



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL

Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TEMA:

“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA EL PARAÍSO DE CELÉN DEL CANTÓN SARAGURO”

*Tesis previa a optar el Grado de
Ingeniero en Geología Ambiental y
Ordenamiento Territorial*

AUTOR:

Liliana Maribel Mejía Tenempaguay

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg, Mc

LOJA- ECUADOR

2015



CERTIFICACIÓN

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA EL PARAÍSO DE CELÉN DEL CANTÓN SARAGURO”**, previa a la obtención del título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, realizado por la señorita egresada **Liliana Maribel Mejía Tenempaguay**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 16 de marzo del 2015



Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **LILIANA MARIBEL MEJÍA TENEMPAGUAY** declaro ser autora 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(a): Liliana Maribel Mejía Tenempaguay

Firma:



Cédula: 1104614902

Fecha: 16 de marzo de 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN

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

Yo Liliana Maribel Mejía Tenempaguay declaro ser autora de la tesis titulada: **“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA EL PARAÍSO DE CELÉN DEL CANTÓN SARAGURO”**, como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial; 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 la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 16 días del mes de marzo del dos mil quince, firma el autor.

Firma



Autor: Liliana Maribel Mejía Tenempaguay

Cédula: 1104614902

Dirección: Ciudad de Loja, San Cayetano Bajo

Correo Electrónico: liliana.m.mejia.t@gmail.com

Teléfono: 2611-559

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Julio Eduardo Sigcho Romero. Mg. Sc.

Ing. Janine Elizabeth Asanza Gozález, Mg. Sc.

Ing. Hernán Luis Castillo García Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Algunas veces el camino estuvo duro y quizá más de una vez se quiso renunciar al objetivo, pero todas las dificultades se pudieron sobrellevar a lo largo de este trayecto, por lo tanto quiero expresar en estas líneas mi agradecimiento primero a Dios por ser el principal pilar espiritual de mi vida.

Agradecer de manera especial a todos mis familiares, amigos y compañeros, personas maravillosas que estuvieron a lo largo del trayecto y de una u otra forma supieron apoyarme y contribuir a que pueda cumplir con esta meta.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, especialmente a la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial por brindar todas las herramientas necesarias y que han servido de gran apoyo dentro de todo este proceso de formación.

Por otro lado mi sincero sentido de gratitud, a todos los docentes que día a día están haciendo su labor con todo esfuerzo y dedicación para impartir sus enseñanzas y conocimientos que han ayudado a la educación profesional.

También quiero agradecer a los dirigentes de la Junta Parroquial El Paraíso de Celén que están velando por el desarrollo parroquial, por todo el apoyo brindado para que se pueda desarrollar el presente trabajo, en general a toda la comunidad y aquellas personas que colaboraron desinteresadamente e hicieron posible la ejecución del presente.

De corazón gracias a todos.

Liliana Maribel Mejía Tenempaguay

DEDICATORIA

Con mucho afecto y cariño dedico el presente proyecto de tesis a toda mi familia. Mi padre Noé, y hermanos; Danilo, Marlon y William al ser una parte muy importante de mi vida, y especialmente a mi madre Olguita por su apoyo incondicional y confianza que ha puesto en mí, por ser mi motivación para seguir adelante en cada etapa y proceso de formación en mi vida.

A mis amigos aquellos que se han convertido en un pilar fundamental los que siempre han estado a mi lado en todo momento brindándome una palabra de aliento y más que amigos se han convertido en familia.

A todos los docentes de la carrera, quienes son los encargados de la formación universitaria con su apoyo y entendimiento hacia la juventud con sus imparticiones no solo de conocimientos, sino también de experiencias que nos han ayudado a la formación profesional.

Liliana Maribel Mejía Tenempaguay

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO	1
2. RESUMEN	2
SUMARY	4
3. INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	8
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA	9
4.1 Geología	9
4.2 Tipos de Rocas	9
4.2.1 Rocas Ígneas	9
4.2.2 Rocas Metamórficas	9
4.2.3 Rocas Sedimentarias	10
4.3 Estratigrafía	10
4.4 Geomorfología	10
4.5 Geología Estructural	10
4.6 Estudios Geotécnicos	11
4.7 Parámetros Geotécnicos	11
4.7.1 Contenido de humedad	11
4.7.2 Límites de consistencia o de Atterberg	12
4.7.3 Granulometría	12
4.7.4 Sistema De Clasificación Unificada De Los Suelos	13
4.7.5 Ensayo de Penetración Estándar	15
4.7.6 Compresión Simple	15
4.8 Aguas Residuales	16
4.8.1 Características importantes de las aguas residuales	16
4.8.1.1 Características Físicas	17
4.8.1.2 Características Químicas	18
4.8.1.3 Características Microbiológicas	19
4.8.2 Tipos de Muestras de Aguas Residuales	20
4.9 Índice de Calidad de Agua	21
4.10 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego en Ecuador	22
4.11 Selección de parámetros de las aguas residuales	23

5.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1	Materiales y metodología empleada para el primer objetivo.....	24
5.2	Materiales y metodología empleada para el segundo objetivo	25
5.3	Materiales y metodología empleada para el tercer objetivo	26
6.	RESULTADOS	28
6.1	Descripción del área de estudio	28
6.1.1	Acceso.....	28
6.1.2	División política administrativa.....	28
6.1.3	Localización Geográfica	28
6.1.4	Geomorfología	29
6.1.5	Clima e Hidrología.....	30
6.1.5.1	Clima.....	30
6.5.1.2	Hidrología	31
6.1.6	Uso actual del Suelo	31
6.2	Estudio Geológico-estructural	33
6.2.1	Topografía	33
6.2.2	Geología Regional	34
6.2.3	Geología Local.....	37
6.2.4	Geología del área de estudio	37
6.2.5	Geología Estructural	46
6.2.6	Análisis de estabilidad / inestabilidad.....	48
6.3	Parámetros geotécnicos.....	49
6.3.1	Muestreo de suelo	49
6.3.2	Determinación del contenido de humedad.....	50
6.3.3	Determinación del límite líquido y límite plástico	50
6.3.3.1	Límite Líquido	50
6.3.3.2	Límite Plástico	52
6.3.4	Determinación de la granulometría.....	53
6.3.5	Ensayo de Penetración Estándar	53
6.3.6	Ensayo de Compresión Simple	55
6.3.7	Ensayo de Permeabilidad.....	58
6.3.8	Interpretación de datos geotécnicos	58
6.4	Características del recurso hídrico residual	59
6.4.1	Ubicación de las muestras.....	60

6.4.2 Índice de Calidad de Agua.....	61
6.4.3 Evaluación del ICA.....	66
7. DISCUSIÓN.....	72
8. CONCLUSIONES	74
9. RECOMENDACIONES	76
10. BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de calidad admisible para aguas de uso agrícola.....	22
Tabla 2. Geomorfología de la parroquia El Paraíso de Celen	29
Tabla 3. Coordenadas del área de emplazamiento	34
Tabla 4. Caracterización de afloramiento 1	39
Tabla 5. Caracterización de afloramiento 2	40
Tabla 6. Caracterización de afloramiento 3	41
Tabla 7. Caracterización de afloramiento 4	42
Tabla 8. Caracterización de afloramiento 5	43
Tabla 9. Caracterización de afloramiento 6	44
Tabla 10. Caracterización de afloramiento 7	45
Tabla 11. Resultados del Contenido de Humedad.....	50
Tabla 12. Resultados resumen de datos de campo y de laboratorio	53
Tabla 13. Datos de la muestra	56
Tabla 14. Resultados de permeabilidad	58
Tabla 15. Ubicación de puntos de muestreo.....	61
Tabla 16. Resultados de la selección de parámetros (1er Mes).....	63
Tabla 17. Resultados de la selección de parámetros (2do Mes).....	64
Tabla 18. Valor porcentual asignado a los parámetros que intervienen en la calidad del agua (Bascarán.)	65
Tabla 19. Evaluación del ICA Punto 1 (Bascaran).....	66
Tabla 20. Evaluación del ICA Punto 2 (Bascaran).....	67
Tabla 21. Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general	68

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de suelos según porcentaje retenido.....	13
Figura 2. Clasificación de algunos de los parámetros del agua residual	16
Figura 3. . Ubicación Geográfica	28
Figura 4. Mapa de Geomorfología Parroquia el Paraíso de Celén	30
Figura 5. Mapa de Uso del suelo Parroquia el Paraíso de Celén.....	32
Figura 6. Topografía del sector de estudio	33
Figura 7. Geología regional del área de estudio	35
Figura 8. Fotografía muestras de suelo (SPT).....	37
Figura 9. Ubicación de afloramientos en el área de estudio	38
Figura 10. Mapa geológico del sector de estudio	46
Figura 11. Fotografía andesita muy meteorizada	47
Figura 12. Fotografía roca andesita (X: 684521; Y: 9602302)	47
Figura 13. Fotografía Piroclasto (X: 684532; Y: 9602306)	48
Figura 14. Clasificación de zonas estables e inestables.....	48
Figura 15. Fotografía de Muestra obtenida a 4m de profundidad (SPT).....	49
Figura 16. Gráfica del límite líquido a 6m de profundidad	51
Figura 17. Carta de plasticidad Para clasificación de los suelos	52
Figura 18. Fotografía de Ensayo de Penetración Estándar	54
Figura 19. Estratigrafía del sitio de estudio.....	54
Figura 20. Resultados SPT del sector de estudio.....	55
Figura 21. Consistencia de los suelos arcillosos de acuerdo a (N) SPT	55
Figura 22. Datos de la prueba de compresión simple.....	57
Figura 23. Curva esfuerzo deformación del ensayo de compresión.....	57
Figura 24. Fotografía de toma de muestra 1(CA01).....	59
Figura 25. Mapa de ubicación de puntos de muestreo de agua	60
Figura 26. Referencia vista aérea de los puntos de muestreo de agua residuales.....	61
Figura 27. Rango de clasificación del ICA de acuerdo al uso del agua	68
Figura 28. Comparación de resultados del parámetro de Coliformes Totales.....	69
Figura 29. Comparación de resultados del parámetro DBO5 (muestra 1)	69
Figura 30. Comparación de resultados del parámetro de Coliformes Totales (muestra 2).....	70
Figura 31. Comparación de resultados del parámetro DBO5 (muestra 2)	70

1. TÍTULO

“Estudio Geológico-Ambiental del área de emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Parroquia El Paraíso de Celén del Cantón Saraguro”

2. RESUMEN

Los diferentes estudios realizados en el presente proyecto de tesis, fueron desarrollados en la parroquia El Paraíso de Celén perteneciente al cantón Saraguro de la provincia de Loja, con el objetivo de conocer cómo se presenta el área de estudio y su entorno, que permitan el emplazamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para lo que fue necesario realizar como primera instancia un estudio geológico estructural, que consistió de un levantamiento topográfico, geológico-estructural a detalle de la zona de estudio. Donde los principales rasgos geológicos, corresponde a la Formación Saraguro de acuerdo a la geología regional y local, constituida por afloramientos de secuencia, volcánica entre andesita y tobas, además de estar constituido mayoritariamente por material arcilloso limoso, como consecuencia de la meteorización de las rocas volcánicas. También presenta una morfología relativamente ondulada de topografía regular, es característica primordial de estos suelos un buen drenaje por su posición topográfica y la composición de los suelos presentes, las elevaciones de la zona varía entre los 2520 – 2592 m s.n.m.

Luego se realizó el estudio geotécnico analizando los principales parámetros, que sirvan como base de información para posterior emplazamiento de la obra, dentro del análisis de los parámetros geotécnicos del lugar de estudio se tiene que el tipo de suelo se puede clasificar de acuerdo a la granulometría como suelo fino, es decir arcilla limosa (CL), cuyo comportamiento geotécnico es de una arcilla de baja plasticidad, donde es factible el apoyo de una cimentación en este caso la PTAR. En cuanto al parámetro o ensayo de SPT se describe al suelo como cohesivo de capacidad firme a muy firme. El ensayo de compresión simple da un valor último de carga de 0,33 Kg/cm² y una cohesión o resistencia al corte de 0,16 Kg/cm².

De acuerdo al coeficiente de permeabilidad obtenido y al tipo de material, el suelo se clasifica como de permeabilidad media. Se puede afirmar que la humedad natural promedio del suelo estudiado es del 20,6 %, la muestra de suelo estudiada presenta una humedad natural relativamente baja, que permite trabajar con el suelo independientemente de su capacidad de carga.

Por otro lado no se ha detectado el nivel freático en el área en los 6 metros de profundidad máximos perforados. Conforme a lo analizado en función de la geología y geotecnia de la zona de emplazamiento no se espera que la cimentación prevista sea afectada.

Además se recolecto muestras de aguas en dos puntos estratégicos; el punto 1 ubicado en la vertiente de nombre Manzana y el punto 2 en el río denominado Celén para poder evaluar las características del recurso hídrico que se están infiltrando y vertiendo directamente hacia el río Celén por no disponer de una restauración del sistema de alcantarillado que ya cumplió su vida útil. De tal manera que se seleccionó una serie de parámetros que permitieron evaluar el Índice de Calidad del Agua, tomando como referencia el método de Bascarán, se tiene que el primer punto de muestreo se clasifica como altamente contaminado, dentro de un rango ICA de 0-29. Por otro lado el segundo punto de muestreo se presenta dentro del rango 30-49, que lo clasifica como contaminado. Finalmente al realizar la comparación de los resultados de acuerdo a la norma del TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente) los parámetros que sobrepasan los límites permisibles son principalmente los Coliformes totales en el punto 1 ubicado en la vertiente denominada Manzana, debido a que gran parte de las aguas residuales son depositadas en este punto, evidenciando el mal estado o la falta de alcantarillado y los posibles problemas que se pueden generar de acuerdo a la alta presencia de Coliformes Totales, por lo que es necesario realizar un tratamiento adecuado para la mejora del recurso hídrico ya que los habitantes de dicha parroquia lo utilizan principalmente para riego de cultivos.

SUMMARY

Various studies conducted in the present draft of the thesis, were developed in the parish of the Paraiso Celen Saraguro belonging to the canton of the province of Loja, in order to know how the study area and its environment, that permit the stationing of a wastewater treatment plant, for which it was necessary to undertake a first instance structural geological survey, which consisted of a topographic survey, geologic-structural detail in the study area. Where the main geological features, corresponds to the Saraguro training according to the regional and local geology, constituted by outcrops of sequence, between volcanic andesite tuffs and, in addition to consist mostly of silty clay-like material, as a result of the weathering of volcanic rocks.

It also presents a morphology of wavy relatively regular topography, is primary characteristic of these soils a well drained by their topographic position and composition of the soil present, the elevations of the zone varies from the 2520 - 2592 m a.s.l.

Then performed a geotechnical study analyzing the main parameters, which will serve as a basis of information back to the construction site, within the analysis of the geotechnical parameters of the study site has to be the type of soil can be sorted according to the particle size as fine soil, i.e. silty clay (CL), whose behavior is a geotechnical low plasticity clay, where it is possible to support a foundation in this case the WWTP. In terms of the parameter or testing of SPT is described to the ground as cohesive firm capacity to very firm. The compression test gives a simple value of ultimate load of 0.33 kg/cm² and a cohesion or cut resistance of 0.16 kg/cm².

According to the coefficient of permeability obtained and the type of material, the soil is classified as average permeability. It can be said that the natural moisture of the soil tested average is 20.6 %, the soil sample studied presents a natural moisture relatively low, which allows you to work with the ground regardless of their load capacity.

On the other hand has not been detected the water level in the area in the depth of 6 meters maximum drilled. According to the analyzed as a function of the geology and geotechnics of the site is not expected that the foundation provided for will be affected.

In addition we collected water samples in two strategic points; point 1 located in the quebrada of name Apple and point 2 on the river called Celen in order to be able to evaluate the characteristics of the water resource that are infiltrating and pouring directly toward the river Celen by not having a restoration of the sewer system that has already

served its useful life. In such a way that was selected a series of parameters that allowed us to evaluate the quality index of the water, taking as reference the Bascaran method, it has to be the first point of sampling is classified as highly contaminated, within a range of 0-29. On the other hand the second sampling point is presented within the range 30-49, which classifies it as contaminated.

Finally to make the comparison of the results according to the rule of TULSMA (Consolidated Text of the secondary legislation of the Ministry of the Environment) the parameters that exceed allowable limits are mainly the total Coliforms in point 1 located in the ravine known as Apple, because much of the waste water are deposited at this point, showing the poor condition or lack of sewerage and the potential problems that can be generated according to the high presence of Total Coliforms, why it is necessary to make a proper treatment for the improvement of the water resource since the inhabitants of the parish is mainly used for irrigation of crops.

3. INTRODUCCIÓN

El área Saraguro se encuentra en la Sierra Austral del Ecuador, es montañoso con altitudes que varían entre los 1000 y 3800 m s.n.m. Las rocas son predominantemente volcánicas, sin embargo al Sur también se encuentran dispersos afloramientos de rocas metamórficas. El suelo de origen volcánico Saraguro está compuesto por estratos de lava y piroclásticos alternados en formaciones de capas gruesas. Los piroclásticos varían desde tobas de grano fino a aglomerados muy bastos.

El presente proyecto consiste en un estudio de las condiciones geológicas, estructurales, geotécnicas e hidrogeológicas que condicionan el diseño, la construcción y el posterior funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la parroquia El Paraíso de Celén perteneciente al cantón Saraguro.

El lugar donde se realizaron los estudios cubre un área aproximada de 2.5 ha, donde geológicamente están presentes principalmente rocas volcánicas, tobas, pórfido cuarcífero, tobas riolíticas, capas de ignimbrita, coladas de andesita, 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.

Las condiciones del terreno son fundamentales al momento de implementar cualquier tipo de obra, de ahí la importancia de realizar el estudio del subsuelo al momento de conocer la resistencia, deformabilidad y permeabilidad de los materiales que componen el terreno, es decir los parámetros denominados geotécnicos que determinan las condiciones adecuadas de cimentación de la obra. Por otra parte se realizó el análisis del recurso hídrico como son sus características; físicas, químicas y biológicas, ya que el agua es un factor primordial para todo ser vivo, pero también es fácil su contaminación, debido al grado de crecimiento y asentamiento poblacional que genera grandes cantidades de aguas residuales.

Dentro de esta perspectiva ha sido importante y urgente implementar un proyecto de recuperación y mantenimiento de este recurso como es el agua, para evitar problemas por la disponibilidad del mismo; a través de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Es por eso que se considera la necesidad de plantear y de realizar un estudio geológico - ambiental como base y partida de desarrollo de este proyecto, el mismo que contribuirá a

las autoridades y técnicos competentes con toda la información y estudios realizados, que servirán para poder poner en ejecución este tipo de obras que principalmente beneficiará a la población de la parroquia. De esta manera el estudio geológico- ambiental aporta al bienestar del medio vivo, de las personas y al desarrollo seguro y sostenible de la sociedad frente a problemas que enfrenta la comunidad, específicamente la deposición de aguas residuales.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un estudio geológico-ambiental del área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la parroquia el Paraíso de Celén del cantón Saraguro”.

Objetivos específicos

- Realizar el estudio geológico estructural a detalle del área de emplazamiento para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Establecer la base de parámetros geotécnicos del área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Analizar las características del recurso hídrico residual que actualmente es destinado para uso de riego



4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

4.1 Geología

“La Geología es la ciencia que estudia el planeta Tierra en su conjunto, describe los materiales que la forman para averiguar su historia y su evolución e intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos. La unidad de tiempo en geología es el millón de años. En la actualidad las ciencias geológicas están adquiriendo mayor importancia para enfrentar la escasez de materias primas y energéticas y los problemas ambientales. Esto exige el conocimiento profundo de la geología del terreno y el concurso de personal especializado en geología, geotecnia, geofísica y geoquímica, entre otras disciplinas y profesiones”.¹

4.2 Tipos de Rocas

Las rocas son agregados naturales (sistemas homogéneos) que se presentan en nuestro planeta en masas de grandes dimensiones. Están formadas por uno o más minerales o mineraloides. Los diferentes tipos de rocas se pueden dividir, según su origen, en tres grandes grupos:

4.2.1 Rocas Ígneas

“Las rocas ígneas se forman cuando el magma cristaliza o cuando las emisiones volcánicas, como por ejemplo, las cenizas, se acumulan y consolidan. A medida que el magma se enfría, los minerales cristalizan y la roca resultante se caracteriza por poseer granos minerales entrelazados. El magma que se enfría lentamente por debajo de la superficie genera rocas ígneas intrusivas; el magma que se enfría en la superficie produce rocas ígneas extrusivas.”²

4.2.2 Rocas Metamórficas

“Las rocas metamórficas se derivan de rocas preexistentes (ígneas, sedimentarias o metamórficas) por cambios mineralógicos de textura y estructurales. Estos cambios

¹ DUQUE ESCOBAR, Gonzalo (2003),” Manual de geología para ingenieros.” Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 13 y 14 pp.

² MONROE James, POZO Manuel, (2008) “Geología. Dinámica y evolución de la tierra” Madrid España, 4ta edición 22pp.



pueden ser el resultado de variaciones importantes de temperatura, presión y tensiones de cizalla a considerable profundidad en la corteza terrestre.”³

4.2.3 Rocas Sedimentarias

“Formadas en zonas superficiales de la corteza terrestre a partir de materiales que se depositan formando capas o estratos. Son detríticas si se originan a partir de trozos de otras rocas. Químicas y orgánicas si se forman a partir de precipitación de compuestos químicos o acumulación de restos de seres vivos.”⁴

4.3 Estratigrafía

“El conocimiento de la estratigrafía de un sector es la base para realizar un mapeo. En esta etapa se toma todas las informaciones en terreno sobre la litología de las rocas, los espesores de las capas, su contenido y las relaciones temporales (cronología)”⁵

4.4 Geomorfología

“La geomorfología es la ciencia que estudia las formas de la Tierra. Se institucionalizó a finales del siglo XIX y principios del XX y sus haberes se asientan en los saberes acumulados por las demás ciencias de la Tierra que se sistematizaron a partir de la actitud ilustrada respecto de la naturaleza y sus complejas consecuencias en nuestra cultura.”⁶

4.5 Geología Estructural

“La Geología Estructural es la rama de la Geología que estudia las propiedades físicas de las rocas y sedimentos, sus deformaciones fracturas y la mecánica de las fuerzas que actúan sobre ellas. Esta 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 subsuperficial de las estructuras rocosas, debido a que los procesos que causan la deformación de la roca como son:

³ CORNELIS Klein, CORNELIUS S Hurbult, (2003), “Manual de Mineralogía” 4ta Edición, Volumen 2 644 -645pp

⁴ LONDOÑO GALVIS, Fernando Wilson (2008), “Análisis Petrofísicos: Descripción”. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga. 13-18 pp.

⁵ W.Griem & S.Griem-Klee (1999) geovirtual2.cl

⁶ ESCOBAR POTES Carlos E. Valle glaciar PNNN “Manual de Geología para Ingenieros” Colombia. 13-14pp



Fallas geológicas, Diaclasas, Pliegues, Foliaciones, son los principales tipos de estructuras que se dedica a estudiar esta rama.”⁷

4.6 Estudios Geotécnicos

“Se puede definir como conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones necesarios para el diseño y construcción de la obra que tenga contacto con el suelo.”⁸ Pero todo ello sólo puede ser posible, conociendo a través de perforaciones superficiales o profundas en el substrato, los parámetros denominados “geotécnicos” que determinan el comportamiento geomecánico del terreno.

4.7 Parámetros Geotécnicos

Los parámetros geotécnicos levantados, permitirán generar una base de información geotécnica, a la cual se basa en investigaciones de campo y laboratorio para obtener las condiciones reales del suelo y definir las situaciones más favorables para la cimentación segura de una estructura. Los principales que se analizarán son:

4.7.1 Contenido de humedad

El contenido de agua de un suelo o contenido de humedad es la relación entre el agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida, y se expresa en forma de porcentaje. Este puede variar entre 0 e ∞ dependiendo de las condiciones de humedad del sitio donde se localice el suelo. (Juárez y Rico, 2004). La cantidad de agua se obtiene mediante la diferencia de peso entre el suelo en estado natural y el suelo secado en horno. La relación que expresa la humedad de un suelo es la siguiente.

$$Wn\% = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

Donde:

Ww = Peso del agua

Ws =Peso del suelo seco

⁷ IRIONDO, Martín H. “Introducción a la Geología”. 3º Edición. 57pp

⁸ Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capítulo 9 Geotecnia y Cimentaciones 5pp



La humedad natural es una propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos, por la cantidad de agua que contienen.

4.7.2 Límites de consistencia o de Atterberg

Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi-sólido, plástico o semi-líquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro. “El método usado para medir estos límites se conoce como método de Atterberg y los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estados, se denominan límites de Atterberg.

- **Límite líquido.-** Es el contenido de agua que tiene un suelo y se lo determina cuando el suelo pasa del estado plástico al estado líquido. La determinación del límite líquido se hace mediante la copa de Casagrande. Esta prueba consiste básicamente en depositar el material y ranurarlo, una vez ranurado se golpea la cápsula, dejándola caer desde una altura de 1cm, hasta que la ranura en el suelo se cierre en una longitud de 1.27cm una vez que el material se haya cerrado se determinara el contenido de humedad de la muestra.
- **Límite plástico.-** Es el contenido de humedad para el cual el suelo comienza agrietarse cuando es amasado en cilindros de 3mm de diámetro.
- **Límite de contracción.-** Es el límite entre los estados semisólidos y sólido y es definido como el contenido de agua con que el suelo deja de disminuir su volumen al seguir secando”⁹

4.7.3 Granulometría

“Está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño.”¹⁰

⁹ JUÁREZ Badillo, E. y RICO Rodríguez, A. Mecánica de Suelos. Vol. 1, 125-128pp

¹⁰ SANCHEZ Diego, (2001). Tecnología del Concreto y del Mortero, Santa Fe de Bogotá, 72pp



Se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm. Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

4.7.4 Sistema De Clasificación Unificada De Los Suelos

“Los elementos esenciales de sistema de clasificación fueron propuestos inicialmente por Arturo Casagrande (1942) y adoptados por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos para la construcción de los aeropuertos. El sistema es ampliamente utilizado por organizaciones tales como el cuerpo de ingenieros, la oficina de reclamos, y con pequeñas modificaciones por la mayoría de las firmas consultoras. La siguiente figura presenta los factores a considerar en la clasificación de un suelo de acuerdo con el Sistema unificado de clasificación de los suelos.

Básicamente un suelo es:

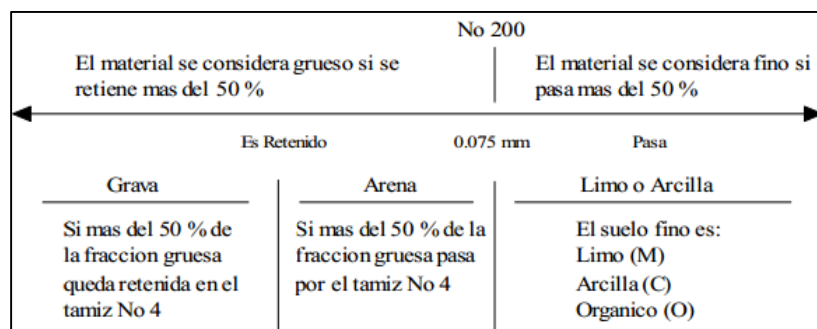


Figura 1. Clasificación de suelos según porcentaje retenido
 Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)



En el primer grupo, se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino (limo o arcilla). Estos suelos corresponden, en líneas generales, a los clasificados como A-1, A-2, A-3, por la AASHTO y son designados en la siguiente forma:

Gravas, o suelos gravosos: GW, GC, GP Y GM.

Arenas, o suelos arenosos: SW, SC, SP Y SM.

Las siglas representan:

G = Grava o suelo gravoso.

S = Arena o suelo arenoso.

W = Bien graduado.

C = Arcilla inorgánica.

P = Mal graduado.

M = Limo inorgánico o arena muy fina. 75

Así por ejemplo, SM significa suelos arenosos con cierto contenido de limo.

En el siguiente grupo se hallan los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta comprensibilidad, y son designados en la siguiente forma:

Suelos de baja o mediana comprensibilidad. ML, CL Y OL.

Suelos de alta comprensibilidad. MH, CH Y OH.

Las siglas representan:

M = Limo inorgánico o arena muy fina.

C = arcilla.

O = Limos, arcillas y mezclas limo arcillosas con alto contenido de materia orgánica.

L = Baja a mediana comprensibilidad.

H = Alta comprensibilidad.

Así, CH será un suelo arcilloso de alta comprensibilidad.”¹¹

¹¹ VILLALAZ Crespo, (2004) “Mecánica de Suelos y Cimentaciones”, Limusa 5ta Edición. 87-91pp



4.7.5 Ensayo de Penetración Estándar

“El ensayo más general de penetración dinámica consiste en hacer penetrar en el suelo por golpeo, unas varillas o unos tubos metálicos. Se trata pues, ante todo, de un test que da una indicación cualitativa de la resistencia del suelo. El ensayo de penetración estándar o SPT (del inglés *standard penetration test*), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se requiere realizar un reconocimiento geotécnico. Consiste básicamente en contar el número de golpes (N) que se necesitan para introducir dentro un estrato de suelo, un toma-muestras (Tubo partido), a diferentes profundidades (generalmente con variación de metro en metro). El toma-muestras es golpeado bajo energía constante, tiene un diámetro exterior de 51 mm e interior de 35 mm, que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa del martillo utilizado está normalizado de acuerdo con la norma ASTM D1586, así como la altura de caída libre, siendo 63.5 Kg y 76 cm respectivamente. Este ensayo se realiza en depósitos de suelo arenoso y de arcilla blanda; no es recomendable llevarlo a cabo en depósitos de grava, roca o arcilla consolidada, debido a los daños que podría sufrir el equipo de perforación al introducirlo dentro de dichos estratos.”¹²

4.7.6 Compresión Simple

“El ensayo de compresión simple requiere suelo cohesivo y muestra inalterada. Consiste en romper una probeta de suelo no confinada. Los resultados son la curva de tensión-deformación y la resistencia a la compresión simple. También se suele medir las humedades de la muestra antes y después de la realización del ensayo para comprobar que las condiciones no han variado mucho. Es importante comprender el comportamiento de los suelos sometidos a cargas, ya que es en ellos o sobre ellos que se van a fundar las estructuras, ya sean puentes, edificios o carreteras, que requieren de una base firme, o más aún que pueden aprovechar la resistencia del suelo en beneficio de su propia capacidad y estabilidad, siendo el estudio y la experimentación las herramientas para conseguirlo, y finalmente poder predecir, con una cierta aproximación, el comportamiento ante las cargas de estas estructuras.”¹³

¹² CASSAN Maurice, (1982) “Los Ensayos In situ en la Mecánica de Suelos”, Tomo 1, 141pp

¹³ J Llorens (2007) “El Terreno y estudio Geotécnico” 48pp



4.8 Aguas Residuales

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado (MARA, 1976). “Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.”¹⁴

4.8.1 Características importantes de las aguas residuales

Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se puede realizar su respectiva clasificación. El conocimiento de las características de las aguas residuales es esencial para el proyecto y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento. Las características del agua residual se pueden dividir en físicas, químicas y microbiológicas, tal como se muestra en la figura 2.

Clase	Parámetros	
Físico	Sólidos totales Sólidos totales en suspensión Temperatura Color Olor	
Químico	Hidratos de carbono Proteínas Lípidos Grasas, aceite DBO ₅ , DQO, COT, DTO. Alcalinidad Arena Metales pesados Nutrientes N, P Cloruros Azufre Sulfuro de hidrógeno. Gases	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="text-align: center;">Orgánicos</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="text-align: center;">Inorgánicos</div> </div>
	Microbiológicos	Bacterias Algas Protozoos Virus Coliformes

Figura 2. Clasificación de algunos de los parámetros del agua residual

Fuente: McGraw Hill Ingeniería Ambiental Pág. 677, España 1999

¹⁴ MENDOCA SR (1999). “Lagunas de Estabilización, Organización Panamericana de la Salud , Bogotá Colombia 259PP



4.8.1.1 Características Físicas

“Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

- **Olor.**- Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios. La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Efectos de los olores: a bajas concentraciones, la influencia de los olores sobre el normal desarrollo de la vida humana tiene más importancia por la tensión psicológica que generan, que por el daño que puedan producir al organismo. Los olores molestos pueden reducir el apetito, inducir a menores consumos de agua, producir desequilibrios respiratorios, náuseas y vómitos, y crear perturbaciones mentales.

- **Temperatura.**- La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que el agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y de los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y solo son menores que ella durante los meses más calurosos de verano. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y las velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

- **Sólidos totales.**- La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula



previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante a 103-105°C.

- **Color.-** Históricamente, por la descripción de un agua residual, se empleaba el término condición junto con la composición y la concentración. Este término se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor. El agua residual reciente 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 residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro.”¹⁵

4.8.1.2 Características Químicas

Dentro de las características químicas se describe las siguientes:

- **Potencial de Hidrógeno.** – El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El pHmetro consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro. La corriente puede transformarse fácilmente en unidades de pH o mV por diferentes procedimientos de calibrado. El valor del pH depende de la temperatura. El pHmetro se calibra potenciométricamente, con un electrodo indicador de vidrio y uno de referencia, (que pueden presentarse combinados en uno solo), utilizando patrones trazables.

- **Sólidos Disueltos.-** Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico o inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales. En los usos industriales la concentración elevada de sólidos disueltos puede ser objeccionable por la posible interferencia en procesos de fabricación, o como causa de espuma en calderas. Los procesos de tratamiento son múltiples en función de la composición, incluyendo la precipitación, intercambio iónico, destilación, electrodiálisis y ósmosis inversa.

¹⁵ MCGRAW Hill (1999) “Ingeniería Ambiental” España pp. 675-680



- **Sólidos en Suspensión.-** Los sólidos en suspensión (SS), son una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro. Se pueden determinar pesando el residuo que queda en el filtro, después de secado. Son indeseables en las aguas de proceso porque pueden causar depósitos en las conducciones, calderas, equipos, etc. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, pero en las superficiales varía mucho en función del origen y las circunstancias de la captación. Se separan por filtración y decantación.

- **Sólidos Totales.-** Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión.

- **Sulfatos.-** El ión sulfato, SO_4^{2-} , corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm, y el agua de mar cerca de 3000 ppm. Aunque en agua pura se satura a unos 1500 ppm, como SO_4Ca , la presencia de otras sales aumenta su solubilidad. La determinación analítica por gravimetría con cloruros de bario es la más segura. Si se emplean métodos complexométricos hay que estar seguro de evitar las interferencias. No afecta especialmente al agua en cantidades moderadas. Algunos centenares de ppm perjudican la resistencia hormigón. Industrialmente es importante porque, en presencia de iones calcio, se combina para formar incrustaciones de sulfato cálcico. Su eliminación se realiza por intercambio iónico.

4.8.1.3 Características Microbiológicas

- “**Demanda bioquímica de oxígeno.-** Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO5) y se mide en ppm de O_2 . Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm. En las aguas residuales industriales su concentración es totalmente dependiente del proceso de fabricación pudiendo alcanzar varios miles de ppm. Su eliminación se realiza por procesos fisicoquímicos y biológicos aerobios o anaerobios.

- **Demanda química de oxígeno.-** Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua, y también se expresa en ppm de O_2 . Indica el contenido en materias orgánicas oxidantes y



otras sustancias reductoras, tales como Fe^{++} , NH_4^+ , etc. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5 ppm, o algo superiores. Las aguas con valores elevados de DQO, pueden dar lugar a interferencias en ciertos procesos industriales. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm. En las aguas residuales industriales la concentración depende del proceso de fabricación de que se trate. La relación entre los valores de la DBO y la DQO es un indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante.

4.8.2 Tipos de Muestras de Aguas Residuales

El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para hacer el análisis, y el proceso de recolección debe considerar algunos aspectos, a fin de que pueda cumplirse el objetivo propuesto. A continuación se describe los principales tipos de muestras.

- **Muestra simple.**- 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.

Las muestras simples se usan para:

- ✓ Determinar las características de descargas instantáneas, transientes y para identificar la fuente y evaluar los efectos potenciales en los procesos de tratamiento.
- ✓ Estudiar variaciones y extremos en un flujo de desechos en determinado periodo.
- ✓ Determinar si la composición de la corriente para hacer el muestreo es razonablemente constante.
- ✓ Determinar si los componentes por analizar son inestables o no pueden ser preservados.

- **Muestra Compuesta.**- En la mayoría de los casos, el término "muestra compuesta" se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. La mayor parte de las muestras compuestas se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. El uso de muestras



compuestas representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios. Para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un período de 24 h. Sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica.

- **Muestra integrada.**- Consisten en el análisis de muestras instantáneas tomadas en diferentes puntos simultáneamente o tan cerca como sea posible. La integración debe hacerse de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

Las muestras integradas deben usarse en alguno o varios de los siguientes casos:

- ✓ Caracterizar el caudal de un río, el cual varía su composición a lo largo de su trayecto y su ancho. Se toman varias muestras para diferentes puntos de sección transversal y se mezclan en proporción a los flujos relativos para cada sección.
- ✓ Tratamientos combinados para diferentes corrientes de aguas residuales separadas.
- ✓ Cálculo de las cargas (kg/d) de las sustancias contaminantes en la corriente de agua”¹⁶

4.9 Índice de Calidad de Agua

Un índice de calidad del agua es un algoritmo que expresa una medida de la evaluación del estado cualitativo del agua. Es una expresión simplificada de la compleja combinación de factores diferentes cuyo éxito depende de su confiabilidad y de la cantidad de información que ofrezca. Su resultado final puede ser un símbolo único o una combinación simple de variables. Horton (1965), fue el primero en desarrollar un índice de calidad basado en nueve parámetros físico-químicos, sin embargo, ya para 1976, teniendo en cuenta índices propiamente dichos (acorde con la definición del párrafo anterior) y otras herramientas semejantes que intentan valorar la calidad del agua, se superaban la centena en todo el mundo. La EPA (1978) registró, sólo en los Estados Unidos de América, una veintena de índices. En la actualidad este número podría ser más del triple de la cifra anterior en todo el mundo.

¹⁶ MCGRAW Hill (1999) “Ingeniería Ambiental” España pp. 675-680



4.10 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego en Ecuador

“Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Dentro del país se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluente Tabla 1”¹⁷.

Tabla 1. Criterios de calidad admisible 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
Material 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
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: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro Vi Anexo 1.

¹⁷ Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro Vi Anexo 1



4.11 Selección de parámetros de las aguas residuales

“La selección de los parámetros, generalmente, se fundamenta en consideraciones básicas de la calidad, en los aspectos en que se puede ver alterada y en los tipos de contaminación que se dan comúnmente, aunque son pocos los autores que especifican estos criterios de una manera ordenada. Por otro lado encontramos algunos métodos que se ven influenciados por conseguir la objetividad del mismo. Muchos autores como Bascaran, 1979; Walski, 1974; Queralt, 1982 y House, 1989, antes de la aplicación de las ecuaciones consideran que unos parámetros son más importantes que otros y deciden darles un peso relativo. Este paso de la ponderación lo encontramos en los distintos métodos tras la selección de los parámetros.”¹⁸

¹⁸ MÁRQUEZ Eduardo, (2008) “Diseño de un Índice de Calidad de agua para el Manejo y Gestión de Corrientes Superficiales” Cuba 10-11pp



5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo cada uno de los objetivos que implica el trabajo investigativo se utilizó el método científico, el mismo que es un método de estudio sistemático, que incluye las técnicas de observación, medición, experimentación, análisis y la predicción de sucesos, además otorga ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

Para desarrollar cada una de las actividades que implica el trabajo investigativo, se ha procedido a planificarlo en tres etapas que son las siguientes:

5.1 Materiales y metodología empleada para el primer objetivo

“Realizar el estudio geológico-estructural a detalle del área de emplazamiento para la planta de tratamiento de aguas residuales.”

a) Los materiales utilizados son los siguientes:

- Base geológica (mapa geológico de Saraguro a escala 1:100.000)
- GPS
- Cinta métrica
- Brújula Brunton
- Martillo geológico
- Libreta de campo
- Lupa
- Ácido clorhídrico
- Estación GPS Trimble R4 5800
- Cámara Fotográfica

b) La metodología o procedimiento utilizado para alcanzar este objetivo fue en primer lugar, realizar un levantamiento topográfico a escala 1:1000 utilizando una estación GPS Trimble R4 5800, en cuya base de datos se almacenan los puntos tomados en el campo con Datum WGS84, luego sus datos son procesados en el formato adecuado para realizar el trabajo de oficina, que consiste en la generación de las curvas de nivel, cada metro las secundarias y las principales cada cinco metros que se procesan en los software ForeSight20; CivilCAD y AutoCAD; para la elaboración del dibujo topográfico.

A partir del plano topográfico bajo una observación sistemática se realizó la recolección de datos geológicos y estructurales que existiera en el lugar de estudio, registrando



afloramientos y su descripción en la libreta de campo. Igualmente se realizó un registro de fotografías y observaciones como el tipo de rocas presentes en el sitio y con ayuda del HCL (ácido clorhídrico) determinar su reacción con las sustancias que se pueden encontrar en ciertos tipos de rocas. Para el levantamiento estructural se realizó la medición de rumbos y buzamientos mediante el uso de la brújula, con el flexómetro y cinta se midieron afloramientos, además para el levantamiento de la geología se utilizó la Carta Geológica Saraguro, la misma que sirvió como soporte de corroboración de la información obtenida en el campo.

Al momento de realizar el ensayo de SPT mediante la extracción de las muestras de suelo en el cual se alcanzó una profundidad de 6m, se caracterizó su litología mediante observación directa de los testigos obtenidos. En oficina se utilizó técnicas de mapeo digital mediante software adecuados para procesar toda la información a través de paquetes computacionales como el AutoCAD, ArcGIS para la elaboración e interpretación del mapa geológico a detalle.

5.2 Materiales y metodología empleada para el segundo objetivo

“Establecer la base de parámetros geotécnicos del área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales”

a) Los materiales utilizados para este objetivo son los siguientes:

- Carta Geológica de Saraguro escala 1: 100000
- GPS
- Libreta de Campo
- Equipo de Geotecnia

b) En la metodología utilizada para el alcance de este objetivo, se empleó técnicas como la exploración, la obtención de muestras, la ejecución de pruebas de laboratorio y el análisis de la información, donde se siguió el siguiente procedimiento; en primer lugar se realizó pruebas en el campo para estimar las propiedades geotécnicas de los suelos, de modo que con todo el equipo geotécnico se dirigió al sector de estudio donde se realizó la prueba de ensayo de SPT (Prueba de penetración estándar), a partir de esta prueba se obtienen los parámetros de resistencia a la penetración estándar. El uso de esta metodología es muy común en la mayoría de las obras de infraestructura, porque nos



determina los principales parámetros mecánicos de los suelos. Además se obtuvo muestras del subsuelo, mediante el SPT donde el tubo partido permite recuperar muestras del material explorado, que se ha alterado por la forma de hincado del muestreador; estas muestras fueron colocadas en bolsas dobles herméticamente cerradas. Cada muestra fue etiquetada con su identificación, una dentro y otra afuera, en las cuales se anotó el código, la fecha, el sitio y la profundidad a que fue tomada.

Una vez terminada la recolección de datos en el campo y la información del laboratorio se realizó el trabajo de oficina con el análisis correspondiente para la obtención de los resultados, utilizando los paquetes informáticos para el debido procesamiento de la información. Los parámetros a analizar fueron los siguientes:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Peso específico
- Granulometría
- Clasificación del suelo
- Ensayo de compresión simple

5.3 Materiales y metodología empleada para el tercer objetivo

“Analizar las características del recurso hídrico residual que actualmente es destinado para uso de riego”

a) Los materiales utilizados son los siguientes:

- GPS
- Libreta de campo
- Etiquetas
- Marcadores
- Envase plástico y Estéril
- Guantes
- Cámara fotográfica

b) Para el desarrollo de este objetivo se utilizó técnicas de observación, medición y análisis, se procedió a la toma de muestras de las descargas para luego ser analizadas en el laboratorio en este caso se lo realizó en CIESSA Cia. Ltda. (Centro de Investigación,



Estudios y Servicios de Aguas y Suelos). Para los datos recolectados en el campo se siguió el siguiente procedimiento:

1. Plan de muestreo: Para la caracterización del agua residual. En primer lugar se consideró puntos preliminares, luego se procedió a la toma de dos muestras previo a un análisis en un periodo de dos meses, tomando dos muestras por mes es decir un total de 4 muestras.

El primer punto fue tomado en la vertiente Manzana, se encuentra ubicado en las coordenadas Longitud: 684757 Latitud: 9602101. Mientras que el segundo punto está ubicado en el Río Celén en las coordenadas Longitud: 684638 Latitud: 9602426.

2. Clase de tamaño de muestra: La toma de muestra es in situ y son muestras simples, se tomó una cantidad de 1500 ml (cada una).
3. Rotulado y cuidado de la muestra: Se identificó la muestra con su respectivo código y fecha, con los debidos cuidados para evitar derrames, luego se registró en la libreta de campo, datos como: condiciones ambientales de muestreo, material flotante presente en el agua residual, temperatura ambiente y temperatura de la muestra.
4. Método de muestreo: Se realizó un muestreo manual y se hizo uso de guantes y mascarilla. Por último almacenamiento y preservación de la muestra: Los recipientes que se usaron son de plástico estériles (1.5 litros); el transporte se realizó bajo condiciones de refrigeración mediante un cooler para así evitar alteraciones en las determinaciones en la misma.



6. RESULTADOS

6.1 Descripción del área de estudio

6.1.1 Acceso

El acceso al área de estudio es por vía terrestre de primer orden, denominada Panamericana E35 a 65 km aproximadamente desde la ciudad de Loja hasta la cabecera cantonal Saraguro, desde ahí se interconecta con la parroquia El Paraíso de Celén, mediante una vía de segundo orden a 31 km de Saraguro.

6.1.2 División política administrativa

Está conformado por las siguientes comunidades: Buena Ventura, Centro Celén, Cerquen, Chacaputo - El Arenal, Gañil, La Esperanza, La Florida, San Fernando, San José de Gañil, Santa Rosa, Zunín-Pacay, Buena Vista y Turupamba.

6.1.3 Localización Geográfica

Geográficamente el lugar de estudio se encuentra ubicado en la parroquia El Paraíso de Celén, perteneciente al cantón Saraguro de la provincia de Loja en las estribaciones de la cordillera Real de los Andes, al Sur del Ecuador.

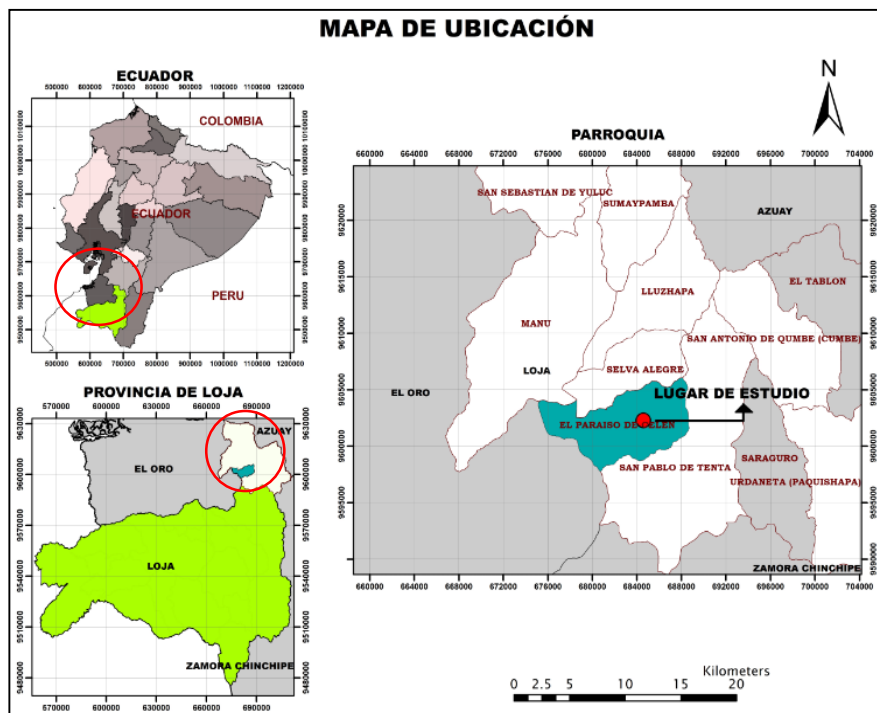


Figura 3. Ubicación Geográfica del lugar de estudio

Fuente: El Autor



Sus límites geográficos son: al Norte con la parroquia de Selva Alegre, al Sur y al Este: Con la parroquia San Pablo de Tenta y al Oeste: Con la parroquia Guizhaguña del cantón Zaruma de la provincia de El Oro. Está ubicado a una altura de 2.650 m s.n.m. y una superficie aproximada de 62,207 km². La misma que corresponde al 5,8% de la superficie total.

6.1.4 Geomorfología

La geomorfología es una rama de la geología que estudia el relieve de la tierra, el cual es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, cuya dinámica se conoce de manera genérica como ciclo geográfico. A partir de este contexto en la parroquia “El paraíso de Celén” se destaca el nudo o cordillera de Cerro Negro, alcanza los 3880 m s.n.m., que se ubica al Sureste de la parroquia. En estas montañas existe un conjunto de lagunas siendo la más importante la laguna de Chinchilla.

Tabla 2. Geomorfología de la parroquia El Paraíso de Celen

DESCRIPCIÓN	ÁREA	PORCENTAJE (%)
Colinas medianas	1640,36	26,37
Cuerpos de agua	17,61	0,28
Relieve escarpado	143,65	2,31
Relieve montañoso	2525,02	40,59
Valles encañonados	1754,5	28,20
Vertientes irregulares	138,62	2,24
Total	6220,76	100,00

Fuente: PDOT de la Parroquia el Paraíso de Celén

De acuerdo al mapa de geomorfología que se detalla dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia como se puede evidenciar en la Figura 4, en forma general se puede describir lo siguiente: “el relieve característico de la zona es de relieve montañoso, con 2525,02 ha, que corresponde, al 40,59% de la superficie parroquial; con 1754,50 ha se encuentra los valles encañonados, que equivale al 28,20%; las colinas medianas ocupan 1640,36 ha, es decir, el 26,37%; con una menor extensión se encuentra superficies de relieves escarpados que representan el 2,31% (143,63ha); mientras que los cuerpos de agua conjuntamente con las vertientes irregulares abarcan 157,23 ha que en porcentajes



equivale al 2,52% de la extensión total de la parroquia. Esta variación o irregularidad del relieve conjuntamente con otros factores climáticos y biológicos originan los microclimas, que se pueden distinguir en el tipo de cobertura vegetal. En la parte baja de la parroquia existen especies características de áreas secas como faique, chamana mientras que en la parte alta se encuentran vegetación característica de los bosques nublados y páramo. Esto factores también favorece a la producción agrícola, obteniendo dentro de la parroquia una producción variada.”¹⁹

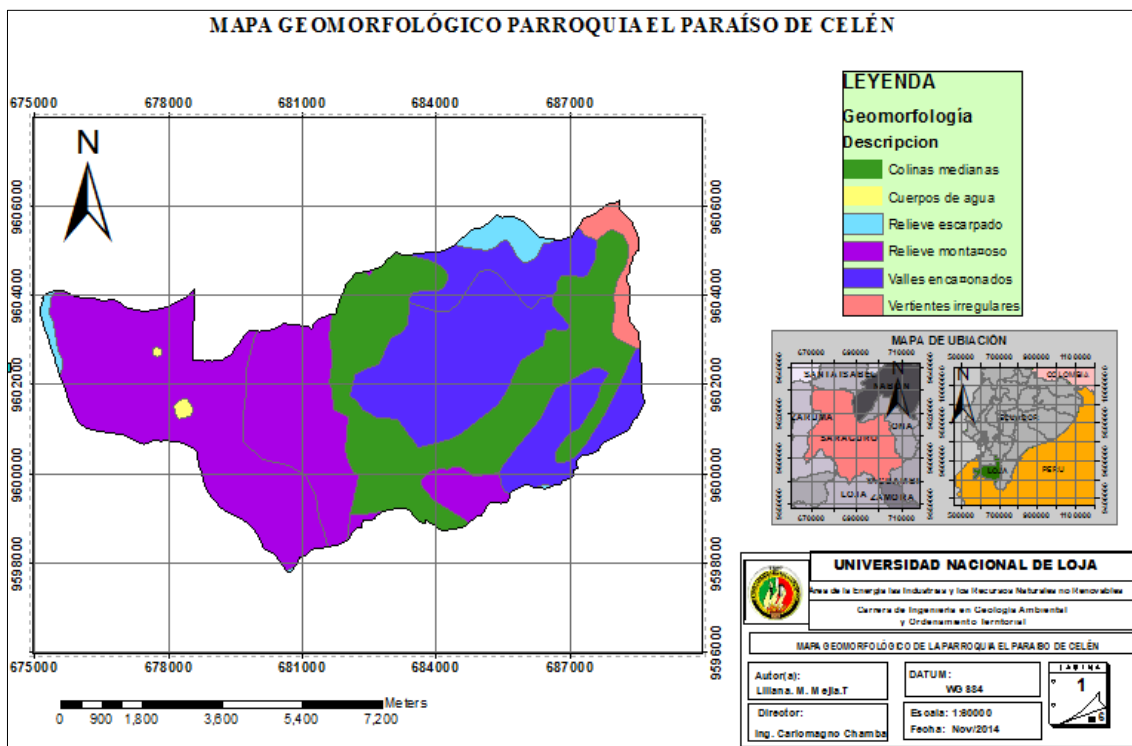


Figura 4. Mapa de Geomorfología Parroquia el Paraíso de Celén

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia el Paraíso de Celén

6.1.5 Clima e Hidrología

6.1.5.1 Clima

El clima del área de estudio es desde frío hasta templado, con una temperatura que varía de 6 a 16°C, en los meses de verano alcanzado la máxima y la mínima en invierno o heladas, la temperatura media anual corresponde a los 11°C, presenta una precipitación media de 949,9 mm de acuerdo a los datos obtenidos de los anuarios de las estaciones meteorológicas de San Lucas, Saraguro, Oña y El Cisne. De acuerdo a la clasificación de

¹⁹ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia el Paraíso de Celén



Koppen, pertenece a la Zona geográfica-climática Ecuatorial Mesotérmico, caracterizado por lluvias irregulares durante el año. (INAMHI 2001)

6.5.1.2 Hidrología

“La parroquia El Paraíso de Celén pertenece a la cuenca hidrográfica del río Jubones que se encuentra al norte del cantón Saraguro, posee diversos afluentes, quebradas y ríos que nacen en la parroquia, la mayor parte de este sistema fluvial es utilizado para consumo humano y riego. La red hidrológica se inicia en la cordillera occidental, formando una serie de quebradas como: la quebrada de Gualel y Zurrón, el río San José en la parte baja, el río Jarenta; los cuales forman el río Celén para aguas abajo al unirse con el río San Vicente y Tenta formando el río Naranjo, afluente principal del río León y finalmente forma el río Jubones

6.1.6 Uso actual del Suelo

En forma general el uso del suelo de la parroquia, en términos de un buen manejo, debe estar condicionado a su capacidad biofísica y condiciones medio ambientales. El aprovechamiento de la tierra obedece a la imposición de patrones de utilización de orden económico, social y cultural. El uso actual del suelo es diverso dentro de la superficie de la parroquia, se registraron 19 usos, con un total de área 6220.7 Ha, a continuación de describen las principales:

- **Bosques:** El bosques de galería conjuntamente con el bosque natural intervenido, ocupan 767,99 ha, que equivale al 12,35%. Estos dos tipos de cobertura, sumados a la de bosque natural nublado, abarcan el 12,87% de la superficie; estas cifras demuestran que existen poco área boscosa.
- **Cuerpos de agua:** Ocupan un área 19,55ha, que equivale al 0,31%
- **Cultivos de ciclo corto:** Para la agricultura 904,06 ha, que representa un 14,53 % de la superficie total (agricultura en secano con cultivos de ciclo corto: en asociación maíz, frejol, haba, zambos y cultivos andinos; monocultivos como la papa, arveja, trigo, cebada, haba, frejol arbolito (en menor escala), diversos frutales tomate de árbol, babaco, frutas exóticas, chamburos, joyapas, lumas, gullan, taxo, guatos, toronche).



- **Páramo:** La vegetación predominante en la parroquia, cubre 1 698,56 ha, es decir, el 27,31% está constituida por el páramo herbáceo y arbustivo. En esta área realizan el pastoreo de ganado vacuno y caballar especialmente en el verano cuando el pasto escasea. Este importante ecosistema al sido alterado por la introducción del pino y las quemas constantes
- **Pasto Cultivado:** son áreas de pasto sembradas o cultivadas con la intervención del hombre, ocupa 1528,61 ha, es decir el 24,57%. Ocupa el segundo lugar por la extensión que abarca esta unidad dentro de la superficie parroquial.²⁰

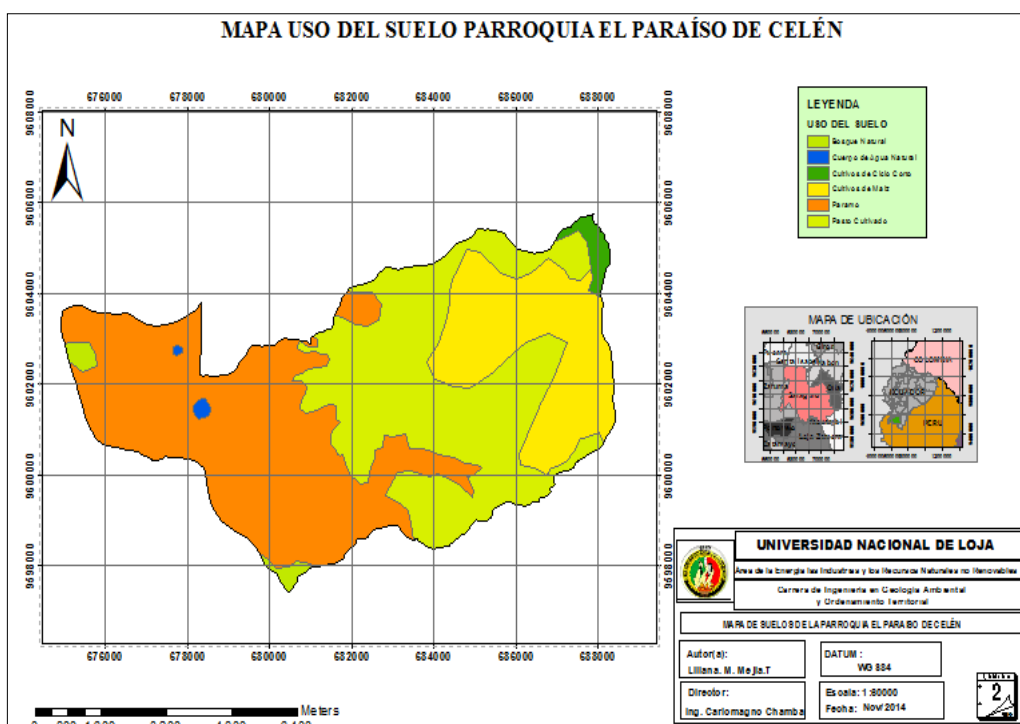


Figura 5. Mapa de Uso del suelo Parroquia el Paraíso de Celén

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia el Paraíso de Celén

De acuerdo al uso del suelo de la parroquia, el área de estudio actualmente se establece dentro de una categorización de las aptitudes para cultivos de maíz, además a sus alrededores se establecen zonas de pastizales, forestación y conservación natural. Cabe recalcar que de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial dentro de las principales actividades económicas se determina la agricultura 904,06 ha, que representa un 14,53 % de la superficie total. Y que su principal sistema de riego es por aspersión, la

²⁰ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia el Paraíso de Celén



conducción realizan en tuberías. El sistema esta aprovechado en el 50 % de su capacidad, necesita mayor activación productiva para generar desarrollo en la zona bajo riego.

6.2 Estudio Geológico-estructural

6.2.1 Topografía

El sector de estudio cubre un área de 2,5 Ha. Presenta una morfología relativamente ondulada de topografía regular, es característica primordial de estos suelos un buen drenaje por su posición topográfica y la composición de los suelos presentes, las elevaciones de la zona varía de los 2520 - 2592m.s.n.m.

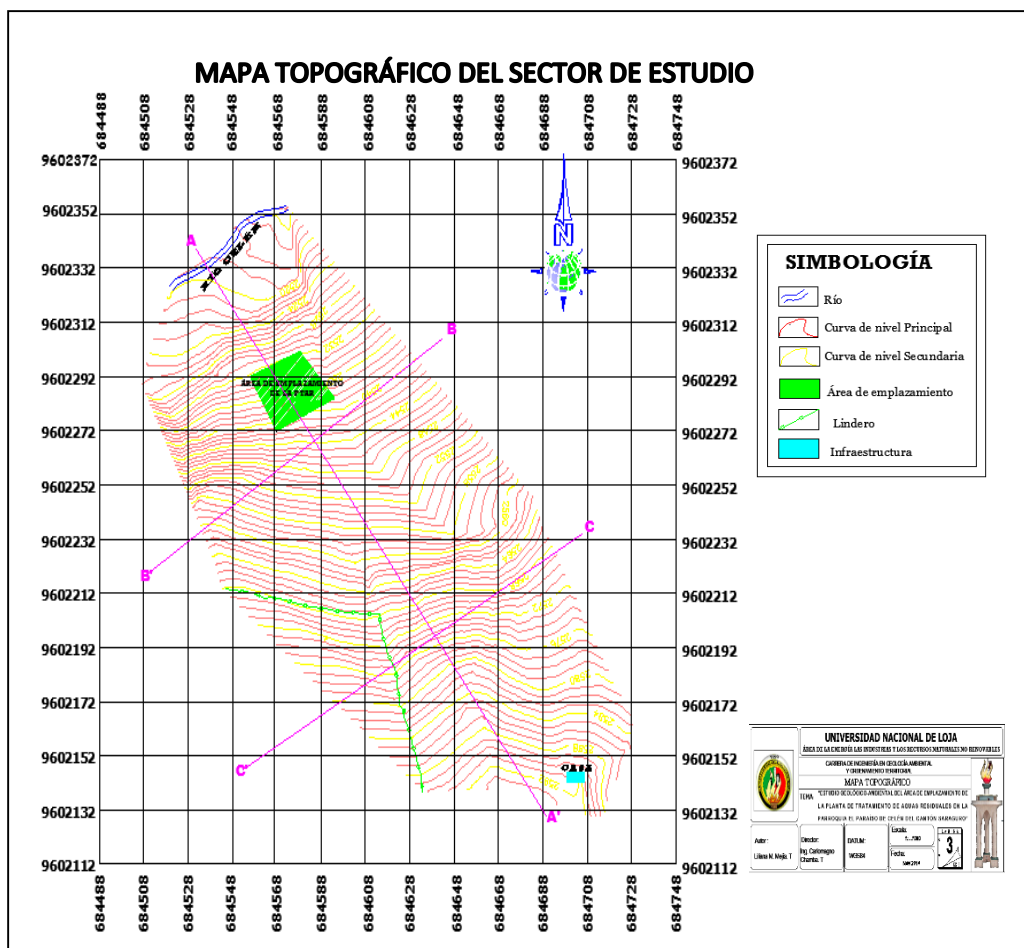


Figura 6. Topografía del sector de estudio (área de emplazamiento de la PTAR Celén)

Fuente: El autor

En el presente proyecto se hizo uso de la Estación Total Trimble (GPS 5800 R4 SATELITAL), con la cual se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias.



Tabla 3. Coordenadas del área de emplazamiento

PTO.	COORDENADAS	
	UTM-WGS84-Zona 17s.	UTM- PSAD 56-Zona 17s.
1	X: 684556 Y: 9602292	X: 684814.62 Y: 9602665.19
2	X: 684568 Y: 9602272	X: 684826.62 Y: 9602645.19
3	X: 684594 Y: 9602284	X: 684852.62 Y: 9602657.19
4	X: 684578 Y: 9602301	X: 684836.62 Y: 9602674.19

Fuente: (El autor)

Procesando posteriormente las coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y representar gráficamente los detalles del terreno considerados. Además se presenta los perfiles topográficos del terreno que se los puede evidenciar en el anexo 2, para proporcionar una visión tridimensional más completa del área que aparece en el mapa topográfico.

6.2.2 Geología Regional

La Sierra se divide en dos cadenas montañosas geológicamente distintas: La Cordillera Real al Este, y la Cordillera Occidental al Oeste.

La Cordillera Occidental consta de un basamento comparable a la costa, sobrepuesto por las formaciones esencialmente volcánicas del arco Oligoceno - Actual. La Cordillera Real constituye una remota región en la que subyacen rocas metamórficas, en parte cubiertas por Volcánicos Cenozoicos, incluyendo algunos de los principales estrato-volcanes.

El área Saraguro se encuentra en la Sierra Austral del Ecuador, es montañoso con altitudes que varían entre los 1000 y 3800 m.s.n.m. Las rocas son predominantemente volcánicas, sin embargo al Sur también se encuentran dispersos afloramientos de rocas metamórficas. En el Paleoceno- Eoceno, en la parte centro Sur de la Cordillera Occidental, se desarrolló un arco volcánico sobre el basamento oceánico (Unidad Macuchi) y sobre el basamento continental (Formación Sacapalca y parte de la Formación Saraguro) Regionalmente tanto la Formación Saraguro como la Formación Sacapalca son características para la evolución orogénica de todo el cinturón de los Andes Centrales. El proceso de subducción que hace que la placa de Nazca penetre bajo la corteza de la placa Sudamericana, es el



mecanismo a partir del cual se ha generado un intenso volcanismo de tipo riolítico y andesítico.

En las cercanías de Saraguro afloran rocas volcánicas de edad terciario (Eoceno-Mioceno), conformadas por tobas riolíticas, tobas dacíticas, depósitos piroclásticos y ceniza volcánica. Las características de las unidades que conforman regionalmente el área de estudio se describen a continuación:

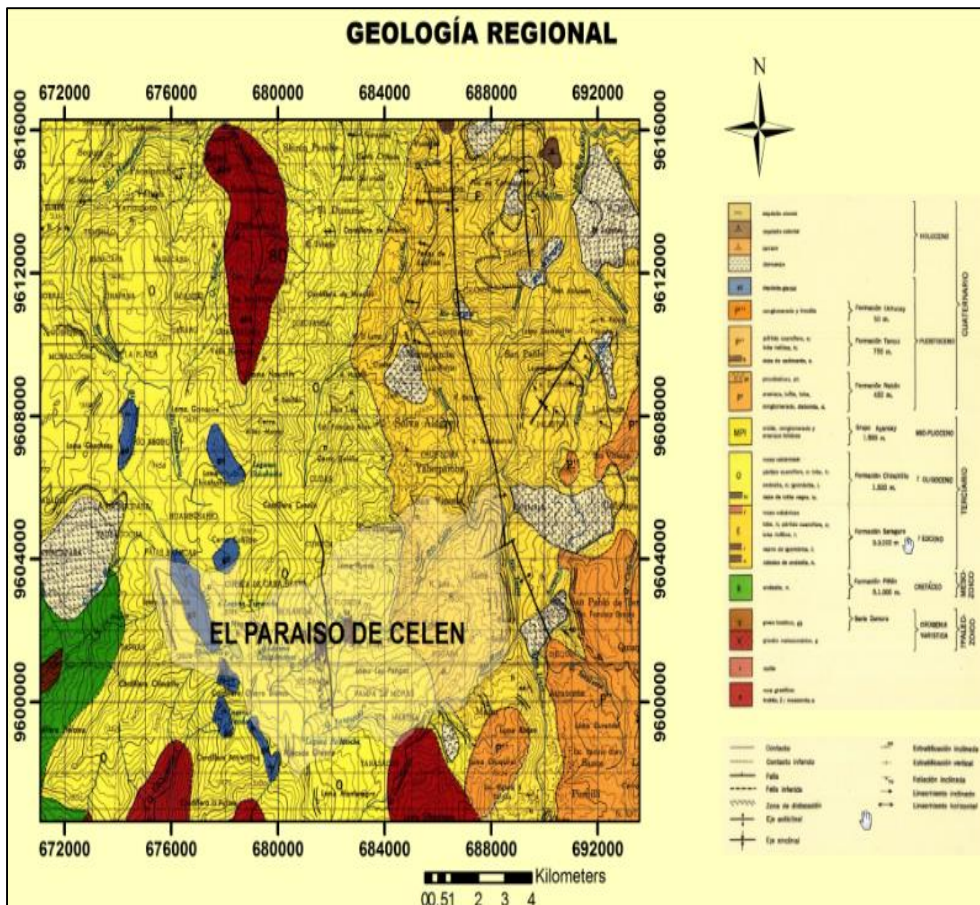


Figura 7. Geología regional del área de estudio

Fuente: Carta Geológica Saraguro. Hoja CT-NVI-D, 3783 IGM.1973

- Unidad Chiguinda.-** Se presenta en la parte meridional del área. Al Sur de Llaco se encuentran esquistos micáceos, en cambio en Tres Lagunas, al Este de Saraguro el gneis biotítico es predominante; esto indica un incremento hacia el Este en el grado de metamorfismo. El rumbo de la foliación es generalmente NNE y las rocas están plegadas en forma isoclinal con ejes que siguen una orientación similar. En Tres Lagunas los gneis están asociados a un granito biotítico con numerosos megacrístales de feldespato, mayores de 10 cm. x 4 cm. El granito se cree que es de origen metasomático.



- **Formación Saraguro (Eoceno).**- Aflora en los valles de terreno profundamente disectados, siguiendo los ríos León, Paquishapa, Tenta y Jubones. Estratos de lava y piroclásticos 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.
- **Formación Chinchillo (Oligoceno).**- Conforman la cordillera alta de Chilla. Consiste principalmente en lavas con algunos estratos de piroclásticos. Las lavas son riolitas y andesitas porfiríticas con abundantes fenocristales de cuarzo de las primeras. Entre los piroclásticos predominan las tobas. Ignimbrita andesítica fue reportada cerca de Manú. A unos 3 km, al Oeste de Celén estratos no fosilíferos de lutitas negras se encuentran intercaladas en los volcánicos.
- **Grupo Ayancay (Mio-Plioceno).**- 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, cercanos a la vertical. Descansa discordantemente sobre la formación Saraguro y se estima aquí su espesor en 1500 m.
- **Formación Nabón (Pleistoceno).**- Esta formación se divide en tres miembros: 1) Un miembro basal de tobas estratificadas que descansa discordantemente sobre la Formación Saraguro, 2) Sedimentos que se encuentran bien estratificados y consisten de conglomerados gujarros, arenisca, limolita, lutita carbonácea, lignito y diatomita. Las areniscas son ferruginosas y contienen vetillas muy finas de hierro, las que le proporcionan la coloración café rojiza. Las lutitas son claras a café oscuras finamente laminadas y 3) Piroclásticos que consisten de tobas arenosas homogéneas y tobas aglomeráticas.
- **Formación Tarqui (pleistoceno).**- Conforman una masa tabular sensiblemente horizontal, la que a una altitud cercana a los 3000 m, cubre las colinas y áreas planas en la parte oriental del área. Consiste de riolita porfirítica masiva con algo



de tobas riolíticas que se han meteorizado transformándose en un manto arcilloso rosado o blanco.

6.2.3 Geología Local

El sector de estudio se localiza sobre la formación Saraguro y perteneciente al Eoceno, donde principalmente están presentes rocas volcánicas, tobas, pórfido cuarcífero, tobas riolíticas, capas de ignimbrita, coladas de andesita. Además afloran estratos de lava y piroclásticos. Los piroclastos varían desde tobas de grano fino a aglomerados muy bastos, pero lo más común es una toba masiva conglomerática en estratos de 50 a 100 m. de espesor y que forman escarpas prominentes en los alrededores de Saraguro.

6.2.4 Geología del área de estudio

El levantamiento geológico del área de estudio consistió en la recolección y documentación de información, por medio de la observación y descripción de los afloramientos, donde principalmente se pudo identificar rocas volcánicas como: la andesita, tobas y piroclastos, además de observar material arcilloso limoso, recubriendo el lugar de emplazamiento producto de la meteorización y erosión de las rocas volcánicas.



Figura 8. Fotografía muestras de suelo (SPT)

Fuente: El autor

Desde el punto de vista granulométrico los sedimentos del que cubren el lugar, se componen de fragmentos que van desde conglomerados, arenas gruesas, medias y finas hasta sedimentos finos como limos y arcillas, que se lo evidenció por medio del ensayo



“in situ” SPT mediante un toma muestras partido, permitiendo obtener muestras alteradas de suelo dentro de un sondeo para su identificación, como se observa en la Figura 8.

Se encontraron un total de 7 afloramientos en toda el área de estudio que cubre un área de 2,5 Ha mencionado anteriormente. En la Figura 9 se ubican los afloramientos que se observaron en el lugar de estudio.

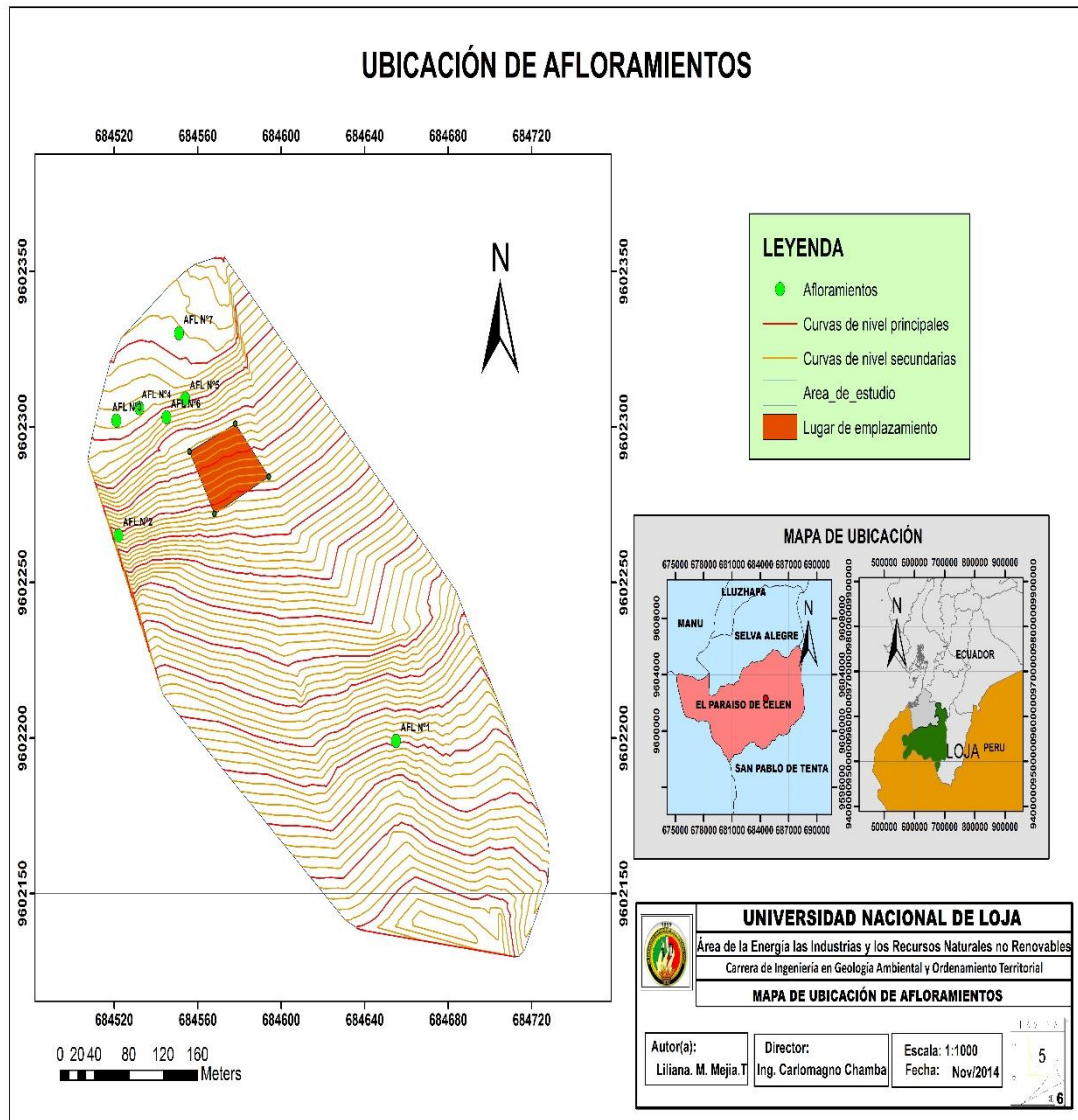


Figura 9. Ubicación de afloramientos en el área de estudio

Fuente: El autor

En las siguientes fichas descriptivas se describe con mayor detalle los afloramientos registrando: sus coordenadas, dimensiones, grado de fracturación, descripción geológica y datos estructurales en caso que existieran.



Tabla 4. Caracterización de afloramiento 1

Afloramiento N°1			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684655 Y: 9602199		PSAD 56: X: 684888.70 Y: 9602573.80	
Dimensiones (a x h):	6m – 2.30m	Grado de Fracturación:	II Poco meteorizado
Descripción Geológica: En este afloramiento se encontró rocas de composición intermedia (toba) de tonalidad café oscuro a café claro, con textura afanítica de grano fino a medio. Presenta un alto grado de fracturamiento por agentes de erosión, existe presencia de óxido de hierro lo cual le da una tonalidad de café oscuro.			
Datos estructurales: No presenta datos estructurales			
Fotografía:			
  			

Fuente: El autor



Tabla 5. Caracterización de afloramiento 2

Afloramiento N°2			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684522 Y: 9602265		PSAD 56: X: 684755.70 Y: 9602639.80	
Dimensiones (a x h):	8m – 2m	Grado de Fracturación:	IV Muy meteorizado
Descripción Geológica: En este afloramiento se encontró roca muy fracturada de ambiente extrusivo como lo es la andesita, presenta un color gris claro de textura porfirítica de grano fino a medio.			
Datos estructurales: Dirección de afloramiento N 84° W y un Buzamiento de 42° NE Presenta diaclasas con dirección S 7° W			
Fotografía:			

Fuente: El autor



Tabla 6. Caracterización de afloramiento 3

Afloramiento N° 3			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684521 Y: 9602302		PSAD 56: X: 684754.7 Y: 9602676.80	
Dimensiones (a x h):	4.15m -16.3m	Grado de Fracturación:	II Poco meteorizado
Descripción Geológica: En este afloramiento encontramos rocas de composición intermedia (andesítica) de tonalidad gris claro, con textura afanítica., existe presencia de óxido de hierro lo cual le presenta pequeñas tonalidades de café.			
Datos estructurales: Dirección S 73° W y un Buzamiento de 61° SW Presenta diaclasas perpendiculares con dirección S 37° W y Horizontales con una dirección S 46° E			
Fotografía:			

Fuente: El autor



Tabla 7. Caracterización de afloramiento 4

Afloramiento N° 4			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684532 Y: 9602306		PSAD 56: X: 684765.70 Y: 9602680.80	
Dimensiones (a x h):	11.20m -2.50m	Grado de Fracturación:	II Poco meteorizado
Descripción Geológica: En este afloramiento encontramos una roca ígnea andesita masiva de ambiente extrusivo, tiene un color gris claro a oscuro, presenta una textura porfídica de grano fino. Este afloramiento se lo encontró cubierto de vegetación lo que varía cierta coloración en la roca			
Datos estructurales: Este se lo considera como un piroclasto por lo que no presenta una dirección ni buzamiento, sin embargo presenta diaclasas con una dirección N 13° E			
Fotografía:			

Fuente: El autor



Tabla 8. Caracterización de afloramiento 5

Afloramiento N° 5			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684554 Y: 9602309		PSAD 56: X: 684787.70 Y: 9602683.80	
Dimensiones (a x h):	4 m - 2m	Grado de Fracturación:	IV Muy meteorizado
Descripción Geológica: En el presente afloramiento se observa aglomerados con matriz limo-arcillosa, que se depositaron durante el Holoceno. Entre los clastos podemos encontrar tobas de tipo andesítica y tobas aglomeráticas, de color café claro. Las tobas se encuentran en franco proceso de meteorización, todo esto se encuentra intercalado con capas de arcilla limosa.			
Datos estructurales: No presenta datos estructurales			
Fotografía:			

Fuente: El autor



Tabla 9. Caracterización de afloramiento 6

Afloramiento N°6			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684545 Y: 9602303		PSAD 56: X: 684778.70 Y: 9602677.80	
Dimensiones (a x h):	0.50m - 1m	Grado de Fracturación:	III moderadamente meteorizado
Descripción Geológica: Rocas piroclásticas, se caracteriza por ser andesitas masivas de grano fino de coloración gris, de textura poco áspera y sus diámetros van de 0.50 – 1 metro con una matriz de arena arcillosa. No tiene elementos estructurales.			
Datos estructurales: No presenta datos estructurales			
Fotografía:			

Fuente: El autor



Tabla 10. Caracterización de afloramiento 7

Afloramiento N °: 7			
Coordenadas UTM WGS84: X: 684551 Y: 9602330		PSAD 56: X: 684784.70 Y: 9602704.80	
Dimensiones (a x h):	0,90 - 1.20	Grado de Fracturación:	III moderadamente meteorizado
Descripción Geológica: Aquí observamos piroclastos, son rocas ígneas de tipo andesita cuya textura es porfirítica de grano fino presentan una tonalidad gris oscuro, estas se encuentran dispersamente depositadas en la rivera del río Celén por lo que en su matriz cementante es limo arcillosa, no presentan grado de alteración ni elementos estructurales.			
Datos estructurales: No presenta datos estructurales			
Fotografía:			

Fuente: El autor



En base a la información geológica regional, local y a detalle se procedió a realizar el respectivo Mapa geológico del área de estudio.

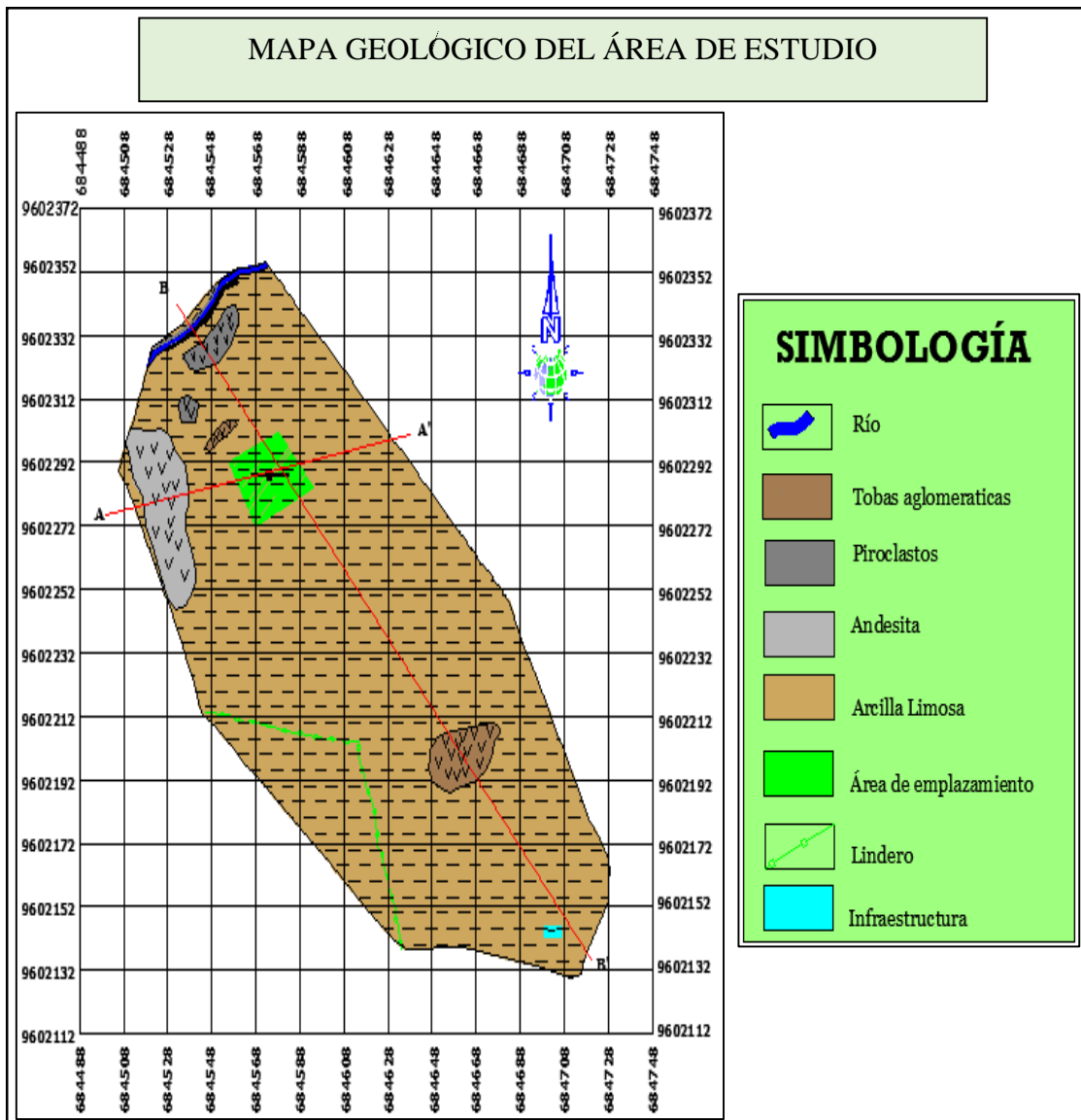


Figura 10. Mapa geológico del sector de estudio

Fuente: el autor

6.2.5 Geología Estructural

En cuanto a la geología estructural, regionalmente existen plegamientos cuyos ejes tienen rumbos NE-SW en el Grupo Ayancay y en la Formación Saraguro siguiendo el río León mantiene la misma orientación que las zonas de deformación cataclástica en el granito metasomático de Tres Lagunas, señalando así una importante dirección estructural. Los plegamientos de la Formación Chinchillo y en la Formación Saraguro siguiendo el río Tenta son más suaves, manteniendo sus ejes un rumbo N-S.



En el lugar de estudio no se encontró estructuras significativas. Los datos estructurales que fueron tomados en los afloramientos antes descritos para el levantamiento geológico estructural se describen a continuación: En la parte Nor-Oeste del sector de estudio se encontró roca muy fracturada de ambiente extrusivo con una dirección de afloramiento N 84° W y un buzamiento de 42° NE, El macizo rocoso presenta diaclasas con dirección S 7° W.

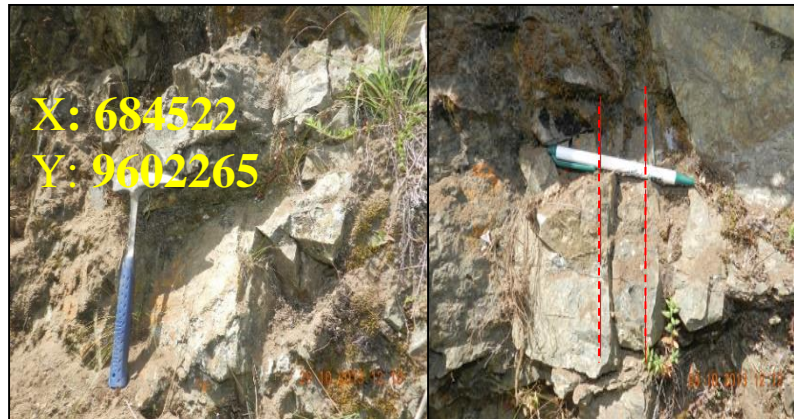


Figura 11. Fotografía andesita muy meteorizada (X: 684522; Y: 9602265)

Fuente: el autor

En el siguiente afloramiento se encontró roca volcánica, andesita de tonalidad café oscuro a café claro, existe presencia de óxido de hierro lo cual le da una tonalidad de café obscuro, con una dirección S73°W y un buzamiento de 61° SW. En esta roca se encontraron diaclasas verticales con dirección S 37° W y horizontales con una dirección S 46° E



Figura 12. Fotografía roca andesita (X: 684521; Y: 9602302)

Fuente: el autor



Además se encontró una roca ígnea andesita masiva de ambiente extrusivo, tiene una tonalidad de gris claro se caracteriza por ser un piroclasto, por lo que no presenta una dirección ni buzamiento, sin embargo este presenta diaclasas con una dirección N 13° E.



Figura 13. Fotografía Piroclasto (X: 684532; Y: 9602306)
Fuente: el autor

6.2.6 Análisis de estabilidad / inestabilidad

Dentro de los resultados de pendientes se tiene; el perfil topográfico del corte A-A' tiene una pendiente de 23%, el perfil del corte (B-B') tiene una pendiente de 23%, y el perfil del corte (C-C') tiene una pendiente de 10% (ver anexo 2).

Zona	Descripción	Material	Pendientes (%)
Estable	Riesgo nulo de movimientos ligados a la naturaleza del terreno; incertidumbre en el comportamiento bajo la acción de movimientos sísmicos		<5
Inestabilidad potencial	Riesgo potencial de movimientos; presencia de movimientos superficiales	De naturaleza limo-arcillosa	10 < p < 30
Inestable	Riesgo real de inestabilidad, presencia numerosa de deslizamientos, caída de bloques y movimientos superficiales Riesgo real con caída de bloques.	Predominio de materiales limo-arcillosos	20 < p < 30
		De naturaleza caliza	40 < p < 50
Altamente inestable	Riesgo manifiesto de fenómenos de inestabilidad, presencia generalizada de deslizamientos y movimientos múltiples superficiales	De naturaleza limo-arcillosa	20 < p < 30

Figura. 14. Clasificación de zonas estables e inestables

Fuente: JOSÉ R. MARTÍ VARGAS Y LIDIA PÉREZ GONZÁLEZ. La inestabilidad de laderas como condicionante ambiental en la ordenación del territorio: aplicación práctica en la comarca de Camp de Turia –Valencia



Tomado como base la información bibliográfica en relación con los valores teóricos de pendientes (%) de estabilidad/inestabilidad para distintos materiales, como se observa en la figura 14, frente a las pendientes obtenidas, el área de estudio se clasifica como una zona de inestabilidad potencial, que se describe como riesgo potencial de movimientos es decir el peligro ahora no existe, pero se sabe que puede existir a corto, medio, o largo plazo, dependiendo de la naturaleza de las causas que crean peligro.

6.3 Parámetros geotécnicos

Las propiedades de los suelos y de las rocas se cuantifican mediante parámetros geotécnicos que se usan en general en los estudios del terreno y en particular en los cálculos de proyecto. Se establecen a partir de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, los mismos que sirven para determinar el conjunto de características que permitirá obtener una concepción razonable del comportamiento del suelo en estudio, para lo cual con el equipo de geotecnia nos dirigimos hacia el lugar de estudio donde se procedió a realizar los ensayos adecuados y a continuación se describe los principales datos mecánicos y geomecánicos obtenidos mediante estudios de laboratorio y/o de campo.

6.3.1 Muestreo de suelo

Consistió en la obtención de muestras del material, de tal manera que las características de la porción obtenida es representativa del conjunto, estas muestras fueron obtenidas a través de un sondeo de penetración estándar (SPT), y luego fueron empacadas y llevadas al laboratorio, para determinar las propiedades representativas del lugar.



Figura 15. Fotografía de Muestra obtenida a 4m de profundidad (SPT)

Fuente: El autor



6.3.2 Determinación del contenido de humedad

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje del peso de agua que existe en una masa dada de suelo, y el peso de las partículas sólidas, se lo obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Dónde:

w = contenido de humedad expresado en %

Ww = peso del agua existente en la masa de suelo

Ws = peso de las partículas sólidas

Los resultados obtenidos en los diferentes estratos dentro del laboratorio son los siguientes:

Tabla 11. Resultados del Contenido de Humedad

Pozo	Profundidad	Contenido de Humedad
1	1-2 m.	19,10%
1	3-4 m.	23.88%
1	5-6 m.	18.90%

Fuente: El autor

De acuerdo a los porcentajes del contenido de humedad se muestra que a 2m se tiene una humedad de 19% mientras que a 4m se tiene un porcentaje de 23.88% y en 6m nuevamente disminuye en 18.90%, una de las razones se debe a que; los estratos son diferentes (ver figura 16), y dentro del estrato de 3 a 4m se tiene arena arcillosa por lo que existe mayor espacio intersticial, con diferencia a los otros estratos cuya descripción es de una arcilla limosa que se caracteriza por tener una mayor compactación.

6.3.3 Determinación del límite líquido y límite plástico

6.3.3.1 Límite Líquido

El procedimiento para la determinación del límite líquido es el siguiente: el material que se trae del campo se seca a temperatura ambiente y se disgrega. Una vez que el material se ha secado se criba por la malla No. 40 y se toma una cápsula de porcelana de 250 a



300 gramos del material que pasó la malla, lo saturamos y lo dejamos reposar (24 horas). Transcurrido el tiempo le agregamos agua destilada y se mezcla hasta formar una pasta homogénea

Se coloca la pasta, distribuyendo el material del centro hacia los extremos, de tal manera que en el centro quede una superficie a nivel.

Se hace una ranura en la parte media del suelo, utilizando el ranurador, de tal forma que este vaya perpendicular a la Copa de Casagrande. Se procede a darle los golpes en la Copa, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, y contar el número de golpes necesarios para que la ranura cierre ($\frac{1}{2}$) aproximadamente, la ranura debe cerrar por el flujo del suelo y no por deslizamiento de la pasta respecto a la copa.

En la capsula de vidrio de reloj, se extrae una muestra representativa de aproximadamente (10grs) del centro de la copa, cerca de donde cerró la ranura para obtener la humedad. Se deja secar el horno durante (24horas) a temperatura de 110° C.

Una vez obtenidos los resultados procedemos a anotarlos para poder graficar la curva de fluidez, que comprende en el eje de las abscisas en escala logarítmica el número de golpes, y en el eje de las ordenadas en escala aritmética los contenidos de agua; de la cual el límite líquido (LL) será el contenido de agua correspondiente a 25 golpes.

Dentro de los 6m de profundidad se tiene un límite líquido de 31

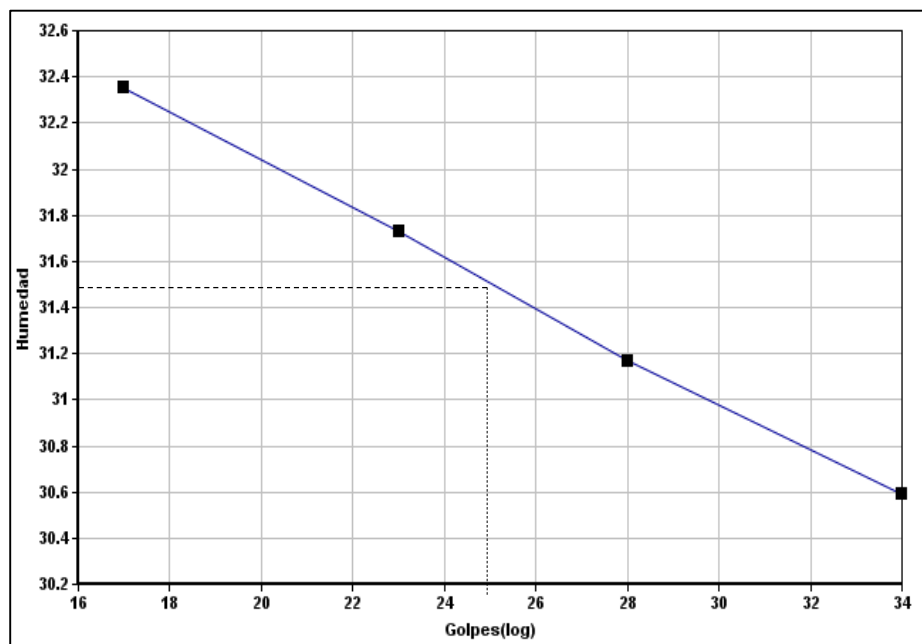


Figura 16. Gráfica del límite líquido a 6m de profundidad

Fuente: El autor



6.3.3.2 Límite Plástico

El procedimiento a seguir en el laboratorio es que de la muestra menos húmeda, pero que sea moldeable, se hace primeramente una esfera de 1.5 cm. aproximadamente. Se gira o se enrolla con la palma de la mano, sobre la placa de vidrio, tratando de hacer un cilindro alargado y con un diámetro de 3.2 mm.

Si este cilindro presenta agrietamientos múltiples, se dice que el suelo presenta el Límite plástico, este cilindro, se someterán al secado para determinar el contenido de agua, el cual equivale al LP.

Una vez determinados los límites tanto líquido como plástico procederemos a meter los datos a la carta de plasticidad, la cual en el eje de las abscisas representa el límite líquido (LL) y en el de las ordenadas el índice plástico (IP). La carta de plasticidad nos indicará la clasificación del suelo. Además Para la obtención del índice Plástico se obtiene de la diferencia entre límite líquido y límite plástico. $(Ip) = LL - LP$

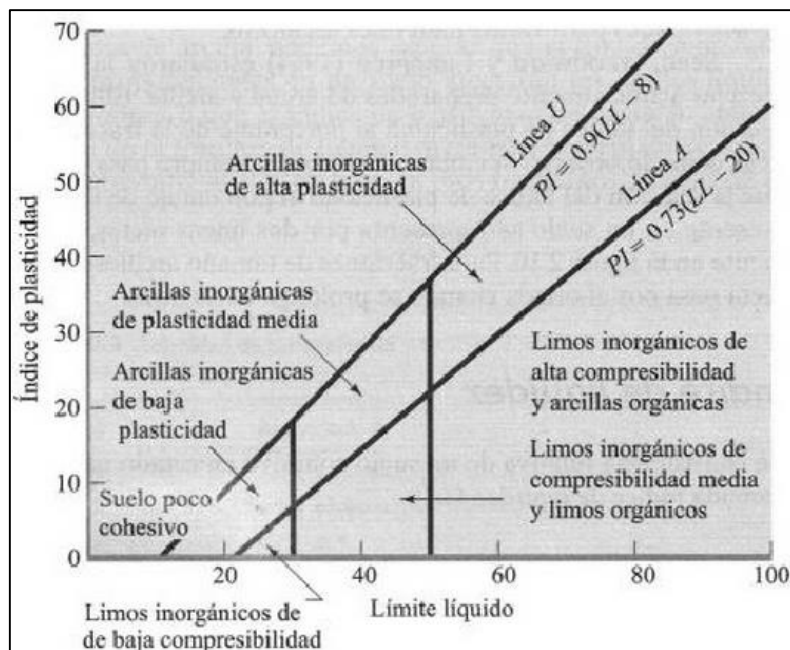


Figura 17. Carta de plasticidad Para clasificación de los suelos

Fuente: Juárez Badillo

Donde limos inorgánicos se hayan debajo de la línea A. Los limos orgánicos se grafican en la misma región (debajo de la línea A y con el LL variando entre 30 y 50) que los limos inorgánicos de compresibilidad media. Las arcillas orgánicas se grafican en la misma región que los limos inorgánicos de alta compresibilidad (debajo de la línea A y LL mayor



que 50). De acuerdo a los datos obtenidos (ver tabla 12), y relacionando con la figura 16 de la carta de plasticidad se tiene un suelo arcillo limoso de baja plasticidad

6.3.4 Determinación de la granulometría

La granulometría es muy importante en el proceso de clasificación de suelos, ya que permite en primera instancia separar la fracción gruesa de la fina. Además las características del tamaño de las partículas de un suelo, tienen gran importancia en su comportamiento mecánico, e influye considerablemente en la compactación adecuada de los suelos. El procedimiento para la determinación de la granulometría consiste en hacer pasar el material por una serie de mallas de distintas dimensiones de entramado que proceden a tamizar o filtrar los granos, donde se determina la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño.

En suelos finos se determina por el tamiz o malla N° 200, se obtiene un porcentaje de partículas menores de 0.002 mm.

Tabla 12. Resultados resumen de datos de campo y de laboratorio

Pozo	Prof.	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Grava	Arena	Fino	Clasificación (SUCS)	Clasificación (AASHTO)
1	1m							CL	A-7-6
1	2m	41	19	22	5	39	56	CL	A-7-6
1	3m							SC	A-6
1	4m	36	17	19	8	46	46	SC	A-6
1	5m							CL	A-6
1	6m	31	19	16	3	16	81	CL	A-6

Fuente: El autor

De acuerdo a los resultados obtenidos, está representada por suelos finos (CL), y dentro de la clasificación AASHTO perteneciente al sub grupo A-7-6, es decir arcilla limosa inorgánica

6.3.5 Ensayo de Penetración Estándar

Considerando las características y ubicación del proyecto la exploración de campo se estableció mediante la realización de un sondeo de penetración estándar (SPT) a 6m de profundidad. Se llevó a cabo aplicando el procedimiento establecido en la norma ASTM-D1586, que consiste en el hincado a percusión de un muestreador de pared gruesa



(penetrómetro) de 3.5 cm de diámetro interior de media caña de 60 cm de longitud, por medio de un martillo de 67 Kg de peso dejado caer desde una altura libre de 76 cm.



Figura 18. Fotografía de Ensayo de Penetración estándar

Fuente: El autor

Los resultados del sondeo permitieron determinar la estratigrafía del sitio como se muestra en la figura 18, la compacidad y/o consistencia de los estratos atravesados.

PROFUNDIDAD (M)	COLOR	COMPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN
0-1	CL	C.H. = 19.1% L.L. = 41% L.P. = 19% I.P. = 22%	Arcilla limosa de baja plasticidad
1-2	CL	C.H. = 19.1% L.L. = 41% L.P. = 19% I.P. = 22%	Arcilla limosa de baja plasticidad
2-3	SC	C.H. = 23.9% L.L. = 36% L.P. = 17% I.P. = 19%	Arena arcillosa de baja plasticidad
3-4	SC	C.H. = 23.9% L.L. = 36% L.P. = 17% I.P. = 19%	Arena arcillosa de baja plasticidad
4-5	CL	C.H. = 18.9% L.L. = 31% L.P. = 19% I.P. = 16%	Arcilla limosa de baja plasticidad
5-6	CL	C.H. = 18.9% L.L. = 31% L.P. = 19% I.P. = 16%	Arcilla limosa de baja plasticidad

Figura 19. Estratigrafía del sitio de estudio

Fuente: El autor



Además se llevó un registro del número de golpes necesarios para hacer penetrar dentro del suelo los 30 cm intermedios del penetrómetro como se observa en la Figura 18. Este registro permite inferir a través de correlaciones la compacidad de los suelos granulares y la consistencia de los materiales finos.

OBRA	POZO	PROF. m.	GOLPES N			N30 golpes	qa Kg/cm ²
			15 cm	30 cm	45 cm		
CIMENTACION	1	1.00	10	7	8	15	3.4
CIMENTACION	1	2.00	5	8	12	20	3.9
CIMENTACION	1	3.00	5	14	16	30	4.9
CIMENTACION	1	4.00	12	11	14	25	4.4
CIMENTACION	1	5.00	15	17	21	38	5.8
CIMENTACION	1	6.00	10	18	26	44	6.2

Figura 20. Resultados SPT del sector de estudio

Fuente: El autor

Realizando una correlación con el rango de consistencia de los suelos arcillosos de acuerdo al número de golpes (N) SPT que se puede evidenciar en la figura 21, se tiene que a los 2 m de profundidad presenta una consistencia firme; mientras que a los 4 m presenta una consistencia muy firme y finalmente a los 6 m de profundidad tiene una consistencia dura.

Número de golpes(N) SPT	Consistencia
0 - 2	Muy Blanda
3 - 5	Blanda
6 - 10	Media
11 - 20	Firme
21 - 30	Muy firme
Más de 30	Dura

Figura 21. Consistencia de los suelos arcillosos de acuerdo a (N) SPT

Fuente: Crespo Villalaz – Mecánica de suelos y cimentaciones

6.3.6 Ensayo de Compresión Simple

Este ensayo es muy importante, ya que permite obtener un valor de carga última del suelo, tiene por finalidad determinar la resistencia a la compresión no confinada de un cilindro de suelo cohesivo o semi-cohesivo, e indirectamente a la resistencia al corte.



El procedimiento del ensayo básicamente consiste en colocar una muestra de longitud adecuada, entre dos placas (aparatos para transferir la carga al suelo). Luego se aplica una carga axial y a medida que la muestra se deforma crecientemente, se obtienen cargas correspondientes.

- **Relación de Esbeltez**

Para el ensayo de compresión simple se debe considerar la relación de esbeltez de la muestra de un cilindro, la cual se expresa mediante una expresión comparativa:

$$\frac{L}{D} = 2$$

El efecto es particularmente sensible cuando la esbeltez es menor que 2 y por encima de este valor la influencia es mucho menos importante. A menor esbeltez aumenta el efecto multiaxial y, a causa del mismo, la capacidad de carga del material.

- **Datos de la muestra:**

Tabla 13. Datos de la muestra

DIAMETRO:	3.09 cm
ALTURA:	10.06 cm
AREA :	7.50 cm ²
VOLUMEN:	75.44 cm ³
PESO :	183.48 gr
DENSIDAD:	2.43 gr/cm ³
PROFUND. (m):	2.00

Fuente: El autor

De acuerdo a los datos de la muestra la esbeltez se mantiene en un rango de 2.2 que es un valor aceptable para ejecutar el ensayo.

La resistencia a la compresión simple o resistencia uniaxial, es el máximo esfuerzo que soporta la roca sometida a compresión uniaxial, determinada sobre una probeta cilíndrica o cubica sin confinar en el laboratorio, y viene dada por:

$$T_c = \frac{F_c}{A}$$



Dónde:

Fc: Fuerza compresiva aplicada

A: área de aplicación

A continuación en la figura 22 se presentan los resultados de la prueba de ensayo:

DATOS DE LA PRUEBA:						
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)	
0.0	0	0.00	0.00	7.50	0.00	
0.5	0.04	0.50	0.44	7.54	0.06	
1.0	0.07	0.99	0.77	7.57	0.10	
2.0	0.10	1.99	1.10	7.65	0.14	
3.0	0.13	2.98	1.42	7.73	0.18	
4.0	0.16	3.98	1.75	7.81	0.22	
5.0	0.18	4.97	1.97	7.89	0.25	
6.0	0.20	5.96	2.19	7.97	0.27	
7.0	0.21	6.96	2.30	8.06	0.29	
8.0	0.22	7.95	2.41	8.15	0.30	
9.0	0.23	8.95	2.52	8.24	0.31	
10.0	0.24	9.94	2.63	8.33	0.32	
11.0	0.25	10.93	2.74	8.42	0.33	
12.0	0.26	11.93	2.85	8.51	0.33	
13.0	0.26	12.92	2.85	8.61	0.33	

Figura 22. Datos de la prueba de compresión simple

Fuente: El autor

En la muestra el esfuerzo llega a 0.33 Kg/cm², este parámetro depende, hasta cierto punto, de la forma y tamaño de la probeta, del contenido en humedad, del régimen y velocidad de la carga aplicada. En la gráfica deformación esfuerzo (figura 23) presenta una rama ascendente hasta alcanzar la resistencia de pico σ_p , y una rama descendente que refleja la pérdida de resistencia.

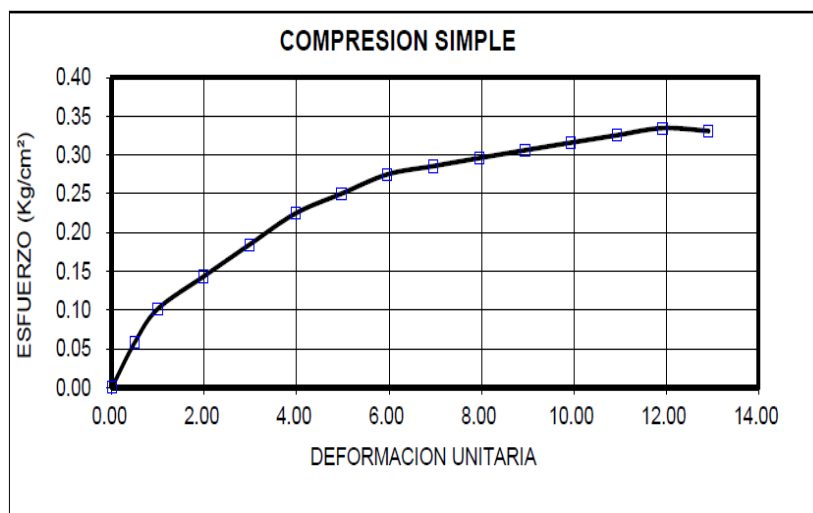


Figura 23. Curva esfuerzo deformación del ensayo de compresión

Fuente: El Autor



6.3.7 Ensayo de Permeabilidad

La permeabilidad del suelo suele medirse en función de la velocidad del flujo de agua a través de éste durante un período determinado de tiempo, se la expresa como una tasa de permeabilidad en centímetros por día (m/d). La permeabilidad se la midió a través de un tubo colocado en el terreno de 165cm de altura y con un diámetro de 10cm, saturándolo de agua y se procedió a observar el declive del nivel de agua en 31 minutos

Diámetro (cm) = 10
Altura (cm) = 165
VOL = 12959.07 cm³
AREA= 7853982 cm²

Tabla 14. Resultados de permeabilidad

Altura cm	TIEMPO		t (s)	Δt s	Δh cm	Vol. cm ³	T °C
	min	s					
165	0	0	0	1860	0.2	16	20
164.8	31	0	1860				
			PROMEDIO	1860	0.2	16	20

Fuente: El autor

El coeficiente de permeabilidad puede ser expresado según la siguiente función:

$$k_t = \text{Vol.} / (5,5 * r * H * t)$$

$$NT/n_{20} = 1$$

$$k_T = 0.0015 \text{ cm/s}$$

$$k_{20} = 0.00154 \text{ cm/s}$$

Índice de permeabilidad 1.3 m/día

6.3.8 Interpretación de datos geotécnicos

Al tener todos los resultados de las pruebas realizadas en el área de emplazamiento de la PTAR se tiene una apreciación más clara de las particularidades del suelo que se exploró, según los datos arrojados de las muestras que se evaluaron en el terreno y el laboratorio, se establece que es un suelo con un bajo contenido de plasticidad así como también un alto porcentaje alrededor de un 81%, es decir el suelo está clasificado por suelos finos (CL), y dentro de la clasificación AASHTO perteneciente al sub grupo A-7-6, cuya descripción es de una arcilla limosa inorgánica. El comportamiento geotécnico de dicho material es el de una arcilla de baja plasticidad. De acuerdo a los resultados y al tipo de material, la capacidad de soporte de suelo en función de los valores de golpes



del ensayo, se lo describe como un suelo cohesivo de nivel de capacidad firme a muy firme. El ensayo de compresión simple nos da un valor último de carga de 0,33 Kg/cm² y una cohesión o resistencia al corte de 0,16 Kg/cm². Se debe tener en cuenta que cuando las arcillas se utilizan como suelo de cimentación se debe controlar su contenido de humedad ya que son muy susceptibles a los cambios volumétricos cuando se saturan o se secan.

Además de acuerdo al coeficiente de permeabilidad obtenido y al tipo de material, el suelo se clasifica como de permeabilidad media, por lo que se puede sintetizar que el comportamiento geotécnico de dicho material es propicio, sobre el que resulta factible el apoyo de una cimentación directa.

6.4 Características del recurso hídrico residual

Para la recolectar las muestras de agua que fueron analizadas se consideró la forma y el lugar de modo que sea una muestra representativa. La técnica que se utilizó para la toma de muestras fue una “Muestra Simple”. Donde se recolectaron 2 muestras en sitios puntuales, se procedió a la toma de dos muestras previo a un análisis en un periodo de dos meses, tomando dos muestras por mes es decir un total de 4 muestras

La toma de muestra es in situ y se tomó una cantidad de 1500 ml (cada una) en recipientes plásticos debidamente esterilizados Se identificó la muestra con su respectivo código y fecha, con los debidos cuidados para evitar derrames.



Figura 24. Fotografía de toma de muestra 1(CA01)
Fuente: El autor



6.4.1 Ubicación de las muestras

A continuación se presenta el mapa de ubicación de las muestras tomadas, pertenecientes a la denominada microcuenca del Río Celén

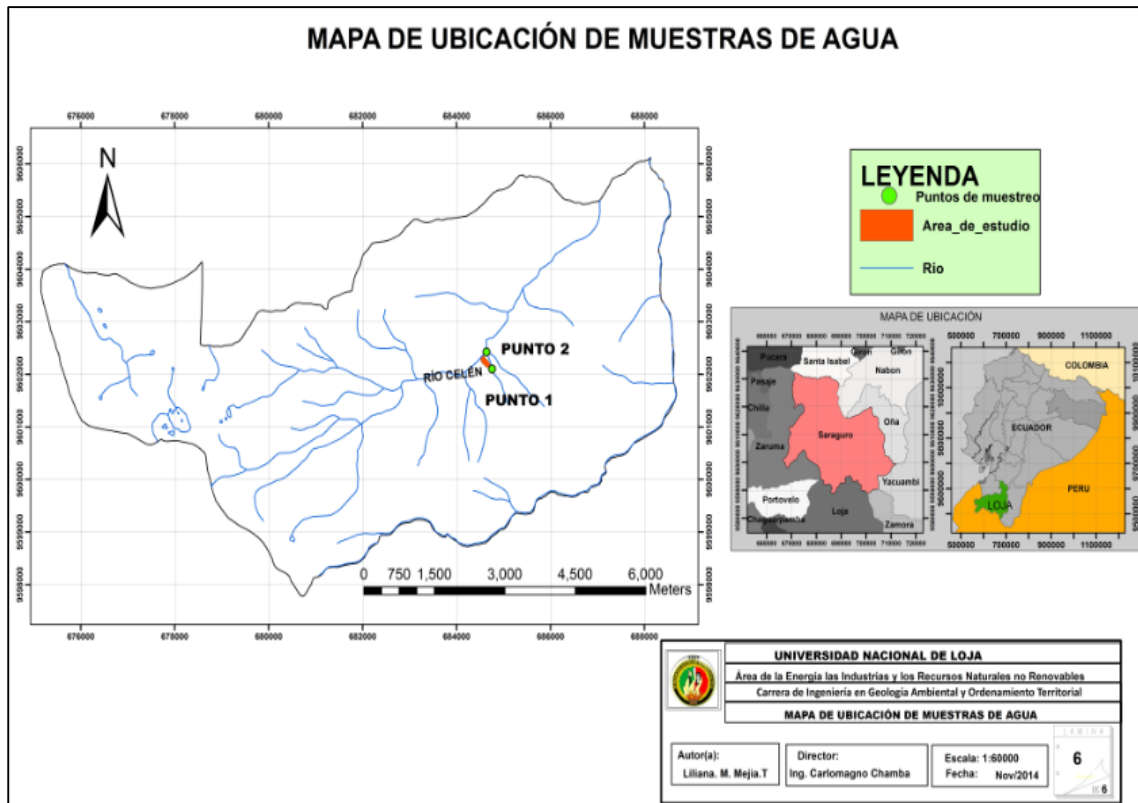


Figura 25. Mapa de ubicación de puntos de muestreo de agua

Fuente: El autor

- **Punto 1.**

El primer punto donde se recolectó una muestra, fue en la vertiente Manzana, lugar donde se acumulan e infiltran la mayor parte de aguas residuales de la parroquia, debido al mal estado del alcantarillado, por lo que se consideró idóneo y un lugar representativo de la acumulación de las aguas residuales, para posteriormente ser analizadas. Además de acuerdo a lo planificación de los dirigentes de esta parroquia, se pretende canalizar estas aguas de la vertiente hacia el lugar de emplazamiento, de modo que el resultado de la calidad que presenten estas aguas será uno de los parámetros que se puede considerar para establecer qué tipo de tratamiento necesitan.

- **Punto 2.**

Este punto se ubica en el Río Celén, se tomó este punto con el propósito de comparar y observar las características de calidad que se está vertiendo en el Río, principal fuente de



riego de cultivos de muchos sectores agrícolas de la parroquia, ya que actualmente las aguas residuales son vertidas directamente hacia este río sin ningún previo tratamiento.

Tabla 15. Ubicación de puntos de muestreo

Estación	Longitud	Latitud
CA01(Punto 1)	684757	9602101
CA02(Punto 2)	684638	9602426

Fuente: El autor

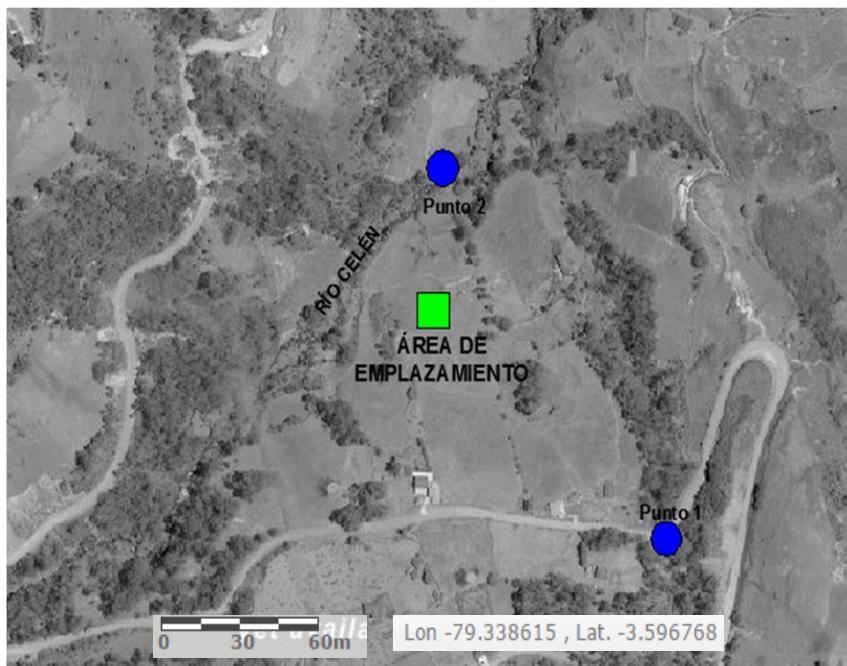


Figura 26. Referencia vista aérea de los puntos de muestreo de agua residuales
Fuente:Source: Esri, Digital Globe, i-cuber, EarthstarGeographics

6.4.2 Índice de Calidad de Agua

Son muchos los factores que pueden afectar la calidad de agua de un sistema hídrico, y los índices de calidad de agua constituyen una herramienta eficaz para el manejo y la gestión de las corrientes de aguas superficiales en cuencas hidrográficas ya que expresa una medida de la evaluación del estado cualitativo del agua.

Por lo que es necesario realizar una selección de los parámetros, generalmente, se fundamenta en consideraciones básicas de la calidad, en los aspectos en que se puede ver alterada y en los tipos de contaminación que se dan comúnmente, se ha considerado los siguientes parámetros que intervienen en la calidad del agua: Ph, coliformes totales, temperatura, aspecto, sólidos disueltos, aceites y grasas, sulfatos, cianuros, DBO5.



Por otro lado en el anexo 4 se presentan todos los parámetros que se analizaron en el laboratorio como base de respaldo tomándose, de la lista los principales parámetros.

El cálculo del Índice de calidad de los parámetros del presente trabajo investigativo se basa en la ponderación matemática de Martínez Bascarán (1979), el cual incorpora los valores individuales de la serie de parámetros analizados. Este índice se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$ICA = K \frac{\sum CiPi}{\sum Pi}$$

Donde:

Ci = valor asignado a los parámetros.

Pi = peso asignado a cada parámetro, según su concentración.

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 aparente no natural.

0,50 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor.

0,25 para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.



Tabla 16. Resultados de la selección de parámetros (1er Mes)

Muestra 1 1er mes	Parámetros	Punto 1 Resultados	Punto 2 Resultados	Expresado como	Límite máximo permisible	Norma
	Potencial de Hidrógeno	7,04	7,11	Potencial de Hidrógeno	9.0	TULSMA
	Coliformes Totales	2,8E+03	390	NMP/100ml	1000	TULSMA
	Temperatura	19,4	19,6	°C	Menor a 35	TULSMA
	Aspecto	malo	normal	Subjetiva		
	Sólidos disueltos	91	30,6	mg/l	1000	TULSMA
	Aceites y Grasas	presencia	ausencia	PELICULA VISIBLE	0,3	M S P- TULSMA
	Sulfatos	150	0,00	mg/l	1000	TULSMA
	Cianuros	0,00	0,00	mg/l	0,1	TULSMA
	DBO5	120	0,00	mg/l	100	TULSMA

Fuente: El autor



Tabla 17. Resultados de la selección de parámetros (2do Mes)

Muestra 2 2do mes	Parámetros	Punto 1 Resultados	Punto 2 Resultados	Expresado como	Límite máximo permisible	Norma
	Potencial de Hidrógeno	7,07	5,88	Potencial de Hidrógeno	9.0	TULSMA
	Coliformes Totales	2,9E+03	410	NMP/100ml	1000	TULSMA
	Temperatura	19,7	19,9	°C	Menor a 35	TULSMA
	Aspecto	Malo	Normal	Subjetiva		
	Sólidos disueltos	94	30,9	mg/l	1000	TULSMA
	Aceites y Grasas	Presencia	Ausencia	PELICULAVISIBILE	0,3	M S P- TULSMA
	Sulfatos	158	0,00	mg/l	1000	TULSMA
	Cianuros	0,00	0,00	mg/l	0,1	TULSMA
	DBO5	127	0,00	mg/l	100	TULSMA

Fuente: El autor



Tabla 18. Valor porcentual asignado a los parámetros que intervienen en la calidad del agua (Basarán.)

Parámetro	pH	Coliformes	Temperatura	Aspecto	Sólidos disueltos	Aceites y Grasas	Sulfatos	Cianuros	DBO5	Valoración Porcentual
VALOR ANALÍTICO	1/14	>14.000	>50/>-8	Pésimo	>20.000	>3	>1.500	>1	>15	0
	2/12	10.000	45/-6	Muy malo	10.000	2	1.000	0,6	12	10
	3/12	7.000	40/-4	Malo	5.000	1	600	0,5	10	20
	4/11	5.000	36/-2	Desagradable	3.000	0,60	400	0,4	8	30
	5/10	4.000	32/0	Impropio	2.000	0,30	250	0,3	6	40
	6/9,5	3.000	30/5	Normal	1.500	0,15	150	0,2	5	50
	6,5	2.000	28/10	Aceptable	1.000	0,08	100	0,1	4	60
	9	1.500	26/12	Agradable	750	0,04	75	0,05	3	70
	8,5	1.000	24/14	Bueno	500	0,02	50	0,02	2	80
	8	500	22/15	Muy bueno	250	0,01	25	0,01	1	90
7	<50	21 a 16	Excelente	<100	0	0	0	<0,5	100	
Unidad de medida	Udad.	nº/100 ml	°C	Subjetiva	mg/l	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	mg/l	%
Peso	1	3	1	1	2	2	2	2	3	----

Fuente El Autor



6.4.3 Evaluación del ICA

Como se ha mencionado el ICA indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y esta expresado como un porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento y para el agua en excelentes condiciones cercanas a 100.

Tabla 19. Evaluación del ICA **Punto 1** (Basarán)

Punto 1 (Muestra 1 y 2)			
Parámetros	Peso(Pi)	Valor (Ci)	Ci x Pi
Potencial de Hidrógeno	1	100	100
Coliformes Totales	3	60	180
Temperatura	1	100	100
Aspecto	1	20	20
Sólidos disueltos	2	100	200
Aceites y Grasas	2	50	100
Sulfatos	2	50	100
Cianuros	2	100	200
DBO5	3	0	0
$ICA = K \frac{\sum CiPi}{\sum Pi}$			
$\sum Ci \times Pi$	1000		
$\sum Pi$	17		
K	0,25		
ICA	14,7		

Fuente: El Autor

De acuerdo al cálculo del Índice de calidad en el Punto 1 donde se tomó dos muestras de agua, presentan un ICA de 14, 7, demostrando que en dos meses contiguos no existió incremento ni disminución del ICA.

Tabla 20. Evaluación del ICA **Punto 2** (Bascarán)

Punto 2 (Muestra 1 y 2)			
Parámetros	Peso(Pi)	Valor (Ci)	Ci x Pi
Potencial de Hidrógeno	1	100	100
Coliformes Totales	3	90	270
Temperatura	1	100	100
Aspecto	1	50	50
Sólidos disueltos	2	100	200
Aceites y Grasas	2	100	200
Sulfatos	2	100	200
Cianuros	2	100	200
DBO5	3	De	300
$ICA = K \frac{\sum CiPi}{\sum Pi}$			
$\sum Ci \times Pi$	1620		
$\sum Pi$	17		
K	0.50		
ICA	47,6		

Fuente: El Autor

En el punto 2 el cálculo del ICA arroja un valor de 47, 6 Igualmente para las dos muestras en los dos meses contiguos, es decir tampoco existió un incremento o disminución del ICA.

En síntesis en base a la tabla 21 que muestra el rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general y los colores asignados en cada caso, los datos obtenidos en el Punto 1 en la presente investigación con un valor ICA de 14, 7 se clasifica como altamente contaminado, logrando así determinar las condiciones más desfavorables en cuanto a contaminación por vertidos residuales por lo que es necesario realizar un tratamiento que la convierta en segura.



Tabla 21. Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general

ICA	CRITERIO GENERAL
85 –100	No Contaminado
70 - 84	Aceptable
50 – 69	Poco Contaminado
30 - 49	Contaminado
0 - 29	Altamente Contaminado

Fuente: Eficácitas (6010)

Mientras que en el punto 2 con un valor de 47, 6 se clasifica como Contaminado. Y de acuerdo al rango de clasificación del ICA en cuanto al uso del agua, se considera realizar tratamiento en su mayor parte.

La siguiente figura se presenta una tabla de clasificación del índice de calidad del agua considerando un criterio general y los distintos usos del agua.

ICA		USOS DEL AGUA					
VALOR	CRITERIO GENERAL	ABASTECIMIENTO PÚBLICO	RECREACIÓN GENERAL	PESCA Y VIDA ACUÁTICA	INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA	NAVEGACIÓN	
100	Excelente	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	No requiere purificación	Aceptable	
90		Requiere purificación			Requiere purificación ligera para algunos procesos		
80	Aceptable	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable más no recomendable	Aceptable excepto para especies muy sensibles	No requiere tratamiento para uso en la industria		
70				Dudoso para especies sensibles			
60	Contaminado	Dudoso	Dudoso	Solo organismos muy resistentes	Requiere tratamiento para uso en la mayor parte de la industria		
50							
40	Fuertemente contaminado	Inaceptable	Evitar contacto con el agua	Inaceptable	Uso muy restringido		Contaminado
30	Inaceptable		Señal de contaminación				
20		Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable			
10							
0					Inaceptable	Inaceptable	

Figura 27. Rango de clasificación del ICA de acuerdo al uso del agua
Fuente: Eficácitas (6010) SEMARNAP, Comisión Nacional del Agua, 1999



Al realizar una comparación de los resultados de acuerdo a la norma del TULSMA los parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles son los Coliformes totales, DBO5, aceites y grasas; principalmente en el punto 1 ubicado en la vertiente denominada Manzana, debido a que gran parte de las aguas residuales son depositadas en este punto. De acuerdo a los resultados tenemos lo siguiente:

- **MUESTRA 1**



Figura 28. Comparación de resultados del parámetro de Coliformes Totales
Fuente: El autor

En el parámetro de Coliformes Totales se tiene un resultado de 2800 NMP/100ml en el punto 1, por encima del límite máximo permisible, mientras que en el punto 2 se tiene un resultado de 390 NMP/100ml.



Figura 29. Comparación de resultados del parámetro DBO5 (muestra 1)
Fuente: El autor



En el DBO5 se tiene un resultado de 120mg/l en el punto 1, que sobrepasa el límite máximo permisible, mientras que en el punto 2 se tiene un resultado de 0 mg/l.

- **MUESTRA 2**



Figura 30. Comparación de resultados del parámetro de Coliformes Totales (muestra 2)
Fuente: El autor

En el parámetro de Coliformes Totales se tiene un resultado de 2900 NMP/100ml en el punto 1, sobrepasando el límite máximo permisible, mientras que en el punto 2 se tiene un resultado de 410 NMP/100ml.



Figura 31. Comparación de resultados del parámetro DBO5 (muestra 2)
Fuente: El autor

En el DBO5 se tiene un resultado de 127mg/l en el punto 1, valor que sobrepasa el límite máximo permisible, mientras que en el punto 2 se tiene un resultado de 0 mg/l.



En síntesis las muestras analizadas y en base a los resultados obtenidos en laboratorio, presentan una contaminación evidente que de acuerdo a la clasificación del ICA y sus límites permisibles, es necesario realizar un tratamiento previo a estas aguas antes de su uso para riego.

7. DISCUSIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPFP) “Los planes de desarrollo y Ordenamiento Territorial, son las directrices principales de los GAD respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo en el territorio”. En este contexto se ha tomado como referencia esta herramienta guía, al igual que la información proporcionada por las cartas topográfica y geológica 1:50.000 por el Instituto Geográfico Militar (IGM).

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial señala en cuanto a la topografía que el sector pertenece a una zona montañosa, donde se ha corroborado la información con los estudios realizados, obteniendo elevaciones que varía de los 2520 - 2592 m s.n.m, y que a partir de su pendiente y su tipo de material, se clasifica como una zona de inestabilidad potencial, es característica primordial de estos suelos un buen drenaje por su posición topográfica y la composición de los suelos presentes. En el caso de implementarse una cimentación los taludes deben diseñarse teniendo en cuenta las características de los materiales disponibles; los taludes de relleno requerirán de medidas específicas para garantizar su estabilidad y protección superficial, siendo las más importantes una correcta compactación y drenaje.

De acuerdo a la Geología Regional en base a la carta geológica el sector se encuentra sobre la Formación Saraguro perteneciente al Eoceno, donde principalmente están presentes rocas volcánicas, tobas, pórfido cuarcífero, tobas riolíticas, capas de ignimbrita, coladas de andesita. Esta información es corroborada en el sector de estudio, realizando la geología a detalle del área de estudio donde se observó, rocas volcánicas como la andesita, piroclastos y tobas, además de existir material arcilloso limoso como consecuencia de la meteorización y erosión de las rocas.

Dentro del análisis de los parámetros geotécnicos del lugar de estudio está constituido por un 81% de finos con suelos arcillo limosos cuyo comportamiento geotécnico es de una arcilla de baja plasticidad, contiene además un contenido promedio de humedad de 20,6%, presenta una humedad natural relativamente baja, que permite trabajar con el suelo independientemente de su capacidad de carga.

En el ensayo de compresión simple se tiene como resultado un esfuerzo de 0,33Kg/cm² a una carga constante de 2.85kg y una cohesión o resistencia al corte de 0,16 Kg/cm².

De acuerdo a lo establecido por Terzaghi K. y Peck R., 1980 según el coeficiente de permeabilidad obtenido de 0,0015 cm/s, se puede decir que el suelo se comporta con las cualidades de permeabilidad características de una arena fina. Además no se ha detectado el nivel freático en el área en los 6 metros de profundidad máximos perforados.

Lo referente al análisis del recurso hídrico de acuerdo a los estudios obtenidos en el laboratorio y a la evaluación del Índice de Calidad de Agua, tomando como referencia el método de Bascarán, el primer punto de muestreo se clasifica como altamente contaminado, dentro de un rango ICA de 0-29. Por otro lado el segundo punto de muestreo se presenta dentro del rango 30-49, que lo clasifica como contaminado.

Finalmente al realizar la comparación de los resultados de acuerdo a la norma del TULSMA los parámetros que sobrepasan los límites permisibles son principalmente los coliformes totales en el punto 1 ubicado en la vertiente Manzana, debido a que gran parte de las aguas residuales son depositadas o acumuladas en este punto, evidenciando el mal estado o la falta de alcantarillado, y que según señala el Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia solamente un 10% de la población cuenta con servicios de alcantarillado, convirtiéndose un posible problema que se puede generar para los habitantes que en su mayor parte se dedica a la agricultura, por lo que es necesario realizar un tratamiento adecuado para la mejora del recurso.

8. CONCLUSIONES

- ☑ Dentro de la parte geológica estructural, el área de estudio se encuentra dentro de la Formación Saraguro, constituida por rocas volcánicas como piroclastos, roca andesita, tobas y sedimentos como limos, arcillas como producto de la meteorización y erosión de la roca. En cuanto a la geología estructural, regionalmente existen plegamientos cuyos ejes tienen rumbos NE-SW en el Grupo Ayancay y en la Formación Saraguro siguiendo el río León mantiene la misma orientación que las zonas de deformación cataclástica en el granito metasomático de Tres Lagunas, señalando así una importante dirección estructural
- ☑ Los datos estructurales que fueron tomados en los afloramientos para el levantamiento geológico estructural. En la parte Nor-Oeste del sector de estudio se encontró roca muy fracturada de ambiente extrusivo con una dirección de afloramiento N 84° W y un buzamiento de 42° NE, El macizo rocoso presenta diaclasas con dirección S 7° W.
- ☑ Dentro de los parámetros geotécnicos estudiados como el límite líquido y plástico, se tiene que a los 6m de profundidad se obtuvo un límite líquido de 31 y que dentro de la carta de plasticidad se califica como un suelo arcillo limoso de baja plasticidad
- ☑ En cuanto a la granulometría, según los datos arrojados de las muestras que se evaluaron en el terreno y el laboratorio, se establece que tiene un alto porcentaje de finos, alrededor de un 81%, es decir el suelo está clasificado por suelos finos (CL), y dentro de la clasificación AASHTO perteneciente al sub grupo A-7-6, cuya descripción es de una arcilla limosa inorgánica.
- ☑ En función de los valores de golpes del ensayo (SPT), se tiene un suelo cohesivo de nivel de capacidad firme a muy firme es decir oponen poca resistencia a la deformación.
- ☑ El ensayo de compresión simple nos da un valor último de carga de 0,33 Kg/cm² y una cohesión o resistencia al corte de 0,16 Kg/cm².
- ☑ Se obtuvo un contenido promedio de humedad de 20,6%, presenta una humedad natural relativamente baja, que permite trabajar con el suelo independientemente de su capacidad de carga.

- ☑ Además de acuerdo al coeficiente de permeabilidad obtenido y al tipo de material, el suelo se clasifica como de permeabilidad media, por lo que se puede sintetizar que el comportamiento geotécnico de dicho material es propicio, sobre el que resulta factible el apoyo de una cimentación directa.
- ☑ En cuanto a la caracterización del recurso hídrico se puntualiza que los parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles son los Coliformes totales, DBO5, aceites y grasas
- ☑ En el primer punto de muestreo que se ubica dentro de la vertiente Manzana, está calificada como altamente contaminada, pues logrando así determinar las condiciones más desfavorables en cuanto a contaminación por vertidos residuales.
- ☑ El punto de muestreo 2 que se ubica dentro del Río Celén, de acuerdo a la clasificación del ICA se lo califica como contaminado, y de acuerdo al uso del agua en el sector agrícola requiere tratamiento en su mayor parte.
- ☑ El ICA permite la variación espacial y temporal de la calidad del agua método simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio. Pueden identificar tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas. No son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra.

9. RECOMENDACIONES

- Además de los parámetros necesarios para realizar un buen diseño de la cimentación, es necesario la revisión de los asentamientos totales y diferenciales, con lo cual se podrá garantizar la seguridad de la obra.
- Realizar un seguimiento temporal de los factores condicionantes y todas aquellas variables que influyan en las condiciones de estabilidad.
- La parroquia actualmente cuenta con un sistema de alcantarillado que ya ha cumplido su tiempo de vida útil por esta razón las aguas residuales se infiltran llegando así hacia las vertientes más cercanas lo que aumenta la contaminación del recurso hídrico, por lo que es recomendable que las autoridades competentes canalicen estas aguas hacia el sector donde se prevee realizar la PTAR, para evitar la prolongación de contaminación.
- Ejecutar proyectos de información y difusión hacia los moradores de la parroquia, acerca de cómo está contaminado las aguas residuales al recurso hídrico, para que luego se puedan tomar las mejores decisiones en beneficio de la parroquia y evitar problemas de colaboración.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ☑ Casagrande, A. (1948) “Classification and Identification of Soils”, Transactions ASCE, 113, pp. 901,99
- ☑ CASSAN Maurice, (1982) “Los Ensayos In situ en la Mecánica de Suelos”, Tomo 1, pp 141
- ☑ CORNELIS Klein, CORNELIUS S Hurbult, (2003), “ Manual de Mineralogía” 4ta Edición, Volumen 2 pp 644 -645
- ☑ DUQUE ESCOBAR, Gonzalo (2003),” Manual de Geología para Ingenieros.” Universidad Nacional de Colombia, Manizales. pp 13 y 14
- ☑ ESCOBAR POTES Carlos E. Valle glaciari PNNN “Manual de Geología para Ingenieros” Colombia. pp 13-14
- ☑ IRIONDO, Martín H. “Introducción a la Geología”. 3º Edición. pp 57
- ☑ J Llorens (2007) ”El Terreno y estudio Geotécnico” pp 48
- ☑ JUÁREZ Badillo E, RICO Rodriguez. A, (1979) “Mecánica de Suelos”, tomos I y III. Editorial Limusa, 125-128pp
- ☑ LONDOÑO GALVIS, Fernando Wilson (2008), “Análisis Petrofísicos: Descripción”. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga. pp13-18.
- ☑ MÁRQUEZ Eduardo, (2008) “Diseño de un Índice de Calidad de agua para el Manejo y Gestión de Corrientes Superficiales” Cuba, pp 10-11
- ☑ MCGRAW Hill (1999) “Ingeniería Ambiental” España, pp 675-680
- ☑ MENDOCA SR (1999). “Lagunas de Estabilización”, Organización Panamericana de la Salud , Bogotá Colombia 259pp
- ☑ MONROE James, POZO Manuel, (2008) “Geología. Dinámica y evolución de la tierra” Madrid España, 4ta edición pp 22
- ☑ Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro Vi Anexo 1
- ☑ Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capítulo 9 Geotecnia y Cimentaciones pp 5
- ☑ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia el Paraíso de Celén
- ☑ SANCHEZ Diego, (2001). Tecnología del Concreto y del Mortero, Santa Fe de Bogotá, pp 72

- VILLALAZ Crespo, (2004) “Mecánica de Suelos y Cimentaciones”, Limusa 5ta Edición. pp 87-91

10.1 Sitios WEB

- [http://www. geocities.com/rainforest.](http://www.geocities.com/rainforest)
- <http://www.geoportal.cl/Visor/>
- W.Griem & S.Griem-Klee (1999) geovirtual2.cl

11. ANEXOS



ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Levantamiento Topográfico del área de estudio



Fotografía 2. Lugar de emplazamiento de PTAR



Fotografía 3. Levantamiento geológico estructural



Fotografía 4. Medición de diaclasas



Fotografía 5. Ensayo de Penetración Estándar



Fotografía 6. Toma de muestra Río Celén



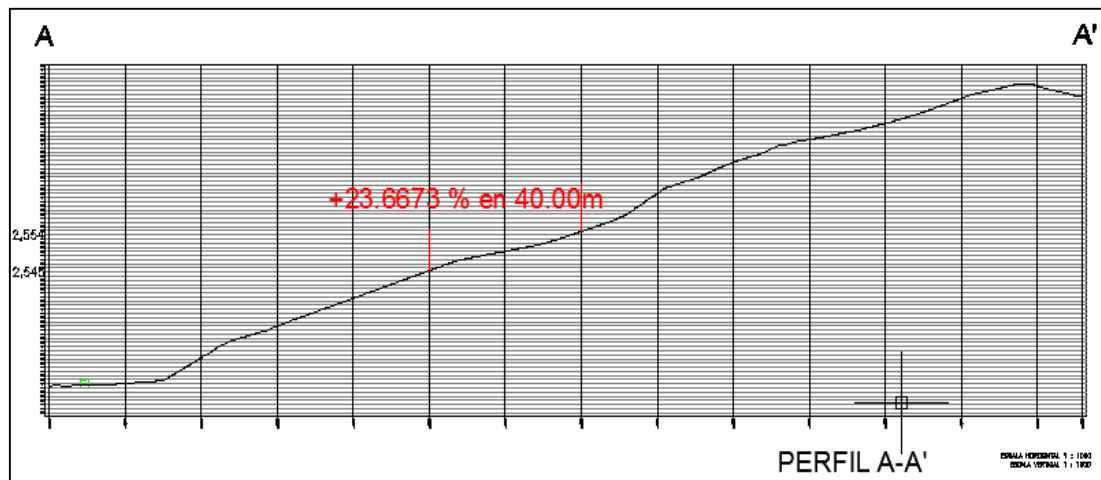
Fotografía 7. Muestra Punto 1



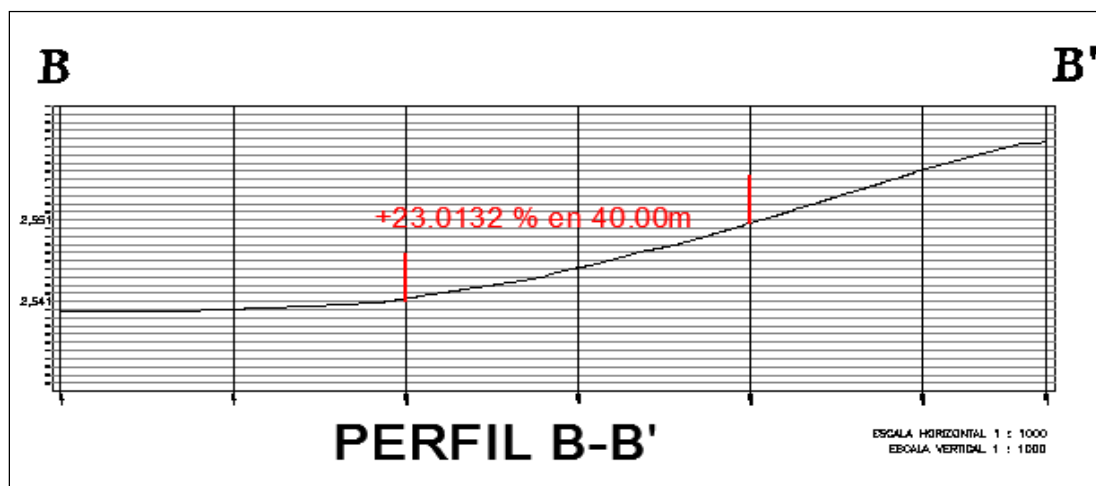
Fotografía 8. Muestra alterada. Sondeo SPT a 4m de profundidad



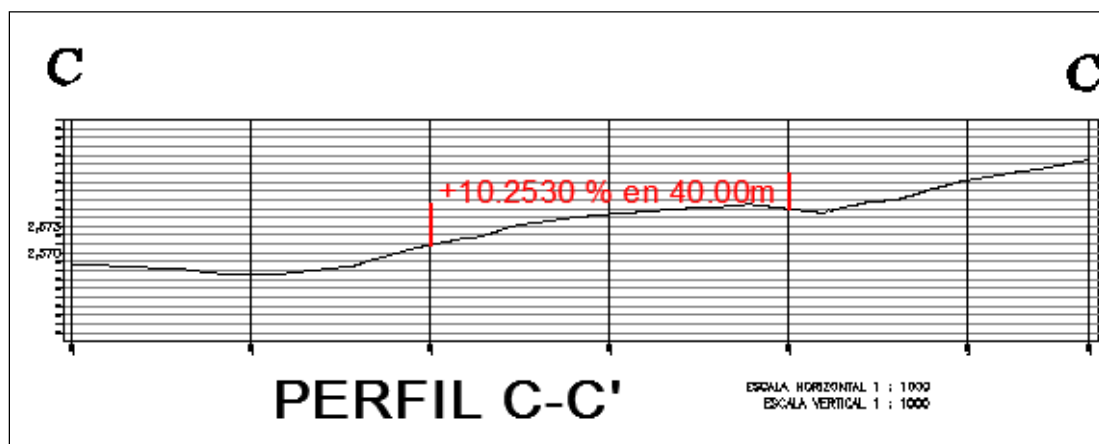
ANEXO 2. PERFILES DEL SECTOR DE ESTUDIO



Perfil A-A' del sector de estudio



Perfil B-B' del sector de estudio



Perfil C-C' del sector de estudio



ANEXO 3. ESTUDIOS DE SUELOS



RESUMEN DE DATOS DE CAMPO, DE LABORATORIO Y RESISTENCIAS OBTENIDAS

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE ENPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES
 OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
 SOLICITADO POR: Sra. Liliana Mejia
 REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo



OBRA	POZO	PROP. m.	C. H. %	L. L. %	I. P. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	CLASIFICASIF. SUCS	GOLPES N			N30 golpes	qa Kg/cm2	COHESION FERMEZ. m/dia	
										15 cm	30 cm	45 cm				
CIMENTACION	1	1,00	19,10	41	19	22	5	39	56	CL A-7-6	10	7	9	15	3,4	
CIMENTACION	1	2,00								CL A-7-6	5	8	12	20	3,9	
CIMENTACION	1	3,00	23,88	36	17	19	8	46	46	SC A-6	5	14	16	30	4,3	0,2
CIMENTACION	1	4,00								SC A-6	12	11	14	25	4,4	
CIMENTACION	1	5,00	18,90	31	19	16	3	16	81	CL A-6	15	17	21	33	5,8	
CIMENTACION	1	6,00								CL A-6	10	18	26	44	6,2	

Ing.  Castillo
ESTUFECON CIA. LTDA.
 Estudio de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador



PERFIL ESTRATOGRAFICO DEL SUELO



PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS

OBRA:

ESTUDIO DE SUELOS

SOLICITADO POR:

Srta. Liliana Mejía

REALIZADO POR:

Ing. Diego I. Castillo

POZO:

1

PROFUNDIDAD (M)	COLOR	COMPOSICION	DESCRIPCION
0-1	CL	C. H.= 19.1 % L.L.= 41 % L.P.= 19 % I.P.= 22 %	Arcilla limosa de baja plasticidad
1-2	CL	C. H.= 19.1 % L.L.= 41 % L.P.= 19 % I.P.= 22 %	Arcilla limosa de baja plasticidad
2-3	SC	C. H.= 23.9 % L.L.= 36 % L.P.= 17 % I.P.= 19 %	Arena arcillosa de baja plasticidad
3-4	SC	C. H.= 23.9 % L.L.= 36 % L.P.= 17 % I.P.= 19 %	Arena arcillosa de baja plasticidad
4-5	CL	C. H.= 18.9 % L.L.= 31 % L.P.= 19 % I.P.= 16 %	Arcilla limosa de baja plasticidad
5-6	CL	C. H.= 18.9 % L.L.= 31 % L.P.= 19 % I.P.= 16 %	Arcilla limosa de baja plasticidad

Ing. Diego I. Castillo

ESTUARIOS CONSULTORES S.A.
Estudios de Suelos, Laboratorio,
Construcción y Consultoría
La Jirafundor



CALCULO DE ASENTAMIENTOS

PROYECTO ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE ENPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

OBRA:
SOLICITADO POR:
REALIZADO POR:
POZO:

ESTUDIO DE SUELOS
Sra. Liliana Mejia
Ing. Diego I. Castillo
1

POZO	PROFUNDIDAD	N30	H	qs	d
	M	golpes	m	T/m ²	mm
1	1	15	1	34.0	36
	1	15	1.5	34.0	42
	1	15	2.0	34.0	47
	2	20	1.0	39.0	31
	2	20	1.5	39.0	37
	2	20	2.0	39.0	40
	3	30	1.0	49.0	26
	3	30	1.5	49.0	31
	3	30	2.0	49.0	34

Ing. Diego I. Castillo
CONSULTOR LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio
Consultoría y Construcción
en el Ecuador



ESTSUELCON CIA. LTDA.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS, GEOTECNICA, INVESTIGACION Y CONSULTORIA
 - TEL: 040804 - 3664177 - 3664178 - 3664179 FAX: 3664178@estsuelcon.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. : CULEN		OPERADOR: O.V		MUESTRA : 1		
FECHA : OCTUBRE-2013				PROFUND. 4,00 m.		
		GOLPES	PESO DEL	SECO	GR CAPS	W % RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD			74.01	63.24	18.45	24.05
			72.00	61.84	19.00	23.72
2.- LIM. LIQUIDO		33	48.48	43.07	17.55	34.35
		23	36.07	31.75	19.72	35.91
		23	32.21	30.89	17.31	35.07
		17	40.61	35.93	25.89	36.61
3.- LIM. PLASTICO			29.73	29.34	17.07	17.18
			31.14	30.55	17.14	17.30
4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN- 145.7 (H/S) #				GRAVA-	8 %	
PESO INICIAL DE CALCULO: 118.4				ARENA-	46 %	
				FIOS-	46 %	
TAMIZ	PESO R. % R.R.	% PASA		LL = 36.00 %		
1 1/2"	0.00 0.0	100		LP = 17.00 %		
1"	0.00 0.0	100		IP = 19.00 %		
3/4"	0.00 0.0	100				
1/2"	0.00 0.0	100				
3/8"	3.07 3.3	97		CLASIFICACION:		
No. 4	6.09 6.4	93		SUCS = OC		
No. 10	12.04 13.2	81		AASHTO= A-C		
No. 40	23.15 20.4	61		IS(86)= 5		
No. 200	19.55 14.5	46		IS(45)= 5		
COLOS= CAPÉ						



[Handwritten Signature]
 DIRECTOR GENERAL
 LABORATORIO
ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Geotecnia,
 Investigacion y Consultoria
 C.A. CULEN



ESTSUELCON CIA. LTDA.

SERVICIOS DE ANÁLISIS, LABORATORIO, CONSULTORÍA Y CORRELACIÓN
 Calle 140A No. 10-100, Bogotá, Colombia. Teléfono: (57) 311 401 4011. www.estsuelcon.com

PESO ESPECIFICO DE AGREGADOS

PROYECTO:	ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES	
OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS	
LOCALIDAD:	CELEN	MUESTRA: 1
FECHA:	OCTUBRE-2013	

MUESTRA: In situ - Celen

PESO ESPECIFICO SUELO

NORMA DE ENSAYO: ASTM D854-58

DATOS:		
VOLUMEN PICHOMETRO:	500.00	ml
PESO PICHOMETRO+AGUA+SUELO=Wev	751.04	gf
TEMPERATURA	20.00	°C
PESO PICHOMETRO+AGUA=Ww	692.27	gf
PESO PLATO EVAPORADOR	252.47	gf
PESO PLATO EVAP.+SUELO SECO	345.58	gf
PESO SUELO SECO=Ms	93.11	gf
Wv=Ws+Ww-Wev	33.74	gf
Gm=Ms/Wv	2.75	

Gravedad Especifica de los solidos del suelo (G)

2.75

[Handwritten Signature]
 ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Consultoría y Correlación
 Calle 140A



ESTSUELCON CIA. LTDA.

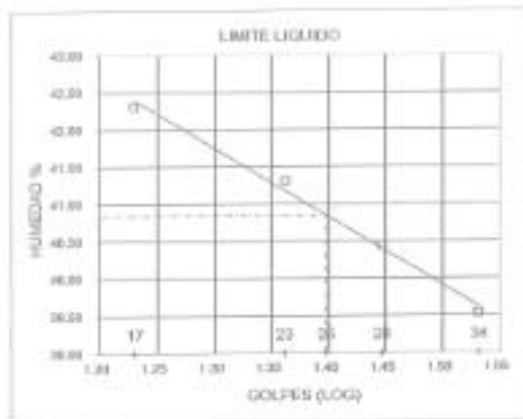
TUTORIA DE TERCIOS, SERVICIOS, CONSULTORIAS Y LABORATORIOS

Calle 174294, Bogotá, Colombia - Teléfono: 310 2000 000 - Bogotá, Colombia - www.estsuelcon.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. : CELEN					
FECHA : OCTUBRE-2013					
			OPERADOR: O.V		MOJISTRA 1
			PROFUND. 2.00		m.
	GOLPES	PESO SH.	SECO	DE CAPS	w % RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		68.27	61.44	25.87	19.20
		81.19	72.62	27.52	19.00
2.- LIM. LIQUIDO	34	35.21	33.00	27.41	39.52
	28	35.22	32.87	27.06	40.96
	23	26.79	24.59	19.23	41.31
	17	27.31	24.89	19.17	42.31
					40.85
3.- LIM. PLASTICO		33.86	31.19	27.61	18.72
		24.18	23.44	19.48	18.69
					18.70
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 124.4 (H/S) H			GRAVA= 5 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 104.5			ARENA= 39 %		
			FIJOS= 55 %		
TAMIZ	PESO R. ± R.A.	% PASA	LL = 41.00 %		
Ø 1/2"	0.00	0.0	LP = 19.00 %		
3"	0.00	0.0	IP = 22.00 %		
3/4"	0.00	0.0			
1/2"	0.00	0.0			
3/8"	0.00	0.0			
No. 4	5.30	5.1	CLASIFICACION:		
No. 10	11.19	10.8	SUCE = CL		
No. 40	16.27	15.6	ASHTO= A-7-6		
No. 200	13.77	13.2	IG(84)= 9		
COLORES= CAPÉ			IG(45)= 9		



[Handwritten Signature]
 ESTSUELCON CIA. LTDA.
 LABORATORIO DE SUELOS, LABORATORIO
 DE GEOTECNIA Y CONSULTORIAS
 Calle 174294, Bogotá, Colombia



ESTSUELCON CIA. LTDA.

LABORATORIO DE SUELOS, LABORATORIO DE MATERIAS PLÁSTICAS Y LABORATORIO DE MATERIAS SÓLIDAS

AV. DEL ESPINO, CALLE 144 ESTACION ESPINOSA (BARRIO) BOGOTÁ - COLOMBIA

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES					
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS					
DIRIC. : CULEN					
FECHA : OCTUBRE-2013					
OPERADOR: O.V			MUESTRA 1		
			PROFUND. 6.00 M.		
	GOLPES	PESO HL.	W _L	W _P	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		81.36	71.18	19.71	19.78
		80.04	71.80	25.98	18.03
					18.99
2.- LIM. LIQUIDO	34	29.82	27.59	20.30	30.59
	28	36.91	34.70	27.61	31.17
	23	28.50	26.25	19.16	31.73
	17	29.05	26.75	19.64	32.35
					31.43
3.- LIM. PLASTICO		32.48	31.77	27.42	16.32
		24.95	24.21	19.43	16.16
					16.24
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN* 137.3 (H/S) M			GRAVA- 1 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 98.6			ARENA- 35 %		
			FINOS- 65 %		
TAMIZ	PESO R. & P.A.	% PASA	LL = 31.00 %		
# 1/2"	0.00	0.0	LP = 14.00 %		
# 1"	0.00	0.0	IP = 15.00 %		
# 3/4"	0.00	0.0	CLASIFICACION:		
# 1/2"	0.00	0.0	SUCS = CL		
# 3/8"	0.00	0.0	ARCHIVO= A-6		
No. 4	0.55	0.6	TG(60)= 8		
No. 10	2.34	2.9	TG(45)= 8		
No. 40	7.11	10.1			
No. 200	24.87	35.3			
COLORES= CAFÉ					



[Handwritten Signature]
 LABORATORIO
ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Laboratorio de Suelos, Laboratorio
 de Materiales y Laboratorio
 de Materiales



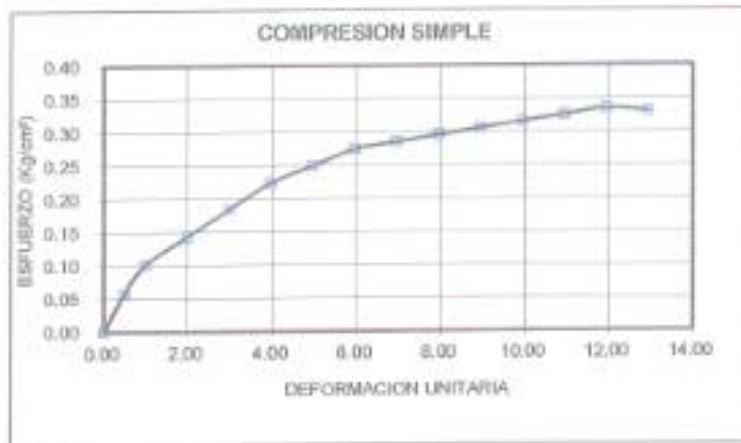
ESTSUELCON CIA. LTDA.

LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES Y COMERCIO
 (Calle 134004, 201454) - TELÉFONO: (506) 2200 11 11 - www.estsuelcon.com

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES		
OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS		
LOCALIDAD:	CELEN	MUESTRA No.:	1.00
FECHA:	OCT.- 2013	OPERADOR:	C.F.G.C. JOSEFORD. in 2.00



Ing. José C. Castillo J.
 LABORATORIO
 ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Calle 134004, 201454
 Cerecillos y Cerecillos
 San José, Costa Rica



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
 Cde-Car: 2544104, Calles: 253042301-253192335 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.:	CELEN	POSO No.:	1.00		
FECHA:	OCT.- 2013	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m)	2.00
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO:	3.05	cm.	Peso Hum.:	76.34	
ALTURA:	10.06	cm.	Peso Seco:	45.34	
AREA:	7.50	cm ² .	Peso Cap.:	25.86	
VOLUMEN:	75.44	cm ³ .	W (%):	27.86	
PESO:	183.48	gr.	CONSTANTE DE CARGA		
DENSIDAD:	2.43	gr/cm ³	K = 0.1075		
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0.0	0	0.30	0.00	7.50	0.00
0.5	0.04	0.50	0.44	7.54	0.06
1.0	0.07	0.39	0.77	7.57	0.10
2.0	0.10	1.99	1.10	7.65	0.14
3.0	0.13	2.98	1.42	7.73	0.18
4.0	0.16	3.98	1.75	7.81	0.22
5.0	0.18	4.97	1.97	7.89	0.25
6.0	0.20	5.96	2.19	7.97	0.27
7.0	0.21	6.96	2.30	8.06	0.29
8.0	0.22	7.95	2.41	8.15	0.30
9.0	0.23	8.95	2.52	8.24	0.31
10.0	0.24	9.94	2.63	8.33	0.32
11.0	0.25	10.93	2.74	8.42	0.33
12.0	0.26	11.93	2.85	8.51	0.33
13.0	0.26	12.92	2.85	8.61	0.33
RESULTADOS:		COMPRESION SIMPLE: (kg/cm ²) =			0.33

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



ANEXO 4. ESTUDIOS DE AGUA



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

N° DE ORDEN: CIESA-ONEA Test Lab-13 - 054	SOLICITANTE: Egeda, Liliana Mejía
PROYECTO: Estudio geológico ambiental a detalle del área de emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la Parroquia El Paraíso de Celón del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: San Cayetano bajo TELÉFAX: 072 - 611 599

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 02 - 2013	MUESTRA: Agua del Río Celón.
FECHA DE INGRESO: 27 - 02 - 2013	CODIGO: CA: 02 CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 02 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástica y Estéril
FECHA DE REPORTE: 08 - 03 - 2013	CANTON: Saraguro PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 08 - 03 - 2013	PARROQUIA: El Paraíso de Celón BARRIO: El Celón

1. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano e Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Inobjetable	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	UPT- Co	0	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	UPT- Co	57	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. a F.U.U	6	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	19,6	Condición	Natural(0-3°C)	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	RESOLAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Aluminio Ploteado	INTRODUZIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	37,9	-	-	AOAC 500.193	M S P
Sólidos Suspensos Totales	mg/l	30,5	-	1000	AOAC 500.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	umhos/cm	61,2	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendidos	mg/l	7,0	Ausencia	Ausencia	AOAC 500.193	M S P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	M S P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	ph	7,11	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fosforina	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	30,0	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	30,0	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/l	0,00	-	120	AWWA	IEOS



PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0,10	pirróline - pirróline	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,00	0,0	0,05	SULFURO DE FLOMO	IEOS
Nitrógeno Aniónico	mg/l	0,02	-	1,0	NESSLER	TULAS
Arsénico	mg/l	0,02	-	0,5	NESSLER	IEOS
Arsénio	mg/l	0,03	-	0,05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	6,01	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	14,9	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	20,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	5,10	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	1,24	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruro	mg/l	15,0	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	9,75	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	4,60	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,08	-	1,0	LIBRENTIENGLER	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,31	0,3	0,6	LIBRENTIENGLER	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,12	-	-	LIBRENTIENGLER	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,08	-	0,3	ETAS-COMB	USPHS
Silicio	mg/l	30,0	-	5	MOLIBDATO DE ACIDE	IEOS
Sulfatos	mg/l	0,00	-	400	TURBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,30	-	0,3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,30	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fosforato Férfico	mg/l	0,23	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1,5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0,5	0,3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,10	-	10	REDUCCIÓN DE CROMO	TULAS
Nitrato	mg/l	4,84	10	45	REDUCCIÓN DE CROMO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrato	mg/l	0,01	-	1,0	DIÁZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrato	mg/l	0,03	Cero	Cero	DIÁZOTIZACIÓN	INEN
Nitrato + Nitrito	mg/l	4,87	-	10	ETAS-COMB	OMS - IEOS
Alcalinidad Carbonato Libre	mg/l	2,30	-	5	AWWA	IEOS
D & Os	mg/l	0,00	-	No + 2	ADAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	8,00	-	-	ADAC 973 - 45	IEOS
OD	mg/l	16,0	-	No + 6	ADAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmens Totales	UFC/ml	98 000	Ausencia	30	ADAC 966-23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	390	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3	-	600	INEN 1 529-B	TULAS
Hiergos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Desable Permisible marcados con el signo (-) se contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.



II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y Fauna en Aguas Dulces, Frías o Calientes en Cuerpos de Agua Superficial

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7.11	6.5	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Temperatura	°C	19.6	Condiciones Naturales 3°C-20		AWWA	TULAS
Materia Flotante	MBRANTÍMETER	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
Ácido Sulfúrico	mg/l	0.00	-	0.0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	RELÓJAMETRO	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
Amoníaco	mg/l	0.02	-	0.02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0.00	-	0.01	piridina - piranilona	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0.00	-	0.01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0.08	-	0.30	1,10-DIFENILTIOCARBOLINA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0.00	-	0.10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0.00	-	4.00	SPADNS	TULAS
Nitrito	µg/l	30.0	-	60.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
OD	mg/l	14.0	-	Na < 6	AOAC 973 - 45	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3	-	200	INEN 1 529-B	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	390	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
+Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0.02	-	30.0	NESSLER	TULAS
+Bicarbonato	mg/l	0.49	-	8.50	M S P - AWWA	TULAS
+Cloruros	mg/l	0.42	-	250	DE MCHR	TULAS
+Sodio	mg/l	0.42	-	200	ABSORCIÓN	TULAS
+Transparencia de los Agua	m (nisa)	Verde	-	2.00	Disco Secchi	TULAS
+Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	30.6	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+T.S.S	mg/l	0.94	-	15	M S P	TULAS
+Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	0.06	-	3.00	AOAC 973.40	TULAS
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	3	-	200	INEN 1 529-B	TULAS
*Coliformes Totales	NMP/100ml	390	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
*Temperatura	°C	19.6	Condiciones Naturales 3°C-20		AWWA	TULAS
*Materia Flotante	MBRANTÍMETER	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
*Aceites y Grasas	RELÓJAMETRO	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
*Potencial de Hidrógeno	pH	7.11	6.5	9.0	AOAC 973.41	TULAS
*OD	mg/l	14.0	-	Na < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

NOTA:

* "Ordenes de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola de Riego" correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Manejo de Efluentes Residuos Agua, Libro VI - Anexo I, Bajo el campo del R., PCA.

* "Ordenes de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Doméstico" correspondiente a la Tabla 9, (Verde), de la Norma de Calidad Ambiental y de Manejo de Efluentes Residuos Agua, Libro VI - Anexo I, Bajo el campo del R., PCA.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGÍA:

- NTU	(Unidades de Turbiedad Nefelométrica)	/ - nefel/100	(Unidades por centímetro)
- FTU	(Unidades de Turbiedad Fotométrica)	/ - nefel/100	(Unidades por centímetro)
- U.P.D.	(Unidad de Flujo Continuo)	/ - m ³ / y día	(Litros por hora y minutos por hora)
- °C	(Grado centígrado de 1 grado de 100. grado de la Reptil)	/ - m ³ /	(Litros por hora)
- U.P. Oml	(Unidad Porcentaje de Oxígeno por milímetro)	/ - m	(Profundidad mínima, en metros)
- MBP	(Número más probable de bacterias por 100 mililitros)	/ - 100	(Elemento Biológico de Crecimiento Sólido)
- T.S.S	(Total de Sólidos de Sodio)	/ - 100	(Elemento Químico de Oxígeno)

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

Edgar A. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA

CIESA - ONEA Test Lab
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

TEL: 501734765031
 Av. Benito Juárez 1150 entre Díaz y López
 TULAS, QUINTANA ROO, MÉXICO



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS
Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

N° DE ORDEN: CIESA-ONEA Test Lab-13 - 053 PROYECTO: Estudio geológico ambiental a detalle del área de emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la parroquia El Paraíso de Celala del Cantón Saraguro.	SOLICITANTE: Egda Liliana Mejía DIRECCIÓN: San Cayetano Baja TELEFAX: 072 - 611 509
---	---

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 02 - 2013	MUESTRA: Agua Servida, descarga a la Quebrada Mantona
FECHA DE INGRESO: 27 - 02 - 2013	CODIGO: CA: 01 CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 02 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril
FECHA DE REPORTE: 08 - 03 - 2013	CANTON: Saraguro PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 08 - 03 - 2013	PARROQUIA: El Paraíso de Celala BARRIO: El Paraíso de Celala

III. REFERENCIA ANALÍTICA:

-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 MÁX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,4	Menor	a 35	APWA	TULAS
Aceites y Grasas	RESISTENTE	Presencia	-	0,3 mg/l	ETAS	M.S.P-TULAS
Bacteria Flotante	ATERMIZABLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	U.Pt- Co	38	Inapreciable	eflucción 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	340	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. a P.T.U	32	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	114	-	1 600	AGAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	91	-	1000	AGAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	5,90	-	-	AGAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	85,1	-	-	AGAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	22	-	100	AGAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	2,70	-	-	AGAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	19,3	-	-	AGAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	2	-	1,0	IMHOFF	M.S.P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,04	5,0	9,0	AGAC 973.41	TULAS
Nitrosos+Nitritos	mg/l	9,80	-	10	AWWA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,15	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,20	-	10,0	LIBROMANOMETRÍCA	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	piridina - pirazoles	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,10	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0,5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	8,10	-	15,0	NÉSSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	150	-	1000	TURBIDÍMETRO	TULAS
Arsenio	mg/l	0,002	-	5,0	Absorción	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	2,0	DITHIOCARBONATO	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zincón	TULAS
D. B. O ₅	mg/l	120	-	300	AGAC 973 - 44	TULAS
D. Q. O	mg/l	25	-	250	AGAC 973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,00E+02	+ Resorción	< 99,9% **	ENEN 1 529-B	+TULAS

Tubida Baja: Avenida Aguán Agaña # 15-35 entre Chile y Argentina/ La Probera Celala # 35-35 entre Aliso y Llaneras/Tel: 072- 688 913-577 70-584 584/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:0915485777E mail: ciensa@telcel.com / enginyerol@telcel.com



II. REFERENCIA ANALITICA:

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

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,4	Condicionales	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
+Sólidos disueltos Totales	mg/l	91	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+Potencial de Hidrógeno	pH	7,06	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	2,8E+03	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Bacteria Fitosia	AVIRIAVIRIBLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Coliformes Fecales	NMF/100ml	3,01 E+03	-	200	DNEN 1 529-B	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,0001	-	0,0002	CULTURO DE FLOJO	TULAS
Acidos y Gases	PRESENCIA VISIBL	Presencia	Ausencia	0,2mg/l	ETAS-M 5 P	M 5 P-TULAS
Arsénico	mg/l	2,60	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	prúrico - pirrodano	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,20	-	0,30	LIBROFOTOMETRICE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,14	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	ppm	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Fósforo	mg/l	0,002	-	0,10	Alexikon	TULAS
Niquel	mg/l	0,004	-	0,025	Citronato/2-Niquel	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	0,18	Zircon	TULAS
Cromo	mg/l	0,77	-	0,75	Cromica	TULAS

Nota 1:

- "Criterios de Calidad Admisibles para Agua de Uso Agrícola o de Riego", correspondiente a la Tabla A, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, Libro VI - Anexo I. Bajo el amparo del R.M. FCCA.

-TULAS: Aguas reguladas con descargas de Coliformes Fecales menores o iguales a 3000 unidades o menos 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 coincide con el agua contempla sobre el criterio de calidad Admisible en Aguas que requieren Tratamiento Convencional o de Coagulo Flotado y Desalino u otros usos.

DNEN, OMS, USPHS e IEOS según Normas de Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano.

- Todos los resultados con el signo " - " no contempla fuera alguna sobre criterios de calidad Admisible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- NTU (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - nefus/cm (Nefus por centímetro)
- FTU (Unidades de Fovidez Turbidométrica) / - °C (No escala de 3 grados de la Tm. Media de la Región)
- U.Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- J.F. Oml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - ml (Profundidad mínima en metros)
- G.T. (Unidad de Gravedad Turbida) / - D.O. (Densidad Óptica de Oxígeno en 3 litro)
- N.M.P. (Número más probable de bacterias por 100 mililitros)




CISSA Centro de Investigación, Estudios y Servicios de Aguas y Suelos
ONEA Test Lab
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS
 501734766081
 C.R. 10000, Calle 15 de Agosto (Instituto Tecnológico)

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

Ojeda Riascos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS
Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDENACIÓN: CIESA-ONEA Test Lab-13 - 104	SOLICITANTE: Egidio Lilliana Mejía
PROYECTO: Estudio Geológico Ambiental del Área de Emplazamiento de una Planta de Tratamiento de aguas Residuales en la Parroquia El Paraíso de Celis del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: San Cayetano bajo
	TELÉFAX: 072 - 611 559

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 06 - 04 - 2013	MUESTRA: Agua del Río Celis
FECHA DE INGRESO: 06 - 04 - 2013	CODIGO: CA- 02 CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS: 06 - 06 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril
FECHA DE REPORTE: 12 - 04 - 2013	CANTÓN: Saraguro PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 15 - 04 - 2013	PARROQUIA: El Paraíso de Celis BARRIO: El Celis

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiera Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Clor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Solier	-	Insoluble	Insoluble	Insoluble	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	10	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	196	-	-	APHA	USPHS-OM3
Turbiedad	N.T.U. + F.T.U	24	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	19.9	Condición	Máximo 40-3°C	AWWA	TULAS
Acidos y Grasas	ML/MLARSENIC	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M.S.P	M.S.P. TULAS
Materia Flotante	AVISIBILIZABLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	69.1	-	-	AOAC 920.193	M.S.P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	30.5	-	1000	AOAC 920.393	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	61.8	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspensivos	mg/l	38.0	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.293	MS P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	MS P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	5,88	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libres	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad y Residualidad	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	27,0	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	27,0	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,00	-	120	AWWA	IEOS



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cloruro Total	mg/l	0,00	0,00	0,10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,00	0,0	0,05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Ammoniacal	mg/l	0,04	-	1,0	NESSLER	TULAS
Arsénico	mg/l	0,05	-	0,5	NESSLER	IEOS
Arseno	mg/l	0,03	-	0,05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	5,01	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	12,5	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	19,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	6,50	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	1,58	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruro	mg/l	15,0	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	9,75	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	4,90	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,07	-	1,0	LUPHENANTHOLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,09	0,3	0,8	LUPHENANTHOLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,10	-	-	LUPHENANTHOLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,07	-	0,3	ETAS-COMR	USPHS
Silice	mg/l	9,00	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	0,00	-	400	TURBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,29	-	0,3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fosforo	mg/l	0,10	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,22	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1,5	SPADNS	TULAS
Clara Libre	mg/l	0,00	0,5	0,2 - 1	AWWA	INEN
Clara Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,20	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	5,28	30	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nítrico	mg/l	0,01	-	1,0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrato	mg/l	0,03	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitritos + Nitratos	mg/l	0,31	-	10	ETAS-COMR	OMS - IEOS
Acididad Carbónica Libre	mg/l	2,60	-	5	AWWA	IEOS
D B Cl	mg/l	0,00	-	No + 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	6,00	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	14,0	-	No + 6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Bacterias Totales	UFC/ml	110 000	Ausencia	30	AOAC 956.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	410	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformos Fecales	NMP/100ml	8	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	Fda Cap. III 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.

-Cualquier de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcados con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Agua que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.



II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y Fauna en Aguas Dulces, Frijas o Coladas en Cargas de Agua Superficial

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	5.88	6.5	9.0	AGAC 973.41	TULAS
Temperatura	°C	19.9	Condiciones Naturales	3°C-20	AWWA	TULAS
Materia Plástica	ANTIRAYABLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0.00	-	0.0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	FLUOTRANSILABLE	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
Arsenico	mg/l	0.05	-	0.02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0.00	-	0.01	piridina - pirazolona	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0.00	-	0.01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0.07	-	0.30	1,10-FENANTROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0.00	-	0.30	AWWA	TULAS
Fosforo Total	mg/l	0.00	-	4.00	SPADNS	TULAS
Nitrato	mg/l	30.0	-	60.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
OD	mg/l	14.0	-	No + 6	AGAC 973 - 45	TULAS
Califormes Fecales	NMP/100ml	8	-	200	INEN 1 529-B	TULAS
*Califormes Totales	NMP/100ml	410	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
*Hidrógeno Atomosac	mg/l	0.04	-	30.0	NESSLER	TULAS
*Bicarbonatos	mg/l	0.44	-	8.50	M S P - AWWA	TULAS
*Cloruros	mg/l	0.42	-	250	DE MOHR	TULAS
*Sodio	mg/l	0.42	-	200	ARSENOMETRICO	TULAS
*Dispersión de las Aguas	m (visual)	No Visible	-	2.00	Disco Secchi	TULAS
*Salidas Divalentes Totales	mg/l	30.9	-	3 000	AGAC 920.193	TULAS
*RA 5	mg/l	0.96	-	18	M S P	TULAS
*Conductividad Eléctrica	microhm/cm	0.06	-	3.00	AGAC 973.40	TULAS
*Califormes Fecales	NMP/100ml	8	-	200	INEN 1 529-B	TULAS
*Califormes Totales	NMP/100ml	410	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
**Temperature	°C	19.9	Condiciones Naturales	3°C-20	AWWA	TULAS
*Materia Plástica	ANTIRAYABLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
*Aceites y Grasas	FLUOTRANSILABLE	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
*Potencial de Hidrógeno	pH	5.88	6.5	9.0	AGAC 973.41	TULAS
*OD	mg/l	14.0	-	No + 6	AGAC 973 - 45	TULAS

NOTA:

- * 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 Resaca Agua, Libro VI - Anexo L Bajo el soporte del R.001 PCCA.
- ** Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Industrial, correspondiente a la Tabla 7, Anexo L, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes Resaca Agua, Libro VI - Anexo L Bajo el soporte del R.001 PCCA.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

U.T.U	Unidades de Turbiedad (Unidades Nephelométricas)	/ - unidades	(Unidades por centímetro)
P.T.U	Unidades de Percepción Turbiedad (Unidades)	/ - unidades/cm	(Unidades por centímetro)
U.Pt. Ox	(Unidad de Fiebre Colada)	/ - mg/l y ml/l	(Brix por litro y Alcohólico por litro)
*C	(No excede de 3 grados de la Temperatura de la Región)	/ - mg/l	(Brix por litro)
U.F. Cal	Unidad Fermentaria de Coladas por millón (Estrones Typhoid o Anarales Mostiles)	/ - u.	(Profundidad mínima, en metros)
U.M.F	(Número más probable de bacterias por 100 ml de agua)	/ - 3 0 0 5	(Escala de profundidad de Coladas en 5.0m)
U.A.S	(Relación de Absorción de Luz)	/ - OD	(Demanda Química de Oxígeno) (Oxígeno Disuelto)



Edger A. Ojeda Noriega, INGENIERO
1191731766003
ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO



CIESA Centro de Investigación, Estudios y Servicios de Aguas y Suelos
ONEA Test Lab
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS



S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS
Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

I. INFORMACIÓN GENERAL:

Nº DE ORDEN: CIESA-ONEA Test Lab-13 - 200	SOLICITANTE: Egidio Lázaro Mejía
PROYECTO: Estudio Biológico Ambiental del Área de Degradación de una Planta de Tratamiento de aguas Residuales en la Parroquia El Paraíso de Celón del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: San Cayetano Bajo
	TELEFAX: 072 - 611 559

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 06 - 04 - 2013	MUESTRA: Agua Servida, descarga a la Quebrada Marzane
FECHA DE INGRESO: 06 - 04 - 2013	CODIGO: CA: 01 CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS: 06 - 04 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril
FECHA DE REPORTE: 12 - 04 - 2013	CANTÓN: Saraguro PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 15 - 04 - 2013	PARROQUIA: El Paraíso de Celón BARRIO: El Paraíso de Celón

III. REFERENCIA ANALÍTICA:

-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 MÁX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,7	Menor a 35	-	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	RELATIVAS	Presencia	-	0,3 mg/l	ETAS	M S P-TULAS
Materia Flotante	RELATIVAS	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	UPl-Co	19	Imapreciable	dilución 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	UPl-Co	348	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	NTU o FTU	34	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	119	-	1 600	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	94	-	1000	AOAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	6,0	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	88	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	24	-	100	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	2,90	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	21,1	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	2,0	-	1,0	TIMMOP	M S P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,07	5,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/L	9,90	-	10	AWWA	TULAS
Amoníaco Total	mg/l	0,16	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,50	-	30,0	LIBROQUÍMICO	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	pyridine - picricolora	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,60	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0,5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	8,50	-	10,0	NESSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	158	-	1000	TURBIDIMETRO	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	5,0	Aluminio	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	2,0	1,1-Pentilicel-Níquel	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zinc	TULAS
D.D.C.	mg/l	127	-	100	AOAC 973 - 44	TULAS
D.Q.O.	mg/l	25	-	250	AOAC 973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,06E+03	+ Rotación	> al 99,9% **	INEN 1 529-B	+TULAS



II. REFERENCIA ANALITICA:

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

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	METODO	NORMA
Temperatura	°C	19.7	Condiciones	Netural-3°C-20	AWWA	TULAS
-Oxígeno Disuelto Total	mg/l	94	-	3.000	AOAC 920.193	TULAS
-Potencial de Hidrógeno	pH	7.07	6.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
-Califormes Totales	NMP/100ml	2.9E+03	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Materia Flotante	ATERMISABLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Califormes Fecales	NMP/100ml	3.06 E+03	-	200	IMEN 3 529-B	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0.0001	-	0.0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Azúfrax y Sulfax	RESOLMABLE	Presencia	Ausencia	0.3mg/l	ETAS-M 5 P	M 5 P-TULAS
Arsénico	mg/l	2.67	-	0.02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0.00	-	0.01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cromo Libre	mg/l	0.00	-	0.01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3.50	-	0.30	LIQUIDAZIONE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0.16	-	0.10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	mg/l	0.00	-	4.00	SPADNS	TULAS
Aluminio	mg/l	0.002	-	0.10	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0.004	-	0.025	3-Ethylamino-Naphthal	TULAS
Zinc	mg/l	0.002	-	0.15	Zincos	TULAS
Boro	mg/l	0.79	-	0.75	Garsino	TULAS

Nota 1:

- "Criterios de Calidad Adesible 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 I. Bajo el amparo del R.M. PCCA.
- TULAS: Aguas reguladas con descargas de Califormes Fecales menores o iguales a 3000 pedos-cuentas de tratamiento, con arreglo sobre el criterio de calidad en descarga o un cuerpo de agua dulce.

Nota 2:

- TULAS Deriva de la Norma del Límite Desirable Permisible marcado con el signo con arreglo sobre el criterio de calidad Adesible en Aguas que requiere: Tratamiento Convencional o de Costoso Harsax y Dardentia u otros más.
- IMEN, CMS, USPHS e JECS según Norma de Límite Máx. Permisible para Agua Fría de Consumo Harsax.
- Todos los resultados con el signo " - " no con arreglo sobre criterio de calidad Adesible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- NTU (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - nefotric (Barridos por centímetro)
- FTU (Unidades de Formación Turbiedad) / - °C (No excede de 2 grados de la Tm. Media de la Región)
- U. ft. Co. (Unidad de Flujo Cobalto) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- U.F. C/ft (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - ft. (Profundidad misma, en metros)
- (Bacterias Tardías o Aerobias Mesófilas) / - b. b. OS (Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días)
- N.M.P. (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) / - DQD / CO (Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto)

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

CISSA CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS
ONEA Test Lab
 RUC. 1191731766001
 In. Rosales Aguirre # 25-25 entre Alfoz y Laureles/León
 Tel. 012 571 70 Ctl. 093 49877 E-mail: ciassa1@ciassa.com / mgs@ciassa.com

Edgar S. Ojeda Rioscos, BIOQUIMICO
ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA



ANEXO 5. MAPAS