tamiz n° 40	
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz n°200	LIMOS Y ARCILLAS	Límite líquido bajo	Nula a ligera	Nula	Rápida a lenta	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas mufinas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
			Media a alta	Media	Nula a muy lenta	CL	Arcillas inorgánicas, plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, limosas o magras
			Ligera a media	Ligera	Lenta	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad
		Límite líquido alto	Ligera a media	Ligera a media	Lenta a nula	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o con diatomeas, limos elásticos
			Alta a muy alta	Alta	Nula	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas
			Media a alta	Ligera a media	Nula a muy lenta	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta
Olor y color característico, sensación esponjosa, frecuente textura fibrosa						Pt	Turba y otros suelos altamente organicos

Tamiz n°200 : Tamaño de la menos prtícula apreciable a simple vista
Tamiz n°40 : Aproximadamente 0.4 mm
Tamiz n°4 : Aproximadamente 0.5 cm

WWW.JORDIMORENO.COM

Fuente: www.jordimoreno.comaño. Año 2004

Clasificación General	Materiales Granulares (≤ 35% pasa tamiz #200)							Materiales limo arcillosos (> 35% pasa tamiz #200)				
Clasificación Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
% que pasa los siguientes tamices	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
# 10 (2mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
# 40 (425mm)	30 máx	50 máx	52 mín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
# 200 (75□m)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características fracción pasante # 40												
Límite Líquido	-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx
Indice de Plasticidad	6 máx	6 máx	S.P.	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín [1]	10 máx [2]
Materiales característicos	Fragmentos de roca, grava, arena		Arena fina	Arena y grava limosa o arcillosa				Limo		Arcilla		
Descripción general como sub base	Excelente a bueno							Regular a malo				

Nota.
[1]: El Indice de Plasticidad del subgrupo A-7-5 es menor o igual que el Límite Líquido menos 30.
[2]: El Indice de Plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que el Límite Líquido más 30.

Fuente: Krotz, Mónica. Año 2006. Reglamento argentino de Estudios Geotécnicos. Cap.8, Página 170. Reglamento CIRSOC 401.

ANEXO. 8

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.

RESUMEN DE DATOS DE CAMPO, DE LABORATORIO Y RESISTENSIAS OBTENIDAS

PROYECTO: **ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**
OBRA: **ESTUDIO DE SUELOS**
SOLICITADO POR: Sr. Edison Morocho
REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo

OBRA	POZO	PROF. m.	C. H. %	L. L. %	L. P. %	I. P. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	CLASIFI SUCS	CLASIFI AASHTO	GOLPES N 15 cm	GOLPES N 30 cm	GOLPES N 45 cm	N30 golpes	qa Kg/cm2	COHESION Kg/cm2	PERMEAB. m/día
CIMENTACION	1	1,00	36,30	88	22	66	0	1	99	CH1	A-7-6	12	11	12	23	4,2	0,2	52,5
CIMENTACION	1	2,00								CH1	A-7-6	12	11	12	23	4,2		
CIMENTACION	1	3,00	30,58	92	24	68	0	2	98	CH1	A-7-6	17	14	16	30	4,9		
CIMENTACION	1	4,00								CH1	A-7-6	10	11	11	22	4,1		
CIMENTACION	1	5,00	30,15	84	17	67	0	3	97	CH1	A-7-6	14	16	15	31	5,0		
CIMENTACION	1	6,00								CH1	A-7-6	10	12	8	20	3,9		

Ing. Diego I. Castillo
CONSULTOR

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador

PERFIL ESTRATOGRÁFICO DEL SUELO

ESTSUELCON CIA. LTDA.

PROYECTO: **EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS**
OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
SOLICITADO POR: Sr. Edison Morocho
REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo
POZO: 1

PROFUNDIDAD (M)	COLOR	COMPOSICION	DESCRIPCION
0-1	CH1	C. H.= 36.3 % L.L.= 88 % L.P.= 22 % I.P.= 66 %	Arcilla de alta plasticidad
1-2	CH1	C. H.= 36.3 % L.L.= 88 % L.P.= 22 % I.P.= 66 %	Arcilla de alta plasticidad
2-3	CH1	C. H.= 30.6 % L.L.= 92 % L.P.= 24 % I.P.= 68 %	Arcilla de alta plasticidad
3-4	CH1	C. H.= 30.6 % L.L.= 92 % L.P.= 24 % I.P.= 68 %	Arcilla de alta plasticidad
4-5	CH1	C. H.= 30.2 % L.L.= 84 % L.P.= 17 % I.P.= 67 %	Arcilla de alta plasticidad
5-6	CH1	C. H.= 30.2 % L.L.= 84 % L.P.= 17 % I.P.= 67 %	Arcilla de alta plasticidad

Ing. Diego I. Castillo
CONSULTOR

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN SITU

PROY. :	ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES				
OBRA :	ESTUDIO DE SUELOS				
UBIC. :	SUMAIPAMBA			POZO :	1
FECHA :	OCTUBRE-2013	OPERADOR	C.G.	PROFUND.:	1.00 m.

DIMENSIONES

Diámetro(cm)= 10 ALTURA(cm): 165

VOL= 12959.07 cm^3

AREA= 78.53982 cm^2

ALTURA cm	TIEMPO min	TIEMPO s	t (s)	Δt s	Δh cm	Vol. cm^3	T °C
165	0	0	0	47	15	1178	20
150	0	47	47				
			PROMEDIO	47	15	1178	20

kT=Vol./(5,5*r*H*t)

$\eta T/\eta 20$ 1

kT 0.0608 cm/s

k20 0.06077 cm/s

Indice de Permeabilidad :	52.5 m/día

Ing. Diego I. Castillo J.
LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

Tele-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

PESO ESPECIFICO DE AGREGADOS

PROYEC:	**ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**
OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS
LOCALZ.:	SUMAIPAMBA — MUESTRA: 1
FECHA:	OCTUBRE-2013

MUESTRA: Insitu - Sumaipamba

PESO ESPECIFICO SUELO

NORMA DE ENSAYO: ASTM D854-58

DATOS:

VOLUMEN PICNOMETRO:	500.00	ml
PESO PICNOMETRO+AGUA+SUELO=Wbws	753.66	gr
TEMPERATURA	20.00	°C
PESO PICNOMETRO+AGUA=Wbw	693.27	gr
PESO PLATO EVAPORADOR	254.52	gr
PESO PLATO EVAP.+SUELO SECO	350.11	gr
PESO SUELO SECO=Ws	95.59	gr
Ww=Ws+Wbw-Wbws	35.20	gr
Gs=αWs/Ww	2.71	

Gravedad Específica de los solidos del suelo (G: 2.71

Ing. Diego F. Castillo
LABORATORIO

ESTSUELCON CÍA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
Tele-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE HOJA 1

PROYECTO: **ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
LOCALIZ.: SUMAIPAMBA POZO No. : 1.00
FECHA: OCT.- 2013 OPERADOR: C.F.G.C. PROFUND. (m) 2.00

DATOS DE LA MUESTRA:

DIAMETRO:	3.08	cm.
ALTURA :	8.09	cm.
AREA :	7.45	cm2.
VOLUMEN :	60.28	cm3.
PESO :	152.50	gr.
DENSIDAD:	2.53	gr/cm3

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. :	60.51
Peso Seco :	50.57
Peso Cap. :	24.85
w (%) :	38.65

CONSTANTE DE CARGA
K = 0.1075

DATOS DE LA PRUEBA:

Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm²)	Tension Desviante (Kg/cm²)
0.0	0	0.00	0.00	7.45	0.00
0.5	0.06	0.62	0.66	7.50	0.09
1.0	0.13	1.24	1.42	7.54	0.19
2.0	0.23	2.47	2.52	7.64	0.33
3.0	0.27	3.71	2.96	7.74	0.38
4.0	0.29	4.94	3.18	7.84	0.41
5.0	0.24	6.18	2.63	7.94	0.33

RESULTADOS : COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) = 0.41

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

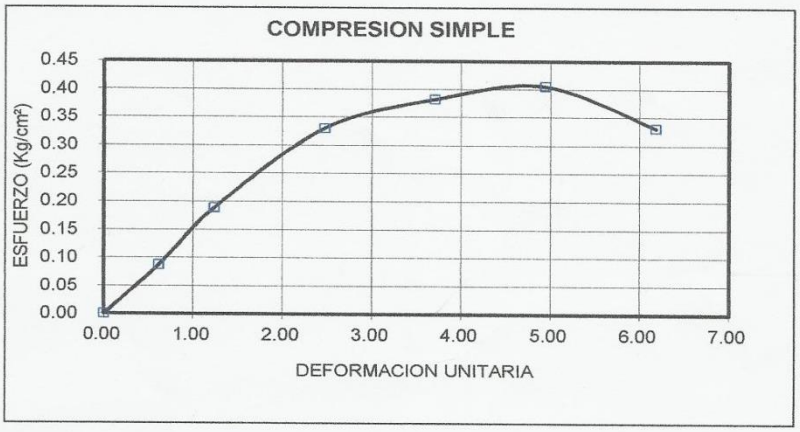
ESTSUELCON CIA. LTDA.

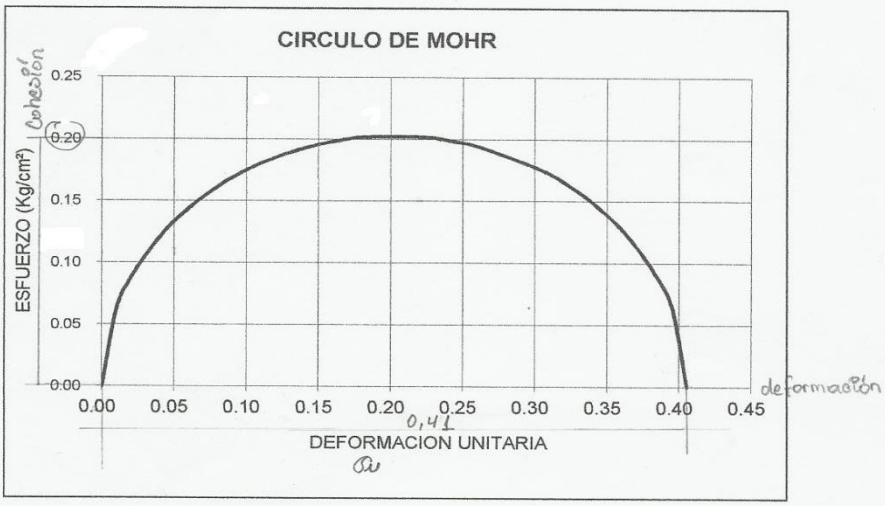
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE HOJA 2

PROYECTO:	**ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**			
OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS			
LOCALIZ.:	SUMAIPAMBA		MUESTRA No.	1.00
FECHA:	OCT.- 2013	OPERADOR: C.F.G.C.	PROFUND. (m	2.00





Ing. Diego F. Castillo J.

ESTUDIOS LABORATORIO CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

e-fax: 2540594. Celular: 093863061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : **ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**

OBRA : ESTUDIO DE SUELOS

UBIC. : SUMAIPAMBA — MUESTRA 1

FECHA : OCTUBRE-2013 — OPERADOR: O.V — PROFUND. 2.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		80.76	66.62	27.61	36.25	
		77.38	64.39	28.65	36.35	36.30
2.- LIM. LIQUIDO	34	28.44	24.72	20.12	80.87	
	27	27.43	23.64	19.26	86.53	
	23	27.25	23.58	19.51	90.17	
	18	31.55	28.49	25.27	95.03	88.00
3.- LIM. PLASTICO		22.63	22.19	20.24	22.56	
		30.13	29.67	27.59	22.12	22.34

4.- GRANULOMETRIA

PESO IN= 185.0 (H/S) H

PESO INICIAL DE CALCULO: 135.7

TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	0.00	0.0	100
No. 4	0.00	0.0	100
No. 10	0.02	0.0	100
No. 40	0.53	0.4	100
No. 200	0.69	0.9	99

COLOR= CAFÉ CLARO

5.- CLASIFICACION.-

GRAVA= 0 %

ARENA= 1 %

FINOS= 99 %

LL = 88.00 %

LP = 22.00 %

IP = 66.00 %

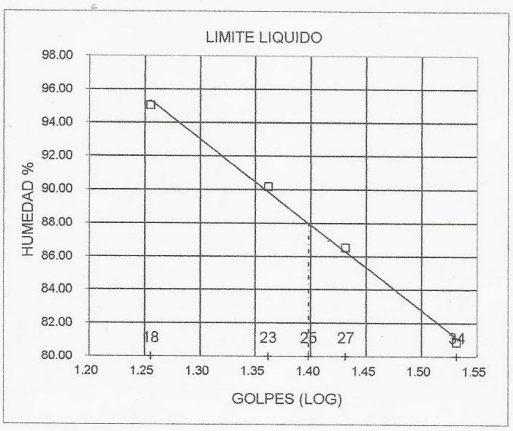
CLASIFICACION:

SUCS = CH1

AASHTO= A-7-6

IG(86)= 75

IG(45)= 20



Ing. Diego I. Castillo

LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

e-fax: 2540594. Celular: 093863061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : **ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**

OBRA : ESTUDIO DE SUELOS

UBIC. : SUMAIPAMBA MUESTRA 1

FECHA : OCTUBRE-2013 OPERADOR: O.V PROFUND. 4.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		57.15	50.33	27.79	30.26	
		52.72	45.02	20.11	30.91	30.58
2.- LIM. LIQUIDO	32	33.16	29.99	26.41	88.55	
	27	26.16	22.99	19.51	91.09	
	23	33.94	31.01	27.85	92.72	
	16	33.85	30.65	27.35	96.97	91.72
3.- LIM. PLASTICO		22.81	22.22	19.70	23.41	
		31.00	30.28	27.26	23.84	23.63

4.- GRANULOMETRIA

PESO IN= 106.2 (H/S) H

PESO INICIAL DE CALCULO: 81.4

TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	0.00	0.0	100
No. 4	0.00	0.0	100
No. 10	0.17	0.2	100
No. 40	0.94	1.4	99
No. 200	0.72	2.2	98

COLOR= CAFÉ CLARO

5.- CLASIFICACION.-

GRAVA= 0 %

ARENA= 2 %

FINOS= 98 %

LL = 92.00 %

LP = 24.00 %

IP = 68.00 %

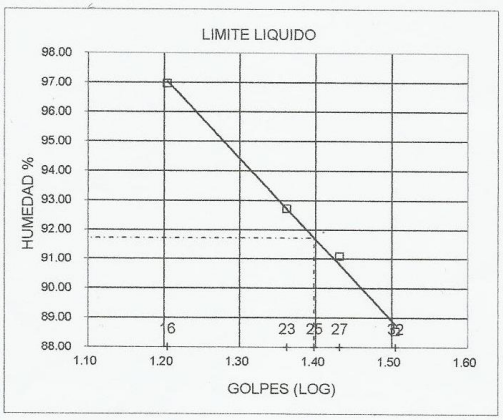
CLASIFICACION:

SUCS = CH1

AASHTO= A-7-6

IG(86)= 77

IG(45)= 20



Ing. Diego F. Castillo

LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

.e-fax: 2540594. Celular: 093863061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : **ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES**

OBRA : ESTUDIO DE SUELOS

UBIC. : SUMAIPAMBA — MUESTRA 1

FECHA : OCTUBRE-2013 — OPERADOR: O.V — PROFUND. 6.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		79.64	67.58	27.38	30.00	
		69.04	59.34	27.32	30.29	30.15
2.- LIM. LIQUIDO	31	33.98	31.16	27.66	80.57	
	26	34.42	31.26	27.51	84.27	
	22	32.43	28.92	24.86	86.45	
	16	33.43	30.58	27.44	90.76	84.31
3.- LIM. PLASTICO		29.73	29.34	27.07	17.18	
		31.14	30.55	27.14	17.30	17.24

4.- GRANULOMETRIA

PESO IN= 160.6 (H/S) H

PESO INICIAL DE CALCULO: 123.4

TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	0.00	0.0	100
No. 4	0.00	0.0	100
No. 10	0.49	0.4	100
No. 40	1.91	1.9	98
No. 200	1.65	3.3	97

COLOR= CAFÉ

5.- CLASIFICACION.-

GRAVA= 0 %

ARENA= 3 %

FINOS= 97 %

LL = 84.00 %

LP = 17.00 %

IP = 67.00 %

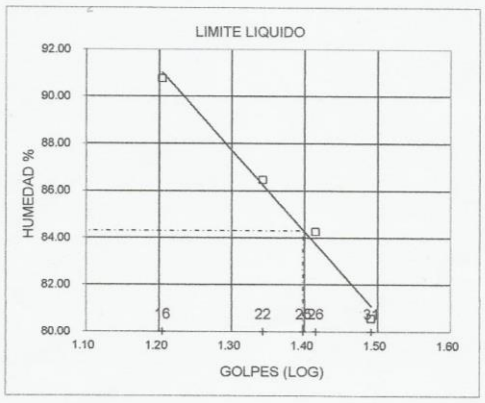
CLASIFICACION:

SUCS = CH1

AASHTO= A-7-6

IG(86)= 73

IG(45)= 20



Ing. Diego L. Castillo

LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio, Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

ANEXO. 9

RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

CIESSA Cia. Ltda.
ONEA Test Lab

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA-ONEA Test Lab-13 -180	SOLICITANTE: Egdo. Edison Morocho
PROYECTO: Estudio geológico ambiental del área de emplazamiento de un Sistema de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Sumaypamba, Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Av. Eugenio Espejo MÓVIL: 0986806306

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO:	07 - 08 - 2013	MUESTRA:	Agua Servida, descarga aguas abajo, Quebada Seca.		
FECHA DE INGRESO:	07 - 08 - 2013	CODIGO:	AS: 02	CANTIDAD:	2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS:	07 - 08 - 2013	PRESENTACIÓN:	Envase plástico y Estéril		
FECHA DE REPORTE:	31 - 08 - 2013	CANTON:	Saraguro	PROVINCIA:	Loja
FECHA DE ENTREGA:	31 - 08 - 2013	PARROQUIA:	Sumaypamba	BARRIO:	-

II. REFERENCIA ANALITICA:

-Límite Máx. Permisible de Descarga a un cuerpo de Agua dulce, según TULAS

3. ENSAYOS FÍSICOS - QUÍMICOS:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Menor a 35		AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	0,3 mg/l		ETAS	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	U.Pt- Co	0	Inapreciable	dilución 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	40	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	9	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	424	-	1 600	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	410	-	1000	AOAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	50	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	360	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	10	-	100	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	2	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	8	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,1	-	1,0	IMHOFF	M S P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,04	5.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/L	8,2	-	10	AWWA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,25	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	1,60	-	10.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	pyridine - pyrazolone	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,00	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0.5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	2,10	-	15.0	NESSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	140	-	1000	TUBIDIMIETRO	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	5,0	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,003	-	2,0	1-(2Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zincon	TULAS
D B O_5	mg/l	1,9	-	100	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	5	-	250	AOAC973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	21,0E+00	= Remoción	> al 99,9% **	INEN 1 529-8	=TULAS

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles
Telefax:072-589 913/102707/ Teléfono: 072-584 594/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com.

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Sup.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,2	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	410	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+Potencial de Hidrógeno	pH	7,04	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	4,8E+02	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	21,0 E+00	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,0001	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	ETAS-M S P	M S P-TULAS
Amoniaco	mg/l	0,02	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	1,60	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,25	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	0,10	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,003	-	0,025	1-(2Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	0,18	Zincon	TULAS
Boro	mg/l	0,49	-	0,75	Carmine	TULAS

Nota 1:

+ "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego"; correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{LGA} PCCA.

=TULAS Aquellos regulados con descargas de Coliformes Fecales menores o iguales a 3000 quedan exentos de tratamiento, contempla sobre el criterio de calidad en descarga a un cuerpo de agua dulce.

Nota 2:

-TULAS Dentro de la Norma del Límite Deseable Permisible marcados con el signo contempla sobre el criterio de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Doméstico u otros usos.

INEN, OMS, USPHS e IEOS Según Normas de Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano.
- Todos los resultados con el signo " - " no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- N T U (Unidades de Turbiedad Nefelométrica)
- F T U (Unidades de Formazin Turbidimétrica)
-U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto)
-U F C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) (Gérmenes Totales o Aerobios Mesófilos)
- N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros)

/ - µmhos/cm. (Micromhos por centímetro)
/ - ° C (No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)
/ - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
/ - m. (Profundidad mínima, en metros)
/ - D B O5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
/ - DQO/O5 (Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto)

CIESSA Cía. Ltda. ONEA Test Lab CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS RUC. 1191731766001 Av. Manuel A. Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO
ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO

Edgar S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

CIESSA Cia. Ltda.
ONEA Test Lab

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA-ONEA Test Lab-13 -238	SOLICITANTE: Egdo. Edison Morocho
PROYECTO: Estudio geológico ambiental del área de emplazamiento de un Sistema de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Sumaypamba, Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Av. Eugenio Espejo
	MÓVIL: 0986806306

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO:	09 - 10 - 2013	MUESTRA:	Agua Servida, descarga aguas abajo, Quebada Seca.		
FECHA DE INGRESO:	09 - 10 - 2013	CODIGO:	AS: 02	CANTIDAD:	2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS:	09 - 10 - 2013	PRESENTACIÓN:	Envase plástico y Estéril		
FECHA DE REPORTE:	07 - 11 - 2013	CANTON:	Saraguro	PROVINCIA:	Loja
FECHA DE ENTREGA:	07 - 11 - 2013	PARROQUIA:	Sumaypamba	BARRIO:	-

I. REFERENCIA ANALITICA:

-Límite Máx. Permisible de Descarga a un cuerpo de Agua dulce, según TULAS

3. ENSAYOS FÍSICOS - QUÍMICOS:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Menor	a 35	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	0,3 mg/l		ETAS	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	U.Pt- Co	0	Inapreciable	dilución 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	42	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	10	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	433	-	1 600	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	420	-	1000	AOAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	76,0	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	344	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	12	-	100	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	3,0	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	9,0	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,1	-	1,0	IMHOFF	M S P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,00	5.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/L	7,80	-	10	AWWA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,20	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	1,50	-	10.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	pyridine - pyrazolone	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,10	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0.5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	2,09	-	15.0	NESSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	149	-	1000	TUBIDIMIETRO	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	5,0	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,003	-	2,0	1-(2Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zincon	TULAS
D B O_5	mg/l	2,0	-	100	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	6	-	250	AOAC973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	19,0E+00	= Remoción	> al 99,9% **	INEN 1 529-8	=TULAS

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles
Telf: 072-589 913-102707-584 594/Telefax:072-589 913/102 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Sup.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	420	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+Potencial de Hidrógeno	pH	7,0	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	4,5E+02	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	19E+00	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,0001	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	ETAS-M S P	M S P-TULAS
Amoniaco	mg/l	0,02	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	1,50	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,20	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	0,10	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,003	-	0,025	1-(2Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	0,18	Zincon	TULAS
Boro	mg/l	0,45	-	0,75	Carmine	TULAS

Nota 1:

+ "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego": correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{LGA} PCCA.

=TULAS Aquellos regulados con descargas de Coliformes Fecales menores o iguales a 3000 quedan exentos de tratamiento, contempla sobre el criterio de calidad en descarga a un cuerpo de agua dulce.

Nota 2:

-TULAS Dentro de la Norma del Límite Deseable Permisible marcados con el signo contempla sobre el criterio de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Doméstico u otros usos.

INEN, OMS, USPHS e IEOS Según Normas de Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano.
- Todos los resultados con el signo " - " no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- N T U (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - µmhos/cm. (Micromhos por centímetro)
- F T U (Unidades de Formazin Turbidimétrica) / - ° C (No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)
-U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
-U F C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - m. (Profundidad mínima, en metros)
(Gérmenes Totales o Aerobios Mesófilos) / - D B O5 (Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días)
- N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) / - DQO / OD (Demanda Química de Oxígeno / Oxigeno Disuelto)

CIESSA Cía Ltda. ONEA Test Lab CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS
RUC. 1191734766001
Av. Manuel A. Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina
Telf. 072 577 707 Cel. 091549877 2589913 LOJA

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO
ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO

Edgar S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA

ANEXO.10

MAPAS