



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO”  
DE MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de

**INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

**ANÁLISIS DEL MATERIAL SEDIMENTADO EN EL CAUCE DE  
LOS RÍOS MANTA Y BURRO Y SU UTILIZACIÓN COMO  
MATERIAL DE RELLENO EN LAS DIFERENTES OBRAS  
CIVILES.**

**AUTORES:**

**MERO GARCÍA RAÚL ANTONIO  
VERA CHELE FRANKLIN EDWIN**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. Javier Moreira Roca, Mg. Sc.**

**Manta – Manabí – Ecuador**

**2015**

## **CERTIFICACIÓN**

CERTIFICO, que el presente trabajo de titulación, elaborado por los egresados: Mero García Raúl Antonio y Vera Chele Franklin Edwin, con el tema: **“ANÁLISIS DEL MATERIAL SEDIMENTADO EN EL CAUCE DE LOS RÍOS MANTA Y BURRO Y SU UTILIZACIÓN COMO MATERIAL DE RELLENO EN LAS DIFERENTES OBRAS CIVILES”**, ha cumplido con todos los requerimientos establecidos en la elaboración y proceso de una tesis; por lo tanto, dejo constancia a usted señor Decano y por su intermedio al Honorable Consejo de Facultad, para los fines de trámites pertinentes.

**Ing. Javier Moreira Roca, Mg. Sc.**  
**TUTOR DE TESIS**

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

La responsabilidad por los hechos, opiniones, ideas e informaciones vertidas en esta tesis corresponden exclusivamente a los autores, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecerá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

---

Mero García Raúl Antonio  
**C.I.131231519-3**

---

Vera Chele Franklin Edwin  
**C.I. 131233607-4**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestra gratitud a Dios porque sin él, no habiéramos podido tener sabiduría, fuerzas y denuedo para continuar y culminar esta etapa de formación en nuestras vidas.

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí de la ciudad Manta, quien nos proporcionó los conocimientos necesarios y la orientación a través de su plana docente para formarnos como profesionales; sus consejos, requerimientos y también palabras de aliento fueron necesarias en este proceso de aprendizaje.

Al Ing. Javier Moreira, Tutor de este trabajo de titulación, quien con su paciencia nos supo orientar, guiar para que este estudio investigativo cumpliera su propósito, gracias porque sus enseñanzas permitieron que nuestros conocimientos se fortalecieran.

A nuestros padres, familiares y amigos, Muchas gracias.

Con cariño,

**Mero García Raúl Antonio**  
**Vera Chele Franklin Edwin**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mis padres: Franklin Vera y Danny Chele, quienes están conmigo en toda situación, sus consejos, palabras de ánimo, me ayudaron a no desistir en nada, a luchar con coraje y siempre anteponiendo la humildad; es por eso que hoy dedico este esfuerzo a ustedes que son la base fundamental para que pueda subir un escalón más en esta carrera que aún no termina.

A mis hermanos: Jonathan y Evelyn, dejó a ustedes este legado como ejemplo de dedicación y superación, que sirva de espejo para que en un futuro ustedes también sean profesionales.

A mi abuela Dora, porque fue como mi segunda madre, por sus consejos y ánimos que sirvieron para que no me rindiera.

**Vera Chele Franklin Edwin**

## **DEDICATORIA**

No todo en la vida es fácil, hay que esforzarse para conseguir lo que se quiere, pero detrás de todo sacrificio hay una recompensa.

Este trabajo está dedicado a mis padres: Raúl Mero y María García, ustedes me demostraron que no sólo son mis padres, sino mis amigos, con quienes vivo experiencias inolvidables, sus sabios consejos son de inspiración para mi vida, como olvidar el aliento que me proporcionaban cuando quería desistir, pero hoy sólo les puede decir, gracias, los amo.

A mis hermanos: Pilar, Diana, Karla y David, ustedes compartieron conmigo, alegrías, penas y triunfos como éste, lograr culminar mi carrera profesional, gracias porque de alguna manera me obligaron a no retroceder, sino ser ejemplo para sus vidas.

No puedo dejar de mencionar a mi abuelita Benedicta, quien me apoyo incondicionalmente para que pueda estudiar; a mi abuelita América por el cuidado que medio cuando era todavía un niño, ustedes siempre creyeron en mí, y hoy envío hasta el cielo mi más profundo agradecimiento, siempre estarán en mi corazón.

**Mero García Raúl Antonio**

## **RESUMEN**

El suelo constituye uno de los recursos naturales más primordiales y no renovables con los que cuenta el hombre. Por ello es de suma importancia su conservación y su buena utilización.

El presente trabajo investigativo tiene como propósito analizar el material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro, con la finalidad de determinar si las condiciones físicas y mecánicas de dicho suelo son aptas para que sea utilizado como material de relleno en obras civiles.

La eficacia de este dependerá del tipo de suelo, grado de contaminación, resistencia, estabilidad y comportamiento funcional, entre otros factores que influenciarán de manera directa que este material sea utilizado como relleno.

Esta investigación se ha desarrollado mediante trabajo de campo, de laboratorio y documental, iniciando con un levantamiento topográfico para determinar el volumen de material sedimentado existente en los ríos antes mencionados.

Se tomaron muestras de dicho material para que luego fueran estudiadas mediante ensayos de laboratorio, y se hizo un análisis en base a los resultados que arrojaron estos. También se brindan conclusiones y recomendaciones sobre el material estudiado y el uso que se le debe dar.

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR .....	ii
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN .....	VII
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	2
1.1.1 EL SUELO.....	2
1.1.1.1 Composición del suelo .....	2
1.1.1.2 Definición .....	4
1.1.1.3 Agentes químicos del suelo .....	4
1.1.1.4 Características .....	5
1.1.2 SEDIMENTACIÓN.....	6
1.1.2.1 Definición .....	6
1.1.2.2 Procesos sedimentarios .....	7
1.1.2.2.1 Procesos físicos.....	7
1.1.2.2.2 Procesos biológicos .....	7
1.1.2.2.3 Procesos químicos.....	8
1.1.3 Clasificación de los suelos .....	9

1.1.3.1	Gravas .....	9
1.1.3.2	Arenas .....	9
1.1.3.3	Limos .....	9
1.1.3.4	Arcilla .....	10
1.1.3.5	Caliche .....	10
1.1.3.6	Loess .....	10
1.1.3.7	Diatomita.....	10
1.1.3.8	Gumbo .....	11
1.1.3.9	Tepetate.....	11
1.1.4	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUSC).....	11
1.1.5	Propiedades de los suelos .....	12
1.1.6	Análisis granulométrico.....	12
1.1.7	Estado de consistencia del suelo .....	13
1.1.8	Límites de Atterberg.....	14
1.1.9	Contenido orgánico en los suelos.....	16
1.1.9.1	Cantidad de materia orgánica en el suelo .....	17
1.1.9.2	Clasificación del suelo de acuerdo a la cantidad de contenido orgánico.....	17
1.1.10	Proctor modificado .....	17
1.1.11	CBR (California Bearing Ratio) .....	18
1.1.11.1	Origen .....	18
1.1.11.2	Definición .....	18
1.1.11.3	Cálculo del CBR.....	19
1.1.2	LOS RELLENOS DE SUELO.....	20
1.1.2.1	Definición .....	20
1.1.2.2	Uso de los rellenos.....	20
1.1.2.3	Construcción de rellenos.....	21

1.2	IMPACTO AMBIENTAL .....	21
1.2.1	Definición .....	21
1.2.2	Factores ambientales.....	22
1.2.3	Metodología para medir el impacto ambiental.....	22
1.2.4	Atributos de los impactos .....	23

## **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE CAMPO**

2.1	ANTECEDENTE INVESTIGATIVO.....	26
2.2	UBICACIÓN.....	27
2.3	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
2.4	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
2.4.1	De Campo.....	28
2.4.2	Investigación de laboratorio .....	28
2.5	MATERIALES Y EQUIPOS.....	29
2.5.1	Levantamiento topográfico .....	29
2.5.2	Ensayos de laboratorio .....	29
2.6	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO .....	32
2.7	CÁLCULOS DEL VOLUMEN DE SEDIMENTO .....	34
2.8	TOMA DE MUESTRA .....	36
2.9	PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	37
2.9.1	Ensayo de Humedad Natural.....	37
2.9.2	Ensayo de Granulometría.....	39
2.9.3	Ensayo de Límite Líquido.....	41
2.9.4	Ensayo de Límite Plástico.....	44
2.9.5	Ensayo de Contenido Orgánico (Ceniza) .....	47
2.9.6	Ensayo Proctor Modificado.....	49
2.9.7	Ensayo CBR.....	51
2.10	IMPACTO AMBIENTAL .....	54

2.10.1	Descripción del proyecto .....	54
2.10.2	Caracterización ambiental.....	54
2.10.3	Factores Abióticos .....	55
2.10.4	Factores Bióticos .....	55
2.11	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL .....	56
2.11.1	Acción susceptible que causa impacto.....	56
2.11.1.1	Factores ambientales impactos .....	56
2.11.1.2	Metodología de medición de impacto ambiental.....	57

### **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

3.1	Levantamiento Topográfico y Calculo de Volúmenes.....	58
3.2	Ensayo de Humedad Natural.....	59
3.3	Ensayo de Granulometría.....	60
3.4	Ensayo de Límite Líquido.....	62
3.5	Ensayo de Límite Plástico.....	63
3.6	Ensayo de Contenido Orgánico (Ceniza) .....	64
3.7	Ensayo Proctor Modificado.....	65
3.8	Ensayo CBR .....	69
3.9	Calculo del Grado de Impacto Ambiental.....	79
3.10	Comprobacion de Hipotesis .....	81
3.11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
3.11.1	Conclusiones .....	82
3.11.2	Recomendaciones.....	83
	BIBLIOGRAFÍA.....	84
	ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Componentes del suelo .....	2
Gráfico 2: Arcilla y limo agrietado .....	3
Gráfico 3: Arena .....	3
Gráfico 4: grava .....	3
Gráfico 5: Factores que controlan la sedimentación en la plataforma.....	8
Gráfico 6: Curva granulométrica del suelo .....	12
Gráfico 7: Estados de consistencia del suelo.....	14
Gráfico 8: Curva de CBR.....	19
Gráfico 9: Punto de muestreo – Cauce ríos: Manta y Burro .....	27
Gráfico 10: Levantamiento topográfico de los ríos Manta y Burro.....	32
Gráfico 11: Cotas reales de referencia para el levantamiento topográfico. ....	33
Gráfico 12: Cotas del muro gavión y material sedimentado .....	34
Gráfico 13: Toma de muestras en el Río Manta .....	36
Gráfico 14: Toma de muestras en el Río Burro .....	36
Gráfico 15: Tramo descartado por contaminación .....	37
Gráfico 16: Toma de muestras en los ríos Burro y Manta .....	37
Gráfico 17: Lavado del material .....	40
Gráfico 18: Secado del material .....	40
Gráfico 19: Tamizado de material .....	40
Gráfico 20: Tamiz # 40 .....	41
Gráfico 21: Mezclando material .....	41
Gráfico 22: Colocación de material cuchara Casagrande .....	42
Gráfico 23: Surco en Casagrande .....	42
Gráfico 24: Muestras cilíndricas.....	44
Gráfico 25: Vasos de aluminio .....	45
Gráfico 26: Colocación de crisoles en la mufla.....	47
Gráfico 27: Colocación de crisoles en el desecador .....	47
Gráfico 28: Peso de crisoles con muestra seca .....	48
Gráfico 29: Peso del molde para compactación .....	50
Gráfico 30: Compactación del material .....	50
Gráfico 31: Enrasado de material .....	50
Gráfico 32: Peso del material para contenido de humedad .....	51

Gráfico 33: Ajuste de collar .....	52
Gráfico 34: llenado de cilindros .....	52
Gráfico 35: Ajuste de dial .....	53
Gráfico 36: Colocación del molde en la máquina de compresión .....	53
Gráfico 37: Lectura de deformación .....	54
Gráfico 38: Grafico de porcentaje de humedad.....	62
Gráfico 39: Grafico de carta de plasticidad.....	63
Gráfico 40: Curva de humedad optima – Abscisa 1 + 760 .....	65
Gráfico 41: Curva de humedad optima – Abscisa 3 + 360 .....	66
Gráfico 42: Curva de humedad optima – Abscisa 4 + 760 .....	67
Gráfico 43: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 1 + 760.....	71
Gráfico 44: Resultado final CBR – Abscisa 1 + 760.....	71
Gráfico 45: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 3 + 360.....	74
Gráfico 46: Resultado final CBR – Abscisa 3 + 360.....	74
Gráfico 47: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 4 + 760.....	77
Gráfico 48: Resultado final CBR – Abscisa 4 + 760.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del suelo según su diámetro promedio de grano.....	2
Tabla 2: Velocidades de sedimentación.....	7
Tabla 3: Clasificación granulométrica de los suelos.....	13
Tabla 4: Compresibilidad.....	15
Tabla 5: Tipos de suelos.....	15
Tabla 6: Clasificación del suelo según su contenido orgánico.....	17
Tabla 7: Clasificación de los suelos para infraestructuras de pavimentos.....	20
Tabla 8: Atributo Efecto.....	23
Tabla 9: Atributo Magnitud.....	24
Tabla 10: Atributo Momento.....	24
Tabla 11: Atributo Recuperabilidad.....	24
Tabla 12: Escala de importancia del impacto.....	25
Tabla 13: Coordenadas extremas de las cuencas estudiadas.....	27
Tabla 14: Equipos de levantamiento topográfico.....	29
Tabla 15: Equipos para ensayo de humedad natural.....	29
Tabla 16: Equipos para ensayo de granulometría.....	30
Tabla 17: Equipos para ensayo de límite líquido.....	30
Tabla 18: Equipos para ensayo de plasticidad.....	30
Tabla 19: Equipos para ensayo de Calcinación (Ceniza).....	31
Tabla 20: Equipos para ensayo de Proctor modificado.....	31
Tabla 21: Equipos para ensayo de CBR.....	31
Tabla 22: Cálculo de volúmenes.....	58
Tabla 23: Cálculos del porcentaje de humedad natural río Manta.....	59
Tabla 24: Cálculos del porcentaje de humedad natural río Burro.....	59
Tabla 25: Resultados de la tabla granulométrica – río Manta– Abscisa 0 + 720.....	60
Tabla 26: Resultados de la tabla granulométrica – río Manta – Abscisa 3 + 020.....	60
Tabla 27: Resultados de la tabla granulométrica – río Burro – Abscisa 1 + 360.....	60
Tabla 28: Cálculos del límite líquido – Abscisa 0 + 720.....	62
Tabla 29: Cálculos del Límite Plástico.....	63
Tabla 30: Resultado de cálculos de contenido orgánico.....	64
Tabla 31: Resultados del ensayo Proctor modificado – Abscisa 1+760.....	65
Tabla 32: Resultados del ensayo Proctor modificado Abscisa 3+360.....	66

Tabla 33: Resultados del ensayo Proctor modificado – Abscisa 4 + 760 .....	67
Tabla 34: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 1 + 760 .....	69
Tabla 35: Esponjamiento – Abscisa 1 + 760 .....	70
Tabla 36: Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 1 + 760.....	70
Tabla 37: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 1 + 760.....	71
Tabla 38: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 3 + 360 .....	72
Tabla 39: Esponjamiento – Abscisa 3 + 360.....	73
Tabla 40 Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 3 + 360.....	73
Tabla 41: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 3 + 360.....	74
Tabla 42: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 4 + 760 .....	75
Tabla 43: Esponjamiento – Abscisa 4+760.....	76
Tabla 44: Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 4 + 760.....	76
Tabla 45: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 4 + 760.....	77
Tabla 46: Resumen final de impacto ambiental – río Burro y río Manta.....	79
Tabla 47: Indicadores de efectos – Impacto ambiental.....	80
Tabla 48: Indicadores de magnitud – Impacto ambiental .....	80
Tabla 49: Indicadores de momento – Impacto ambiental .....	80
Tabla 50: Indicadores de Recuperabilidad – Impacto ambiental .....	80

## INTRODUCCIÓN

El suelo constituye uno de los elementos naturales más importantes para la vida del ser humano, en él se puede cultivar alimentos, construir vías y viviendas. El suelo es un elemento fundamental en la construcción; por lo que su estabilidad, comportamiento funcional y estético están determinados por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el suelo utilizado para conformar rellenos, convirtiéndose en una pieza clave para todas las obras de ingeniería civil.

Este estudio investigativo, tiene como finalidad analizar el material sedimentado en el cauce de los ríos Burro y Manta para su utilización como material de relleno, de tal manera que se presenten nuevas alternativas de material para cubrir de forma eficiente las exigencias técnicas de obras civiles.

Este estudio de investigación está constituido de tres capítulos, los que se detallan a continuación:

En el capítulo I está el Marco Teórico, cuyas teorías sustentan las variables de investigación, se detallan las respectivas fundamentaciones de autores de libros, periódicos, textos y otros documentos relevantes al tema de estudio.

En el capítulo II se describe el estudio de campo, análisis del sitio, ensayos de laboratorio, formulas, cálculos y demás características necesarias para obtener resultados que nos lleve a un análisis.

En el capítulo III se detallan los resultados y su respectivo análisis en base a los ensayos realizados y a los datos que se obtuvieron. Finalmente, se muestran la bibliografía y anexos.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1.1 El Suelo

##### 1.1.1.2 Composición del suelo

“El suelo es un sistema heterogéneo y poroso, compuesto por partículas muy pequeñas e independientes, cuyo arreglo determina el volumen del espacio poroso, en el cual se transmite o se retienen el agua y el aire. La separación entre partículas está relacionada con su tamaño. Los suelos se dividen en 3 grupos dependiendo del diámetro promedio de partícula”. (Zamora & Cristancho, 2008, p. 2)

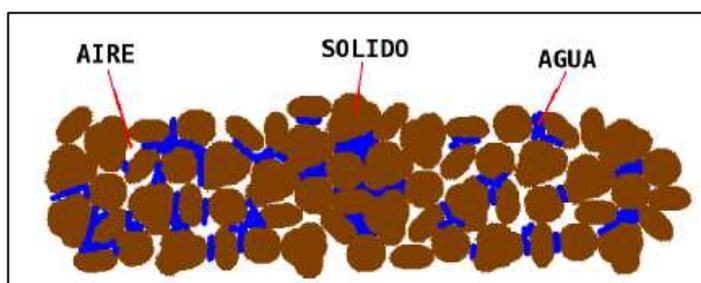


Gráfico 1: Componentes del suelo  
Fuente: (Avenza, 2013)

El suelo está compuesto de partículas muy pequeñas, las cuales determinan la capacidad que tiene el suelo para transportar o retener el aire o el agua, los autores (Zamora & Cristancho, 2008, p. 2)

Tabla 1: Clasificación del suelo según su diámetro promedio de grano

Suelo	Diámetro de grano (mm)
Arena muy gruesa	2.00 – 1.00
Arena gruesa	1.00 – 0.50
Arena media	0.50 – 0.25
Arena fina	0.25 – 0.10
Arena muy fina	0.01 – 0.05
Limo	0.05 – 0.002
Arcilla	Menores a 0.002

Fuente: (Zamora & Cristancho, 2008)

Para comprender acerca de los componentes del suelo, es necesario que se piense en la capacidad de absorción y la retención del agua.

**Arcilla:** Con un tamaño inferior a 0,002 mm, es muy compacto, retiene mucha agua y transpira poco, pasando de muy seco a muy húmedo.

**Limo:** Con un tamaño entre los 0,02 mm y los 0,002 mm, son sedimentos transportados por el agua o por el viento y es un material muy permeable. (Avenza, 2013, p.2)



Gráfico 2: Arcilla y limo agrietado  
Fuente: (Avenza, 2013)

**Arena:** Al ser un elemento suelto no retiene nada de agua, tiene muy poca tenacidad y más permeabilidad que el limo. En ella se puede diferenciar la arena fina, con un tamaño comprendido entre 0,2 mm y 0,02 mm, y la arena gruesa cuyo tamaño está entre 2 mm y 0,2 mm Avenza, 2013, p.2 )



Gráfico 3: Arena  
Fuente: (Avenza, 2013)

**Grava:** Son piedras de diferente tamaño, entre los 2 mm y los 60 mm. Tiene las mismas propiedades que la arena, pero aún más permeable.



Gráfico 4: grava  
Fuente: (Avenza, 2013)

Es decir, la capacidad de absorción y la retención del agua están muy relacionadas con la porosidad y la permeabilidad. La porosidad, es la cantidad de poros que componen el suelo, por donde es más fácil el transporte del agua y el aire; la permeabilidad es la capacidad del suelo para que ingrese aire y agua en su interior. Al volumen relativo de poros en el suelo se le conoce como porosidad.

### **1.1.1.2 Definición**

Existen algunas definiciones del suelo, sin embargo, se toma de referencia: “material resultante de la descomposición y desintegración de la roca por el ataque de agentes atmosféricos. (N. J. Chiossi)” (Villalaz, 2004, p. 18)

Otra definición del mismo autor revela que “el suelo es la delgada parte superior del manto de rocas en que penetran las raíces de las plantas y de donde éstas toman el agua y las demás sustancias necesarias para su existencia”. (Villalaz, 2004, p. 18)

Algunos ingenieros civiles (Rico, A. & Castillo del H. ) definen al suelo como “conjunto de partículas minerales, productos de la desintegración mecánica o de la descomposición química de rocas preexistentes. De todas las definiciones anteriormente mencionadas, se logra deducir que el suelo es el producto de la descomposición de rocas que tienen dentro de su estructura minerales y demás componentes necesarios para la vida de los seres humanos y otros usos domésticos.

### **1.1.1.3 Agentes químicos del suelo**

Los principales agentes químicos del suelo son: la oxidación, carbonación e hidratación.

#### **La oxidación**

“Es la reacción química que puede ocurrir en las rocas al recibir el agua de lluvia, ya que el oxígeno del aire, en presencia de humedad, reacciona químicamente produciéndose el fenómeno de oxidación, principalmente si las rocas contienen hierro, como se puede observar por el color pardo rojizo de algunas afloraciones” (Villalaz, 2004, p. 20)

## **La carbonatación**

“Es el ataque que el ácido carbónico (anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) efectúa sobre las rocas que contiene hierro, calcio, magnesio, sodio o potasio. Así, las rocas ígneas, que en su mayoría contienen dichos elementos, pueden ser descompuestas de esa manera”. (Villalaz, 2004, p. 20)

## **La hidratación**

“Es la acción y efecto de combinar un cuerpo con agua para formar hidratos, o sea compuestos químicos que contienen agua en combinación. El agua se absorbe y se combina químicamente formando nuevos minerales”. (Villalaz, 2004, p. 20)

La acción de los agentes químicos mencionados anteriormente se conocen como “meteorización y alteración” que prestan las condiciones para que se creen los suelos inorgánicos; el proceso de meteorización se refiere solamente a los cambios que sufren las rocas físicamente por la acción de los agentes atmosféricos y la alteración produce cambios en la parte interna de la roca que dan inicio a la hidratación y formación de minerales en la roca.

### **1.1.1.4 Características**

De acuerdo a las investigaciones observadas, se conoce que los suelos se caracterizan por los siguientes aspectos:

Los suelos están formados por partículas pequeñas (desde micras a algunos centímetros) e individualizadas que puede considerarse indeformables.

Entre estas partículas quedan huecos con un volumen total del orden de magnitud del volumen ocupado por ellas (desde la mitad a varias veces superior).

Un suelo es un sistema multifase (sólida, líquida, gaseosa). Los huecos pueden estar llenos de agua (suelos saturados) o con aire y agua (suelos semisaturados), lo que condiciona la respuesta de conjunto del material. En condiciones normales de presión y temperatura, el agua se considera incomprensible. (Muelas, 2012, p. 5)

Es importante que previo a la realización de cualquier trabajo de ingeniería civil, se investigue y analice el tipo de suelo donde se pretende trabajar, ya que el terreno presenta diferentes características que pueden alterar o modificar la obra; uno de los agentes modificadores del suelo es el agua, ya que su infiltración causa grietas, huecos, cambios físicos que alteran el estado y forma del material.

## **1.1.2 SEDIMENTACIÓN**

### **1.1.2.1 Definición**

La sedimentación es, en esencia, “un medio sedimentario puede definirse como una parte concreta de la superficie terrestre donde se acumulan sedimentos y que se diferencia física, química y biológicamente de las zonas adyacentes. (...) Puede ser un lugar de erosión, no depósito o sedimentación, y en general, alternan etapas diferentes en cada medio o en cada parte de un medio: así, una delta puede crecer rápidamente en las avenidas de los ríos que lo alimentan.” (Arche, 2010, p. 16)

Otra definición de sedimentación es “al proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad” (Pérez, 2005, p. 1)

Un medio sedimentario cambia sus etapas según las condiciones propias en las que se encuentre, menciona el autor que éstos pueden crecer rápidamente cuando nacen de cuencas de ríos, pero sufrir cambios repentinos por fenómenos físicos como tempestades. Los sedimentos se acumulan por lo general en hoyos que toman el nombre de cuencas sedimentarias.

Otro concepto importante de definir son los Facieses lo define como “un conjunto de rocas sedimentarias que puede ser definido y separado de otros por su geometría, litología, estructuras sedimentarias, distribución de paleocorrientes y fósiles”. (Arche, 2010, p. 23)

A continuación se muestra una tabla que muestran la velocidad de sedimentación correspondiente a partículas de peso específico 2,65 kg./dm.<sup>3</sup> y a una temperatura del agua de 10° C, teniendo en cuenta distintos diámetros y los tiempos necesarios para sedimentar 0,3 m.

Tabla 2: Velocidades de sedimentación

D (MM)	Clasificación	Velocidad de Sedimentación	Tiempo para sedimentar 0,3 m.
10,0	Grava	1000,00	0,3 seg.
1,0	Grava	100,00	3,0 seg.
0,1	Arena Gruesa	8,00	38 seg.
0,01	Arena Fina	0,154	33 min.
0,001	Bacterias	0,00154	35 horas
0,001	Coloides	0,0000154	230 días
0,0001	Coloides	0,000000154	63 años

Autor: (Pérez, 2005, p. 1)

### 1.1.2.2 Procesos sedimentarios

El proceso de sedimentación se presenta cuando se combinan varios procesos físicos, biológicos y químicos.

#### 1.1.2.2.1 Procesos físicos

“Son los más importantes en la erosión, transporte y sedimentación de los sedimentos clásicos. Los más importantes son las corrientes, que tienen dos orígenes: la fuerza de la gravedad, responsable por ejemplo, del movimiento de agua en un río de las corrientes de turbidez, y la radiación solar, que al calentar desigualmente la superficie terrestre provoca diferencias de temperatura y, por tanto, corrientes conectivas en la atmósfera (vientos) y en el agua (corrientes marinas lacustres)”. (Arche, 2010, p. 19)

#### 1.1.2.2.2 Procesos biológicos

“Se derivan de la actividad fisiológica de animales y plantas que pueblan los diferentes medios y su interacción con los materiales del sustrato. Estos organismos producen sedimentos y/o ayudan a fijarlos en el medio; también tienen un importante papel regulador de la geoquímica de los fluidos presentes en el mismo.” (Arche, 2010, p. 19)

### 1.1.2.2.3 Procesos químicos

“Los procesos químicos influyen profundamente en los depósitos de plataforma y revisten gran interés, pues de su estudio se pueden sacar muchas conclusiones genéticas. Entre los más interesantes destaca la precipitación de minerales autigénicos, es decir formados en el propio ambiente, que pueden usarse por ello para identificarlo la precipitación de carbonato, sílice e hidróxidos de hierro y de manganeso, la cementación, etc.” (Arche, 2010, p. 505)

De acuerdo al criterio del autor antes señalado, se precisa que el entorno genera algunos agentes modificadores que influyen en el suelo, provocando lo que se denomina sedimentación. En el caso del material residual que se genera en las cuencas o ríos, los agentes modificadores como lluvias, desecho sólidos orgánicos e inorgánicos, el viento, elementos químicos, entre otros; provocan cambios biológicos en el suelo; sin dejar de lado el proceso de erosión que se produce por las corrientes de aguas en el proceso de inundación.

Tal es el caso de los ríos Burro y Manta, que constantemente están expuestos a este tipo de parámetros que producen morfología en el suelo; en virtud a ello, se plantea este estudio, a fin de conocer el nivel de modificación que tiene el material sedimentado en el cauce de estos ríos.



Gráfico 5: Factores que controlan la sedimentación en la plataforma  
Autor: (Arche, 2010, p. 504)

### **1.1.3 Clasificación de los suelos**

A continuación se presentan los principales tipos de suelos que son utilizados por los ingenieros civiles:

#### **1.1.3.1 Gravas**

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro.

Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenados por el acarreo de los ríos y muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. (...) Sus partículas varían desde 7,62 cm (3") hasta 2.0 mm. (Villalaz, 2004, p. 21)

#### **1.1.3.2 Arenas**

“Es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos comprensibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea”. (Villalaz, 2004, p. 22)

#### **1.1.3.3 Limos**

“Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía

claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta”. (Villalaz, 2004, p. 22)

#### **1.1.3.4 Arcillas**

“Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menos de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un siliciato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también siliciatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. (...) Algunas entidades consideran como arcillas a las partículas menores a 0.002 mm”. (Villalaz, 2004, p. 22)

#### **1.1.3.5 Caliche**

“El término caliche se aplica a ciertos estratos de suelo cuyos granos se encuentran cementados por carbonatos calcáreos. Parece ser que para la formación de los caliches es necesario un clima semiárido. La marga es una arcilla con carbonato, más homogénea que el caliche y generalmente muy compacta y de color verdoso”. (Villalaz, 2004, p. 25)

#### **1.1.3.6 Loess**

“Son sedimentos eólicos uniformes y cohesivos. Esta cohesión que poseen es debida a un cementante del tipo calcáreo y cuyo color es generalmente castaño claro. El diámetros de las partículas de los loess está comprendido entre 0.01 mm y 0.05 mm. Se distinguen porque presentan agujeros verticales que han sido dejados por raíces extinguidas. (...) Los loess son colapsables, aunque disminuye dicha tendencia al incrementarse su peso volumétrico”. (Villalaz, 2004, p. 25)

#### **1.1.3.7 Diatomita**

Las diatomitas o tierras diatomáceas “son depósitos de polvo silícico, generalmente de color blanco, compuesto total o parcialmente por residuos de diatomeas. Las diatomeas son

algas unicelulares microscópicas de origen marino o de agua dulce, presentando paredes de sus células características silíceas. (Villalaz, 2004, p. 26)

#### **1.1.3.8 Gumbo**

“Es un suelo arcilloso fino, generalmente libre de arena y que parece cera a la vista; es pegajoso, muy plástico y esponjoso. Es un material difícil de trabajar.”(Villalaz, 2004, p. 26)

#### **1.1.3.9 Tepetate**

Es un material pulverulento, de los café claro o café oscuro, compuesto de arcilla, limo y arena en proporciones variables, con un cemento que puede ser la misma arcilla o el carbonato de calcio. Según sea el componente predominante el tepetate se suele llamar arcilloso, limoso, arenoso, arcillo-limoso si es que predomina el limo, y así sucesivamente.

La mayoría de las veces el tepetate debe su origen a la descomposición y alteración, por intemperismo, de cenizas volcánicas basálticas.

#### **1.1.4 Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUSC)**

El autor del sistema de clasificación fue realizado por el ingeniero civil Arthur Casagrande, quien realizó estudio acerca del comportamiento de los suelos y creó diversas técnicas de clasificación de los mismos. Utilizó el siguiente sistema de clasificación propuesto en el año de 1942 como base de referencia para aeropuertos.

Menciona (Crespo, 2004, p.88) que “Los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material por la malla No 200.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que la pasan, y así el suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No 200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores a dicha malla”.

### 1.1.5 Propiedades de los suelos

Toda vez que se conoce el tipo de suelo existente, se debe realizar algunos procedimientos científicos a fin de caracterizar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas. Para este estudio se establecerán varios ensayos, que permiten conocer las propiedades del suelo a través de los siguientes análisis: granulométrico, límite de Atterberg, equivalente de arena, Próctor Normal y Modificado y la determinación de la capacidad portante mediante el índice CBR.

### 1.1.6 Análisis granulométrico

El objetivo de este ensayo es conocer las proporciones de los distintos tamaños de grano. Para llevar a efecto este ensayo se requiere utilizar como herramienta fundamental el tamiz (“se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se le haya sujeta una malla caracterizada por un espaciamiento uniforme entre hilos denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar”) (Bañon & Bevía, 2001)

En este proceso también se emplea: “Una serie normalizada de tamices de malla cuadra y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelo seco, quedando retenida en cada tamiza la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz. La serie más utilizada es la UNE 7050 española y la ASTM D-2487/69 americana”.

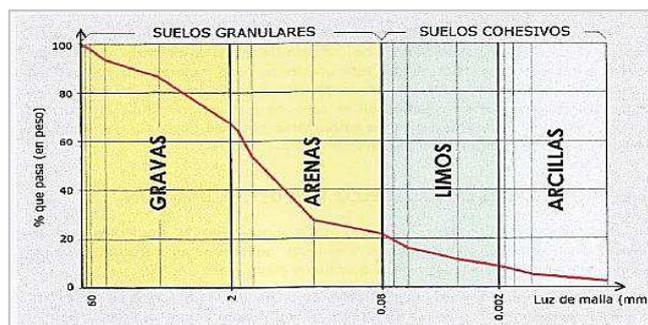


Gráfico 6: Curva granulométrica del suelo  
Fuente: (Bañon & Bevía, 2001)

Con la aplicación de este ensayo de suelo, se puede establecer una clasificación genérica de suelos de acuerdo a su granulometría.

Tabla 3: Clasificación granulométrica de los suelos

CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LOS SUELOS			
TIPO	DENOMINACIÓN	TAMAÑO (mm)	
SUELOS GRANULARES	Bolos y bloques		> 60
	Grava	Gruesa	60 – 20
		Media	20 – 6
		Fina	2 - 6
	Arena	Gruesa	0.6 – 2
		Media	0.2 – 0.6
Fina		0.08 – 0.2	
SUELOS COHESIVOS	Limo	Gruesa	0.02 – 0.08
		Media	0.006 – 0.02
		Fina	0.002 – 0.006
	Arcilla		< 0.002

Fuente: (Bañon & Bevia, 2001)

### 1.1 .7 Estados de consistencia del suelo

El suelo está influenciado por la presencia de agua. Frente a este indicador, resulta útil estudiar los estados de consistencia del suelo, los que se presentan de acuerdo a su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido.

**Líquido:** “La presencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interarticular que mantenían unido al suelo la cohesión y lo convierte en una papilla, un líquido viscoso sin capacidad resistente.” (Bañon & Bevia, 2001, p. 9)

**Plástico:** “El suelo es fácilmente moldeable, presentando grandes deformaciones con la aplicación de esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, por lo que no recupera su estado inicial una vez cesado el esfuerzo. No es apto para resistir cargas adicionales” (Bañon & Bevia, 2001, p. 9)

**Semisólido:** “El suelo deja de ser moldeable, pues se quiebra y resquebraja antes de cambiar de forma. No obstante, no es un sólido puro, ya que disminuye de volumen si continúa perdiendo agua. Comportamiento mecánico aceptable. (Bañon & Bevia, 2001, p. 9)

**Sólido:** “En este estado el suelo alcanza la estabilidad, ya que en su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo”. (Bañon & Bevia, 2001, p. 9)

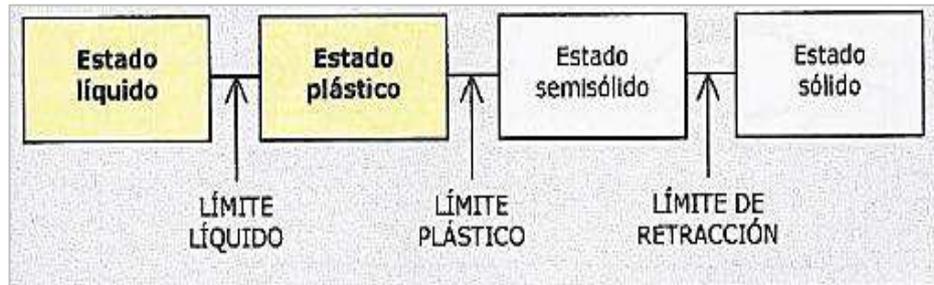


Gráfico 7: Estados de consistencia del suelo  
Fuente: (Bañon & Bevia, 2001)

Para realizar esta tarea existen dos procedimientos de ensayo: límites de Atterberg (NLT-105 Y NLT-106) y el equivalente de arena (NLT-113), el primero más preciso que el segundo.

### 1.1.8 Límite de Atterberg

El científico Atterberg fue el primero en relacionar el grado de plasticidad del suelo con su contenido de agua o humedad; definió los cuatro estados de consistencia antes mencionada determinando límite entre ellos.

Menciona el autor que los estados del suelo más relevantes son el límite líquido y límite plástico, porque éstos “presentan una alta deformabilidad del suelo y una drástica reducción de su capacidad portante. Afinando más todavía, el interés se centra en determinar el intervalo de humedad para el cual el suelo se comporta de manera plástica, es decir su plasticidad”. (Bañon & Bevia, 2001, p. 10)

**Límite líquido (LL%):** Es el contenido de agua, bajo el cual el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Se determina mediante el método cuchara de Casagrande (NLT-105)

Tabla 4: Compresibilidad

ARENA	LÍMITE LÍQUIDO APROXIMADO (%)
Ligera o baja compresibilidad	0 - 30
Moderada o intermedia	31 - 50
Alta compresibilidad	51 y mayor

Autor: Anónimo

**Límite plástico (LP%):** “Es el contenido de humedad que tiene el suelo en el momento de pasar del estado plástico al plástico al semisólido. Se ha convenido que esta humedad sea la que permita moldear cilindros con la mano de 3 mm (1/8”) de diámetro apropiadamente, sin que presente signo de ruptura. El límite plástico se obtiene del promedio aritmético de los valores de contenido de humedad del ensayo correspondiente”. (Garcés & Irina, 1989)

**Índice plástico (IP%):** “Es el rango de contenido de humedad, dentro del cual el suelo se comporta plásticamente. Se calcula como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico:  $IP = LL - LP$ .”

El valor del índice plástico indica un posible rango de expansión. Valores altos del mismo corresponden a suelos potencialmente expansivos”. (Garcés & Irina, 1989)

**Límite de contracción (LC):** “Se lo define como la humedad máxima para la cual el secado ya no produce cambios en volumen de un suelo; es decir que si un suelo sigue perdiendo humedad, llegará un momento en que cualquiera que sea ésta, no se contrae por efecto del secado”.(Garcés & Irina, 1989)

Tabla 5: Tipos de suelos

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		ARENA %	LIMO %	ARCILLA %
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LR	Límite de retracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	<b>Índice de plasticidad</b>	<b>0 - 3</b>	<b>10 - 15</b>	<b>10 - 100</b>

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

### 1.1.9 Contenido orgánico en los suelos

Para Thompson (1998) “Los materiales orgánico, vivos o muertos, ejercen una profunda influencia en casi todas las facetas de la naturaleza del suelo.” (p.135)

En este caso indica el autor que los restos de plantas y animales proporcionan material orgánico para el suelo, sin embargo, cada uno de los materiales orgánicos tienen diferentes tipos de composición del humus; siendo el humus “una mezcla compleja de compuestos orgánicos, cuyo análisis químico detallado es extremadamente difícil.” (Thompson, 1998, p.135)

Los componentes orgánicos antes de conseguir el estado de humus, sufren alteraciones en el suelo, debido a diferentes microorganismos que componen sus constituyentes. Todos los suelos presentan materia orgánica, sin embargo, no todos son clasificados como suelos orgánicos. El indicador para catalogarlo como orgánico, es el porcentaje total de materia orgánica, cuya cantidad varía de acuerdo a la cantidad de arcilla, ya que necesita un mayor nivel de materia orgánica para revestir una grama de partículas más gruesas.

El autor también señala que “Una riqueza del 12% en carbono orgánico constituye el límite que separa los suelos orgánicos de los minerales que no contengan arcilla. Ese límite asciende con la riqueza en arcilla y alcanza el 18% para los suelos con más del 60% de arcilla.” (Ibídem, p. 165)

El límite para suelos con menos del 60% se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mínimo de } C \text{ orgánico en suelo orgánico} = 12\% + (\% \text{ arcilla} / 10)$$

“Un suelo se considera orgánico si su riqueza en carbono orgánico excede el 18% o el límite variable, calculado a partir de la ecuación. Esta permite inferir que el 1% de carbono orgánico (cerca del 2% de materia orgánica es capaz de influenciar las propiedades del suelo tanto como un 10% de arcilla)” (Ibídem, p. 165)

### 1.1.9.1 Cantidad de materia orgánica en el suelo

Menciona (Thompson, 1998) revela que la “cantidad de materia orgánica suele expresarse como porcentaje del peso de suelo seco a la estufa. Este porcentaje puede determinarse quemando la materia orgánica en un horno o utilizando un agente oxidante químico, como peróxido de hidrógeno (...). La mayoría contiene entre 1% a 6% de materia orgánica, lo que representa de 20.000 a 120.000 kg de materia orgánica en una hectárea gleba (2'000.000 de kg de suelo)” (p. 137)

### 1.1.9.2 Clasificación del suelo de acuerdo a la cantidad de contenido orgánico.

De acuerdo a normas generales de prescripciones técnicas para obras de carretera, el suelo se clasifica en función del total de contenido orgánico, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6: Clasificación del suelo según su contenido orgánico

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA
Seleccionado	<0.2 %
Adecuado	< 1%
Tolerable	< 2%
Marginal	>5%
Inadecuado	>5%

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

### 1.1.10 Próctor modificado

“La compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega agua al suelo durante la compactación, esta actúa como agente ablandador de las partículas del suelo, que hacen que se deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso. El peso específico seco después de la compactación se incrementa primero conforme aumenta el contenido de agua” (Das, 2001)

“Más allá de un cierto contenido de humedad, cualquier aumento en el contenido de agua tiende a reducir el peso específico seco, debido a que el agua toma los espacios que podrían haber sido ocupados por las partículas sólidas. El contenido de agua bajo el cual se

alcanza el máximo peso específico seco ( $Y_{d_{\max}}$ ) se llama contenido óptimo ( $W_{\text{ópt}}$ ) “(Das, 2001)

Para determinar el peso específico seco máximo de compactación y el contenido de agua óptimo, se aplicaron las pruebas: Próctor estándar y Próctor modificado, especificadas en las normas ASTM D-698 Y ASTM D-1557.

El autor (Founier, 2011) menciona que “La humedad óptima corresponde al contenido de humedad en el material que permite obtener el máximo peso específico, generalmente este valor de humedad está entre un 15-20% debajo del límite líquido del suelo. La compactación perfecta es cuando se ha eliminado completamente la presencia de aire y los espacios vacíos presentes están saturados”.

Con las muestras obtenidas en el río Burro, se procede analizar el contenido de humedad óptimo con la ayuda del ensayo del Próctor modificado, esto permite calcula el porcentaje exacto de agua que posteriormente se hará referencia en el ensayo CBR.

### **1.1.11 CBR (California Bearing Ratio)**

#### **1.1.11.1 Origen**

Este método fue propuesto en el año de 1992 por los ingenieros T. E. Stanton y O. J. Porter que pertenecía al Departamento de carreteras de California. “Tanto en Europa como en América el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en la construcción de carretas. Durante la segunda guerra mundial, el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlos en la construcción de aeropuertos”. (Chang Chang)

#### **1.1.11.2 Definición**

“El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1” ó 0.2” de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar. También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un

suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.” (Chang Chang)

### 1.1.11.3 Cálculo del CBR

Las lecturas tomadas, tanto de las penetraciones como de las cargas, se representan gráficamente en un sistema de coordenadas como se indica en la Figura 8.

Si la curva esfuerzo - penetración que se obtiene es semejante a la del ensayo No. 1 de la Figura 8, los valores anotados serán los que se tomen en cuenta para el cálculo de CBR. En cambio, si las curvas son semejantes a las correspondientes a los No. 2 y 3, las curvas deberán ser corregidas trazando tangentes en la forma indicada en la Figura 9. Los puntos A y B, donde dichas tangentes cortan el eje de abscisas, serán los nuevos ceros de las curvas.

Las cargas unitarias y penetraciones se determinaran a partir de estos ceros. Si analizamos la curva del ensayo No. 3 tendremos que le esfuerzo correspondiente a la penetración corregida de 0.1” será de 300 lb/pulg<sup>2</sup> en lugar de 120 lb/pulg<sup>2</sup>, que es la correspondiente a la lectura inicial sin corregir de 0.1”. (Das, 2001)

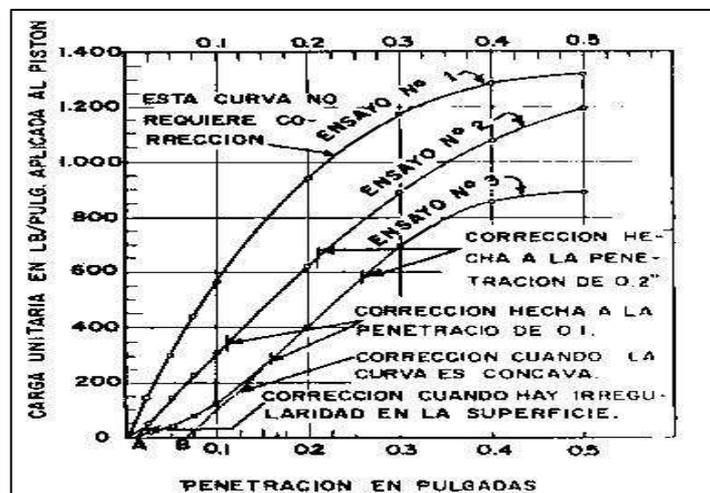


Gráfico 8: Curva de CBR

Fuente: <http://javierlaboratorio.blogspot.com/2012/01/instrucciones-para-hacer-el-ensayo-cbr.html>

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100\%$$

Los valores referenciales de CBR, usos y suelos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Clasificación de los suelos para infraestructuras de pavimentos

SISTEMA DE CLASIFICACION				
CBR	Clasificación gral.	Usos	Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Pobre a regular	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Regular	Sub – base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Buena	Base, sub base	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: (Valle Rodas, 1976)

## 1.1.2 LOS RELLENOS DE SUELO

### 1.1.2.1 Definición

Los rellenos son depósitos de materiales procedentes de aportes de tierras procedentes de otras obras. Depósito de escombros procedentes de demoliciones, vertederos industriales, basureros. Los rellenos son utilizados para diferentes trabajos de construcción, sobre todo en obras de Ingeniería Civil. Cualquier tipo de suelo puede aportar valores beneficiosos, siempre y cuando se le dé el tratamiento adecuado, el tipo de relleno, se determinan de acuerdo al tamaño de las partículas de los materiales que lo forman.

### 1.1.2.2 Uso de los rellenos

Existen múltiples usos de los rellenos, según el tipo de material que se utilice. En algunos casos se usan lastres, que son fácilmente compactables, en otros se utilizan suelos seleccionados; sin embargo, es importante conocer que no todo tipo de relleno es apto para la construcción. El uso de los rellenos tiene como prioridad el remplazo de suelos inestables, nivelación de topografías irregulares y elaboración de terrazas sobre laderas. Dependiendo del grado sísmico del lugar y de la función del mismo, el riesgo puede ser muy alto para las obras de construcción, que de alguna forma interactúan con él.

Se debe conocer que el comportamiento de un relleno no dependerá únicamente de la calidad de material que lo compone, sino también de la superficie donde este se coloque, la

presencia de suelos muy blandos subyacentes, la falta de sub-drenajes, pueden una de las causas de muchas problemas como: asentamientos, cuarteo de estructuras, licuefacciones (cambio de estado sólido a líquido), entre otros.

### **1.1.2.3 Construcción de rellenos**

Es importante comprobar que el material con el que se va a rellenar no sean suelos orgánicos de alta expansividad caracterizados por tonos oscuros y grandes agrietamientos. Si son materiales compuestos por rocas, este debe poseer una buena graduación, es decir una mezcla de grava y arena, acompañado de un poco de arcilla que sirva de ligante.

Para el diseño y construcción de un relleno adecuado se debe considerar dos aspectos importantes: tipo de material y lugar de colocación. En cuanto al tipo de material del relleno, puede estar formado por suelos, rocas o cualquier material que tenga las características necesarias y pueda compactarse apropiadamente empleando los métodos de compactación disponibles (vibradores manuales, rodillos, etc.).

De acuerdo al lugar de colocación, es importante identificar que si las condiciones del terreno no son óptimas, el ingeniero civil determina el cambio de suelo fundamentado con los resultados del estudio realizado; por lo que es necesario efectuar un relleno para lograr la estabilidad del suelo, fuente y base imprescindible para lograr una construcción exitosa.

## **1.2 IMPACTO AMBIENTAL**

### **1.2.1 Definición**

Para los autores (Gómez & Gómez, 2013, p. 155) “El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno, interpretada en términos de salud y bienestar humano o, más genéricamente, de calidad de vida de la población: por entorno se entiende la parte del medio ambiente afectada por la actividad o, o más ampliamente, que interacciona con ella. Por tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana (...)”

El impacto puede ser ocasionado a algunos de los factores ambientales, en el cual se modifican los valores normales del sistema ambiental, estas alteraciones afectan la salud

del ser humano. Este análisis ambiental se realiza por la necesidad de conocer cuál sería el riesgo de impacto que provocaría el desazolve en el cauce de los ríos Burro y Manta.

### **1.2.2 Factores ambientales**

Para determinar el impacto ambiental en un determinado proyecto, es necesario conocer las variables que son susceptibles de ser valoradas a través de diferentes instrumentos para enfrentar los problemas y las oportunidades inherentes a la situación ambiental. Menciona (C0onesa, 2003, p. 42), que estas variables son: Factores físico-químicos, factores biológicos, factores paisajísticos, factores relativos al uso del suelo, factores relativos a la estructura, equipamientos, infraestructura y servicios de núcleos habitados, factores sociales, culturales y humanos, factores económicos.”

### **1.2.3 Metodología para medir el impacto ambiental**

Para calcular el impacto ambiental, se utiliza la metodología denominada matriz de Leopold, que se fundamenta en identificación de impactos, la cual consiste “Básicamente se trata de una matriz que presenta, en las columnas, las acciones del proyecto y, en las filas, los componentes del medio y sus características. La matriz presenta una lista de 100 acciones y 90 elementos ambientales; cada acción debe ser considerada sobre cada uno de los componentes del entorno de manera a detectar su interacción, es decir los posibles impactos.” (Leopold, 1971)

Los componentes que establece Leopold, son cuatro generalmente, sin embargo, se da la apertura para determinar otras según los factores impactados. Las categorías principales o generalizadas por el autor son:

#### **Categorías físicas y químicas:**

Tierra, agua, atmósfera y proceso

#### **Condiciones biológicas:**

Flora y fauna

#### **Factores Culturales**

Uso del suelo, recreo, estética e interés humano, estatus cultural, Instalaciones y actividades.

## Relaciones ecológicas

### Otras

Por su parte se distinguen las siguientes acciones:

Modificación del régimen

Transformación del suelo y construcción

Extracción de recursos

Producción

Alteración de los terrenos

Renovación de recursos

Cambios en el tráfico

Acumulación y tratamiento de residuos

Tratamientos químicos

Accidentes

Otros.

### 1.2.4 Atributos de los impactos

En la metodología de Leopold se establecen algunos atributos de impacto, tal como se muestra a continuación, sin embargo, en este estudio se han considerado algunos, según las acciones susceptibles de impacto.

**Efecto.** Se refiere a las consecuencias que causa el impacto sobre una acción susceptible, puede ser directa-, o indirecto.

Tabla 8: Atributo Efecto

REFERENCIA	EFEECTO	VALOR
ES	Efecto secundario	1
ED	Efecto directo	4

Autor: Leopold

**Magnitud/Intensidad:** Refiere acerca de la influencia que provoca el impacto sobre una acción.

**Tabla 9: Atributo Magnitud**

REFERENCIA	MAGNITUD	VALOR
B	BAJA	1
MB	Media baja	2
MA	Media Alta	3
A	Alta	4
MAT	Muy Alta	8

Autor: Leopold

**Momento:** Es el tiempo que dura el impacto sobre una acción.

**Tabla 10: Atributo Momento**

REFERENCIA	MOMENTO	VALOR
I	Inmediato	4
CP	Corto Plazo (menos de un año)	4
MP	Mediano Plazo ( 1 a 5 años)	2
LP	Largo Plazo ( Mas de 5 años)	1

Autor: Leopold

**Recuperabilidad:** Es el tiempo que se necesita para renovar o rescatar aquella acción que fue interrumpida.

**Tabla 11: Atributo Recuperabilidad**

REFERENCIA	RECUPERABILIDAD	VALOR
I	Si la recuperación es total inmediata	1
CP	Si la recuperación es total a mediano plazo	2
MP	Si la recuperación puede ser parcial (mitigación)	4
LP	Si es irrecuperable	8

Autor: Leopold

Para determinar el grado de impacto o importancia se hace uso de la siguiente fórmula, que consiste en sumar todas aquellas categorías que fueron consideradas en la matriz de impacto ambiental.

$$\text{Grado de impacto} = E + MG + M + R$$

*E = Efecto*

*MG = Magnitud*

*M = Momento*

*R = Recuperabilidad*

Los valores del grado de importancia del Impacto varían entre 13 y 100; se los clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 12: Escala de importancia del impacto**

ESCALA	DESCRIPCIÓN
< 25	IRRELEVANTE
>= 25 Y < 50	MODERADO
>=50 Y < 75	SEVERO
> = 75	CRÍTICO

Autor: Leopold

## CAPÍTULO II

### 2. ESTUDIO DE CAMPO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Esta investigación se considera es original porque no se encuentran en los archivos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, un tema que tenga la temática: Análisis del material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro y su utilización como material de relleno en las diferentes obras civiles”, sin embargo, se hace referencia a la tesis que pertenece a los señores Jorge Andrés Palma Medranda y Yikson Antonio Mera Cedeño, autores del tema de tesis “Investigación del impacto ambiental que producen las aguas residuales de las lagunas de oxidación que son descargadas en el cauce del río Manta”, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ecuador en el año 2012. Se hizo referencia a este trabajo investigativo, debido al estudio ambiental que fue realizado en el área del río Manta, cuyos resultados servirán como referencia para analizar el impacto ambiental que ocasionará el desazolve del material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro.

Dentro de las conclusiones más relevantes se encuentran:

“Una vez realizado el estudio de impacto ambiental podemos citar que existe afectación de las descargas que generan las lagunas de oxidación, debido a que por efectos de clima hay meses en que no se cumple con los parámetros establecidos en las normas de descargas de afluentes, unidos a la falta de cultura ambiental de los moradores provoca que el cauce del río Manta se vea afectado por la contaminación.” (Palma & Mera, 2012)

“Las aguas residuales provocan a lo largo del cauce afectación a los moradores de los barrios cercanos al cauce por la presencia de los malos olores que se generan y por ser focos de proliferación de enfermedades por el empozamiento de las mismas, adicional a esto estas aguas al llegar a la desembocadura el mar con un rango mayor al establecido en los límites admisibles de descarga produce alteración a la biodiversidad marina y al turismo de la playa de Tarqui”. (Palma & Mera, 2012)

Con estos resultados, se logra conocer que el cauce del río Manta, está contaminado por lo residuos generados por la laguna de oxidación y demás residuos que vierten de sistemas de alcantarillados que no están conectado a la red principal. Con ello se puede determinar que el material de suelo sedimentado es afectado en un alto nivel por las características del agua que circulan por el cauce de este río Manta.

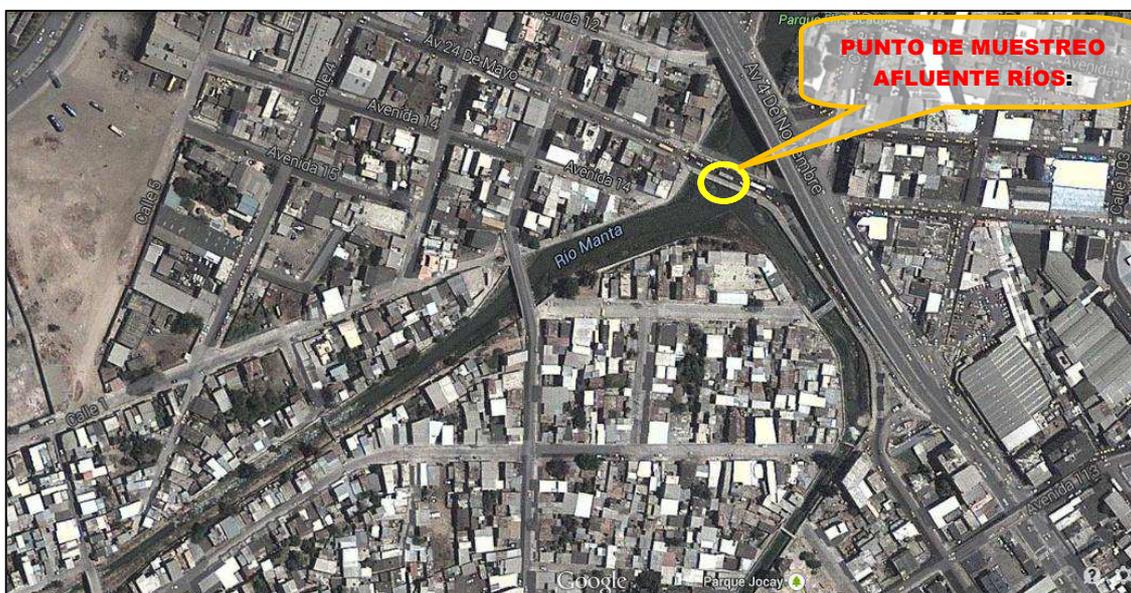
## 2.2.1 UBICACIÓN

El desarrollo del presente estudio se llevó a cabo en el cauce de Manta y Burro, de la ciudad de Manta; en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los puntos extremos del recorrido de los ríos.

**Tabla 13: Coordenadas extremas de las cuencas estudiadas**

LUGAR	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL	PUNTO
Río Manta	LN=-0.962204	LN=-0.962204	3 + 120
	LS= -80.737427	LS= -80.737427	0 + 400
Río Burro	LN= -0.953760	LN=-0.988490,	0 + 460
	LS= -80.718010	LS= -80.700812	5 + 860

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



**Gráfico 9: Punto de muestreo – Cauce ríos: Manta y Burro**  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## **2.3 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La modalidad de esta investigación es de campo, debido a que la información obtenida se recopiló a través de los instrumentos de investigación como:

Observación directa.

Análisis topográfico.

Ensayos de laboratorio.

## **2.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de este estudio se aplicaron los tipos de investigación descriptiva y explicativa.

### **2.4.1 De Campo**

La investigación de campo, fue necesaria en el proceso de observación y obtención del material sedimentado en las cuencas de los ríos: Burro y Manta; a fin de recopilar las muestras que serán analizados mediante la investigación de laboratorio.

El estudio inicio con el levantamiento topográfico para determinar las cotas de sedimento y posteriormente calcular el volumen de material. Este tipo de investigación es representativa debido a la importancia que tiene la caracterización y tipología del material investigado.

### **2.4.2 Investigación de laboratorio**

Fue necesario utilizar el tipo de investigación de laboratorio, para realizar los ensayos descritos en la investigación de campo. Para obtener resultados del material en estudio, es necesario aplicar los siguientes ensayos:

Humedad natural,

Granulometría,

Límites de Atterberg,

Contenido orgánico,  
Compactación  
CBR.

## 2.5 MATERIALES Y EQUIPOS

Se muestra a continuación en las siguientes tablas los materiales utilizados en la investigación de campo, laboratorio de estudio y levantamiento topográfico.

### 2.5.1 Levantamiento topográfico

Tabla 14: Equipos de levantamiento topográfico

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
1	Nivel	***
1	Trípode	***
2	Estadías	***
2	Cadeneros	
1	Cinta métrica (30 metros)	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

### 2.5.2 Ensayos de laboratorio

#### Humedad Natural:

Tabla 15: Equipos para ensayo de humedad natural

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
30	Taras (vasos de aluminio)	***
1	Balanza digital	***
1	Horno	***
2	Cuchara (aluminio)	***
1	Formato (datos de la muestra)	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Granulometría:

Tabla 16: Equipos para ensayo de granulometría

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
30	Taras (vasos de aluminio)	***
1	Balanza digital	***
4	Recipientes (vasijas de aluminio)	***
5	Tamices # 4, # 10, # 40 y # 200	***
1	Cocina a gas	***
1	Formatos	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Límite Líquido:

Tabla 17: Equipos para ensayo de límite líquido

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
1	Cápsula de aluminio	***
9	Taras (vasos de aluminio)	***
1	Balanza digital	***
1	Horno	***
2	Espátulas (aluminio)	***
1	Cuenta gotas	***
2	Copa de Casagrande	***
1	Ranurador	***
1	Formato (datos de la muestra)	
1	Franela	***

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Plasticidad:

Tabla 18: Equipos para ensayo de plasticidad

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
3	Taras (vasos de aluminio)	***
1	Balanza digital	***
1	Horno	***
1	Placa de vidrio de 20 x 15 cm	***
1	Formato (datos de la muestra)	***
2	Balanza manual y digital	***
10	Latas para contenido de humedad	***

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Ensayo de Calcinación para contenido orgánico (Ceniza)

Tabla 19: Equipos para ensayo de Calcinación (Ceniza)

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
1	Mufla	*
1	Estufa	*
10	Crisoles	*
1	Desecador	*
1	Balanza digital	*
2	Espátulas	*
2	Pinzas	*

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Próctor Modificado:

Tabla 20: Equipos para ensayo de Próctor modificado

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
9	Molde de compactación (collar y base)	***
1	Martillo de compactación	***
10	Latas para contenido de humedad	***
1	Espátula metálica	***
2	Balanza manual y digital	***
3	Dial	***

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## Relación de Soporte de California (CBR):

Tabla 21: Equipos para ensayo de CBR

Cantidad	EQUIPOS	OBSERVACIÓN
9	Molde de compactación (collar y base)	***
1	Disco espaciador	***
1	Martillo de compactación	***
1	Aparato de expansión con deformímetro de carátula con precisión de 0.01 mm	***
1	Pesos para sobrecarga	***
1	Máquina de compresión equipada con pistón de penetración CBR	***

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**OBSERVACIÓN:** Los elementos que tienen los tres asteriscos (\*\*\*) pertenecen al Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil de la ULEAM y los que tienen (\*) pertenecen a la Facultad de Agropecuaria.

## 2.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para ejecutar el levantamiento topográfico que referencia los puntos observados en el cauce de los ríos Burro y Manta, como también los datos relacionados a los muros de gaviones que direccionan la circulación de aguas en estos ríos, se procedió realizar el estudio in situ, iniciando desde una cota real de 9,536 ubicada en el puente de la avenida “La Cultura” en la parroquia Manta, a fin de establecer el punto referencial que permitiría empezar la respectiva nivelación del sedimento en el cauce del río Manta (ver figura 11) y de los muros de gaviones del mismo punto; cada 20 metros se detallaban los niveles o cotas observados.

Este proceso finalizó hasta llegar a la confluencia de los ríos estudiados dejando un BM en el puente de la calle 24 de mayo de la parroquia Tarqui, este levantamiento topográfico tuvo una duración de tres días. En lo concerniente al río Burro, se partió desde el BM establecido en el puente de la calle “24 Mayo” para continuar con la nivelación cada 20 metros, sin embargo, es preciso detallar que la nivelación fue interrumpida en la abscisa 3+860 por problemas de seguridad en la zona, por lo que se retomó el proceso de medición con el flexómetro desde la abscisa anterior hasta la 5+860 ubicado en el puente de la vía Interbarrial del barrio “15 de Abril”.



**Gráfico 10: Levantamiento topográfico de los ríos Manta y Burro**  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Gráfico 11: Cotas reales de referencia para el levantamiento topográfico.  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## 2.7 Cálculos del volumen de sedimento

Se observa en el gráfico 12, el diseño de construcción de los muros de gaviones tanto del río Burro y Manta, los cuales están compuestos por tres bloques de 1 h x 1 b (altura x base) metros apoyados sobre una plancha del mismo material con dimensiones de 0,50 h x 1 b, medidas referenciales para el extremo izquierdo y derecho de los muros.

El extremo izquierdo presenta en el segundo bloque un nivel cuya cota de sedimento es de 9,082 metros y el muro de gavión una cota de 9,54 metros. En el extremo derecho, en el segundo bloque presenta una cota de sedimento de 8,790 metros y el muro de gavión 9,742 metros; el punto medio del cauce es de 8,936 metros. Con estas medidas se logró calcular los volúmenes de sedimento por cada 20 metros de distancia en cada río, valores que ayudaron a determinar el total de material sedimentado en cada río.

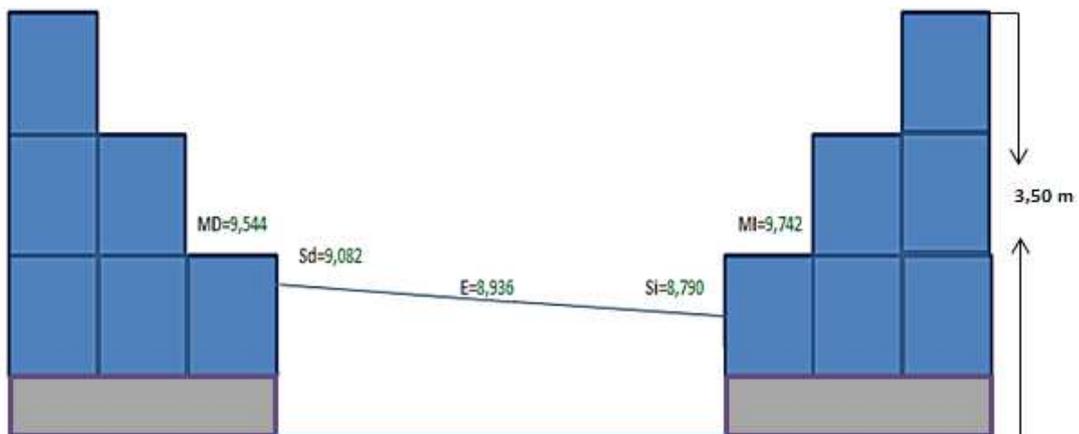


Gráfico 12: Cotas del muro gavión y material sedimentado  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

En la siguiente tabla se muestra el procedimiento aplicado para calcular el volumen de sedimento en los ríos Manta y Burro cada 20 metros. Se toma como referencia la abscisa y la cota del sedimento del extremo izquierdo, central y derecho, distancia del ancho del río, para proceder a calcular el área del material estudiado con la siguiente fórmula:

$$AT = (((Sd + Sc)/2) * ((a/2) - 2)) + (((Si + Sc)/2) * ((a/2) - 2))$$

Dónde:

**AT** = *área total*

**Sd** = *Sedimento derecho*

**Sc** = *Sedimento central*

**Si** = *Sedimento izquierdo*

**a** = *ancho de río*

Para calcular el volumen sedimentado se aplicó la fórmula:

$$V = AT * L$$

Dónde:

**V** = *volumen de sedimento*

**AT** = *área total*

**L** = *Longitud (20 m)*

Para calcular los datos, el procedimiento fue el siguiente:

$$AT = (((1,521 + 1,167)/2) * ((16,20/2) - 2)) + (((1,304 + 1,167)/2) * ((16,20/2) - 2))$$

$$AT = ((1,344) * (6,10)) + ((1,236) * (6,10))$$

$$AT = 8,198 + 7,540$$

$$AT = 15,73 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$V = AT * L$$

$$V = 15,73 * 20$$

$$V = 314,6 \text{ m}^3$$

## 2.8 TOMA DE MUESTRAS

A continuación se detallan el resultados de las perforaciones realizadas en el cauce de los ríos Burro y Manta, este análisis se efectuó in situ utilizando la investigación de Campo para, obtener la muestra del material sedimentado que fue posteriormente analizado en el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Las perforaciones en el río Manta se efectuaron en el mes de abril del presente año, con una duración de ocho horas, iniciando desde las 08h00 hasta 16h00, para la recolección de muestras se utilizó un plano abscisado (Anexo 8) que ayudaría a definir previamente el punto de perforación. El estudio inició en los muros de gaviones ubicados en el puente que cruza la vía Circunvalación que es génesis del cauce del río Manta; tomando como primer punto de perforación la abscisa 3+020 y en adelante se recorría 100 metros, hasta llegar a la confluencia de los ríos estudiados cuya abscisa fue la 0+420.



**Gráfico 13: Toma de muestras en el Río Manta**  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



**Gráfico 14: Toma de muestras en el Río Burro**  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Las muestras tuvieron un peso aproximado de 2 kilos, y fueron colocadas en fundas plásticas herméticamente cerradas, con la finalidad de conservar sus propiedades naturales, para identificarlas se colocó etiquetas que detallaban la abscisa correspondiente.

En lo referente al proceso de recolección de muestras en el río Burro, se presentaron inconvenientes debido a la acumulación de agua y desechos sólidos que impedían realizar las perforaciones, por lo que, se tomó como punto de referencia la abscisa 1+360, que está ubicada en el barrio Jocay y su punto terminal en la abscisa 5+760; se continúa con el mismo proceso descrito anteriormente en el río Manta. Esta actividad difiere con la anterior en el número de perforaciones realizadas que fueron 38 en total.



**Gráfico 15: Tramos descartado por contaminación**  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

## **2.9 PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

### **2.9.1 Ensayo de Humedad Natural**

Para determinar el contenido de humedad natural de la muestra de suelo sedimentado, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- a. La muestra de suelo sedimentado que fue obtenida en la excavación (1 kg) de los ríos Manta y Burro, se ubica en un contenedor plástico tipo funda para que no pierda la humedad.



**Gráfico 16: Toma de muestras en los ríos Burro y Manta**  
Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

- b. De la muestra conseguida de 1 kg, se distribuyen en tres taras que son pesadas individualmente.
- c. Estas muestras son llevadas al horno para secarlas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- d. Luego de 24 horas tomar nota de las 3 muestras secas, se realizan los cálculos correspondientes:

La siguiente tabla muestra los resultados de los cálculos obtenidos en la fórmula para hallar el porcentaje de humedad natural del suelo, el mismo que se obtiene del promedio de las tres muestras. El resultado se consigue de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Ww = TWsh - TWss$$

$$Ws = Wsh - T$$

Dónde:

$TWss = \text{Tara} + \text{peso del suelo seco}$

$TWsh = \text{Tara} + \text{peso del suelo húmedo}$

$Ww = \text{peso del agua}$

$Ws = \text{Peso del suelo}$

$$Ww = 76,80 - 57,40$$

$$Ww = 19,40$$

$$Ws = 57,40 - 6,40$$

$$Ws = 51,00$$

Estos resultados permitirán el porcentaje del peso del agua para conocer en qué estado de humedad natural se encuentra el suelo; cuya fórmula se detalla a continuación:

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

Dónde:

$W_w$  = peso del agua

$W_s$  = peso del suelo seco

$W\%$  = porcentaje de humedad

$$W\% = \frac{19,40}{51,00} * 100$$

$$W\% = 38,04$$

Este procedimiento se realizó tres veces con la finalidad de obtener un promedio de las tres muestras realizadas y completar los resultados que se muestran en las tablas 23 y 24 (Pág. 59) del porcentaje de humedad natural, realizado con el material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro.

## **2.9.2 Ensayo de Granulometría**

Para realizar este ensayo, fue necesario contar con el equipo necesario, que fue facilitado por el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil de la ULEAM, el procedimiento realizado fue el siguiente:

### **Procedimiento:**

- a. Con la muestra de suelo sedimentado (1kg) en estado natural obtenida en la excavación de los dos ríos estudiados, se recopiló una muestra cada 100 metros que se colocó en varias fundas plásticas.
- b. Las muestras fueron secadas con ayuda de una cocina de estufa para facilitar el tamizado.
- c. Una vez seco el material se tomó 100 gramos para realizar el ensayo de granulometría.

- d. Los 100 gr fueron lavados en el tamiz # 200 para eliminar el material fino (limo y arcilla).



**Gráfico 17: Lavado del material**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- e. Se procedió a secar el material en la cocina que fue retenido en el tamiz # 200.



**Gráfico 18: Secado del material**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- f. El material se pasa por los tamices # 4, 10, 40 y 200.



**Gráfico 19: Tamizado de material**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- h. Posteriormente se pesó el material que retuvo cada tamiz, además de la diferencia de los 100 gramos con la suma de los pesos retenidos en cada tamiz, para determinar el material que pasó por el tamiz # 200 (lo que se perdió en el lavado).

Se continúa con los cálculos de acuerdo al formato de la granulometría.

### 2.9.3 Ensayo de Límite Líquido

#### Procedimiento:

- a. La muestra obtenida se colocó en la cocina donde se esperó para que seque el material que posteriormente sería utilizado en diferentes ensayos; 100 gr se distribuyeron para el análisis granulométrico, aproximadamente 200 gr se destinó para el límite líquido y plasticidad.
- b. Se colocó 200 gr de material en el tamiz # 40 para tamizarlo por la malla.



**Gráfico 20: Tamiz # 40**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- c. El material obtenido de la tamización se colocó en la vasija de aluminio y con la ayuda de la cuenta gotas se procedió a humedecer el material, y con una espátula se procedió a mezclar hasta obtener una masa homogénea.



**Gráfico 21: Mezclando material**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- d. El material homogeneizado se ubicó en la copa de Casagrande que estuvo previamente calibrado, con la finalidad de extenderlo por toda la copa.



**Gráfico 22: Colocación de material cuchara Casagrande**  
Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)

- e. Se realizó un surco en la parte central del material con el apoyo de un ranurador (acanalador curvo) consecutivamente se realizó este procedimiento por tres ocasiones; y en la última pasada se marcó de forma profunda hasta llegar al fondo de la copa.



**Gráfico 23: Surco en Casagrande**  
Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)

- f. El material que reposa en la copa de Casagrande fue analizado según la cantidad de golpes que recibe la cuchara, hasta que el surco se cierre con el material esparcido; paulatinamente se humedeció el material hasta observar que la muestra se presente menos compacta. Para este ensayo se utilizaron de 30 a 35 golpes (primera muestra); 18 a 23 golpes (segunda muestra) y 8 a 11 golpes (tercera muestra).
- g. El material que resultó según los golpes de la cuchará se colocaron en tres vasos de aluminios para ser individualmente pesados en la balanza digital, cuyos resultados fueron anotados en el formato guía.
- h. Una vez pesadas las muestras se colocaron en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.

- i. Pasadas 24 horas las muestras son retiradas del horno y se vuelven a colocar en la balanza para determinar los valores de humedad que ha perdido la muestra según los cálculos establecidos en el formato.

A continuación se muestran se describen las fórmulas aplicadas para el cálculo del límite líquido.

$$Wms = (Wms + V) - V$$

Dónde:

**Wms** = *Peso de la muestra seca*

**V** = *vasija*

$$Wp = (Wmh + V) - (Wms + V)$$

Dónde:

**Wp** = *Peso perdido*

**Wmh** = *Peso muestra húmeda*

**Wms** = *Peso de la muestra seca*

**V** = *vasija*

$$\%H = Wp/Wms$$

Dónde:

**%H** = *porcentaje de humedad*

**Wms** = *Peso de la muestra seca*

**Wp** = *Peso perdido*

El cálculo para este estudio fue el siguiente:

$$W_{ms} = (28,50) - 7,10$$

$$W_{ms} = 21,40$$

$$W_p = (43,00) - (28,50)$$

$$W_p = 14,50$$

$$\%H = 14,50 / 21,40$$

$$\%H = 67,76$$

Estos cálculos fueron realizados de acuerdo al número de golpes aplicados con la Casagrande.

#### 2.9.4 Ensayo de Límite Plástico

##### Procedimiento:

- a. Con la muestra de material preparado de acuerdo con la prueba de LL; se procede a dar la forma de una pequeña esfera de aproximadamente 12 mm de diámetro, la cual se moldea con los dedos a fin de que pierda la humedad; con una leve presión se forma un cilindro manipulándolo sobre la palma de la mano.
- b. Los cilindros obtenidos se ruedan con los dedos unas 60 a 80 veces por minuto sobre una placa de vidrio con movimientos hacia delante y atrás, ejerciendo cierta presión para reducir su diámetro; hasta que se consiga uniformidad en toda su longitud y ligeramente mayor de 3 mm.



Gráfico 24: Muestras cilíndricas  
Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)

- c. Cuando se alcanza el diámetro deseado en el cilindro, y éste no se rompe en varias secciones simultáneamente, entonces se deduce que su humedad es superior a la del

límite plástico; para este caso se junta todo el material y se forma nuevamente una pequeña esfera, la cual se maniobra con los dedos para facilitar la pérdida de agua y lograr uniformidad en el material.

- d. Paulatinamente se repitieron los pasos del literal a hasta el c, hasta conseguir que el cilindro se rompa en varios segmentos para alcanzar el diámetro de 3 mm.
- e. Todas las muestras cilíndricas obtenidas fueron colocadas en una tara de aluminio para luego pesarla y detallar en el formato el peso del material humedad.



**Gráfico 25: Vasos de aluminio**  
**Fuente: Laboratorio de suelos (IC-ULEAM)**

- f. Posteriormente se secó la muestra en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 24 horas.
- g. Pasado el tiempo de secado se volvieron a pesar y se calcula la diferencia del peso entre los valores de la muestra húmeda con los de la muestra seca.

Los cálculos del índice plástico son los siguientes:

$$Wms = (Wms + V) - V$$

Dónde:

$Wms$  = Peso de la muestra seca

$V$  = vasija

$$Wms = (Wms + V) - V$$

$$Wms = (10,10) - 6,60$$

$$Wms = 3,50$$

$$Wp = (Wmh + V) - (Wms + V)$$

Dónde:

**Wp** = *Peso perdido*

**Wmh** = *Peso muestra húmeda*

**Wms** = *Peso de la muestra seca*

**V** = *vasija*

$$Wp = (11,40) - (10,10)$$

$$Wp = 1,30$$

$$\%H = Wp/Wms$$

Dónde

**%H** = *Porcentaje de humedad*

**Wp** = *Peso perdido*

**Wms** = *Peso de la muestra seca*

$$\%H = Wp/Wms$$

$$\%H = 1,30 / 3,50$$

$$\%H = 37,14$$

Para conocer el Índice de plasticidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$Id = LL - LP$$

Dónde:

**Id** = *Índice de plasticidad*

**LL** = *Límite líquido*

**LP** = *Límite plástico*

$$Id = 70,40 - 37,69$$

$$Id = 32,71$$

## 2.9.5 Ensayo de Contenido Orgánico (Ceniza)

### Procedimiento:

Este ensayo permite determinar el nivel de contenido orgánico en las muestras obtenidas.

- a. Se pesó una muestra de 100g de sedimento, para secarlo al aire y posteriormente pasarlo por el tamiz 2 mm (#10).
- b. Se colocó las muestras en los crisoles para secarlos en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas, para luego retirarlos y dejarlos en reposo dentro del desecador hasta que enfrié.
- c. De la muestra se tomó aproximadamente 2 gramos para calcinarlos en una mufla a  $700^{\circ}\text{C}$ , durante 2 horas.



Gráfico 26: Colocación de crisoles en la mufla  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- d. Terminado el proceso de calcinación, se retiraron las muestras utilizando una piza para colocarlos en el desecador hasta que enfríen.



Gráfico 27: Colocación de crisoles en el desecador  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- e. Las muestras frías se pesan en una balanza digital, con la finalidad de calcular la diferencia de peso entre las medidas antes y después de calcinar; con esos valores

diferenciales, se calcula la cantidad de materia orgánica que equivale al valor que se perdió de la muestra por efecto de la calcinación.



Gráfico 28: Peso de crisoles con muestra seca  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

El cálculo requirió la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{(PC + c) - Pc}{(PC + M) - Pc} * 100$$

Dónde:

$\%C$  = % de Ceniza

$PC$  = Peso del crisol

$c$  = ceniza

$M$  = Muestra

El proceso de cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\%C = \frac{(PC + c) - Pc}{(PC + M) - Pc} * 100$$

$$\%C = \frac{(62,0522) - 60,1441}{(62,1631) - 60,1441} * 100$$

$$\%C = 0,9451 * 100$$

$$\%C = 94,51\%$$

Este resultado (%) se utilizará para calcular el porcentaje de contenido orgánico que se encuentra en el material estudiado.

Para conocer el valor real de contenido orgánico, se resta el % de ceniza obtenido, tal como se muestra a continuación.

$$\%CO = 100 - \%C$$

Dónde:

$\%CO$  = Porcentaje de Contenido Orgánico

$\%C$  = Porcentaje de ceniza

**100** = Constante que representa el 100% de la muestra

$$\%CO = 100\% - 94,51\%$$

$$\%CO = 5,49\%$$

### **2.9.6 Ensayo Próctor Modificado**

Este ensayo se aplicó para obtener los porcentajes de humedad óptima en las abscisas del río Burro.

#### **Procedimiento:**

- a. Con el material obtenido en los puntos de muestreo abscisas: 1+760, 3 + 360 y 4 + 760, se utilizó 6 kg (peso nominal), el cual se expuso al aire libre para ser secado naturalmente; y pasarlo a través del tamiz # 4.
- b. Posteriormente se humedeció con agua para ser mezclado y alcanzar el contenido de humedad basado en porcentaje de peso seco; la humedad fue aproximadamente un 9 a 10 % menor que la humedad óptima estimada.
- c. Se procedió a pesar en el molde de compactación, sin incluir la base ni el collar.



**Gráfico 29: Peso del molde para compactación**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- d. Se midió las dimensiones internas del molde de compactación para determinar su volumen.
- e. Se compactó el suelo en 5 capas aplicando 56 golpes sobre cada una (para molde grande); este procedimiento se repitió, hasta que la última capa excedió en altura el nivel del molde en más de 6 mm, porque al enrasar se estaría eliminando una parte significativa del material compactado, disminuyendo la energía de compactación por unidad de volumen.



**Gráfico 30: Compactación del material**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- f. Se continua el proceso retirando cuidadosamente el collar de compactación, evitándolo girar; se tuvo la precaución de no dejar muy apretado; luego se retiró con la espátula el suelo que se encontraba adherido a los bordes por sobre el nivel del molde; finalmente se enrasó perfectamente la superficie de suelo a nivel del plano superior del molde.



**Gráfico 31: Enrasado de material**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- g. El siguiente paso fue determinar el peso del molde con el suelo compactado y enrasado.
- h. Se extrajo el suelo del molde y se tomó una muestra representativa para determinar el contenido de humedad.



**Gráfico 32: Peso del material para contenido de humedad**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- i. Seguidamente se desmenuzó el suelo compactado y se agregó un 2% de agua (en relación a los 6 kg) y se repiten los pasos desde el literal e hasta i; se realizó esta operación hasta que la muestra disminuya su peso, para determinar la cantidad de puntos que permita establecer la humedad óptima y la densidad máxima.
- j. Se obtiene los pesos secos de las muestras de humedad, y con los valores conseguidos se calcula en los formatos de ensayo el resultado de humedad óptima.

### **2.9.7 Ensayo CBR**

#### **Procedimiento:**

- a. El material obtenido en el río Burro según las abscisas: 1+760, 3+360 y 4+760; en las cuales se distribuyó en 6 kilogramos para el Próctor modificado y 15 kg para el ensayo de CBR
- b. Se preparó la muestra de material sedimentado de grano fino menor que el tamiz # 4, al contenido de humedad óptima del suelo determinado con el ensayo de Próctor Modificado.

- c. Antes de compactar el suelo en los moldes, se tomó una muestra representativa para determinar su contenido de humedad.
- d. Se pesaron los moldes sin su base ni el collar.
- e. En cada molde se ajustó el collar a la base, posteriormente se insertó el disco espaciador en el molde y se lo cubrió con un disco de papel filtro.



**Gráfico 33: Ajuste de collar**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- f. Se llenaron 9 cilindros con material de cada abscisa; de 5 capas cada una: 3 de 12 golpes por capa, 3 de 26 golpes por capa y 3 de 56 golpes por capa.



**Gráfico 34: llenado de cilindros**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- g. Posteriormente se sumergen en agua los cilindros en un lapso de 96 horas de forma que el agua tenga acceso tanto a la parte superior como a la parte inferior de la muestra y se ajustó el dial de carátula (con lecturas al 0.01 mm) en su respectivo soporte; se marcó sobre el molde los puntos donde se apoya el soporte de tal manera que pueda removerse y volver a colocarlo sobre el molde en el mismo sitio cuando se desee hacer una lectura.



**Gráfico 35: Ajuste de dial**  
**Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera**

- h. Se ajusta el cero del dial de expansión y se registra el tiempo de comienzo del ensayo. Se toman las lecturas a 24, 48, 72 y 96 horas de tiempo transcurrido.
- i. Pasado el tiempo de las 96 horas, son retirados del agua los cilindros y se deja reposar por 15 minutos para que filtre el agua retenida en los cilindros.
- j. Se retira la base, collar y disco espaciador de cada molde, y se pesa el molde con el suelo compactado para determinar el peso unitario total del suelo.
- k. Se colocó una pesa ranurada (no menos de 4.5 kg) sobre la muestra de suelo para simular la presión de sobrecarga requerida.
- l. El siguiente paso consistió en colocar la muestra en la máquina de compresión y sentar el pistón sobre la superficie de suelo haciendo que calce el pistón con la ranura de la pesa. Se fijó el cero en los deformímetros de medida de carga y de penetración (o deformación).



**Gráfico 36: Colocación del molde en la máquina de compresión**  
**Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera**

- m. Se realizó las lecturas de deformación o penetración y se tomó las respectivas lecturas del deformímetro de carga.



**Gráfico 37: Lectura de deformación**  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

- n. Se retiró el material del molde y se tomó dos muestras representativas adicionales para el contenido de humedad.

## **2.10 IMPACTO AMBIENTAL**

### **2.10.1 Descripción del proyecto**

En este estudio investigativo fue necesario analizar el impacto ambiental que provocaría el desazolve en los ríos Manta y Burro de la ciudad de Manta, para conocer las acciones susceptibles a producir impactos en estas zonas de estudio. En el proceso se analizaron aquellas acciones que causan impactos y los factores ambientales y sociales-ambientales que son impactados en este sector; en relación a la metodología se utilizó la técnica de observación para establecer de forma cualitativa los impactos encontrados y la matriz de impacto ambiental descrita por el autor (Buroz, 1994).

### **2.10.2 Caracterización ambiental**

La caracterización ambiental y estudio del impacto ambiental; implica el análisis de los componentes físicos bióticos (flora, fauna y ser humano), físicos abióticos (suelo, aire, agua); este estudio abarca solamente la caracterización física del suelo y no se realizó un análisis químico del material. El proceso inició con el recorrido de las rutas de los ríos Manta y Burro en dos ocasiones, para registrar todos los aspectos observados; que posteriormente serán evaluados.

### **2.10.3 Factores Abióticos**

**Suelo:** El área de recorrido en el río Manta fue de 3.120 metros, se observa que las características físicas están integradas en partes por arena, las cuales se localizan en varios puntos de la ruta recorrida. El relieve es plano con pequeñas ondulaciones de tierra. En relación al drenaje se observan flujos de aguas servidas que cubren el suelo, existe poca vegetación. En relación al color del material en el río Manta, los primeros tramos son de un color marrón verdoso y en los demás se aprecia un color marrón oscuro.

En lo referente al río Burro la extensión recorrida fue de 5.760 metros, se observa que el suelo está compuesto en un alto porcentaje por material arenoso color café claro, los cuales se localizan en todos los puntos de la ruta recorrida. El relieve presenta pequeñas ondulaciones. Se evidencia un pequeño caudal de aguas al final del cauce del río. Se observa en algunos sectores de los ríos estudiados, residuos sólidos de basura que recubren la vegetación existente y restos de animales en descomposición; además se observan socavaciones en las riberas de ambos ríos provocado por el flujo de agua.

**Agua:** Se aprecia un flujo mínimo de agua que circula a través del cauce del río Manta, mientras que en el Burro sólo se observa en la parte final. A simple vista se deduce un color plomo rojizo de agua, el cual varía según la frecuencia de descargas clandestinas de aguas servidas que desembocan de las casas ubicadas en los sectores cercanos a los ríos investigados.

**Aire:** En ciertas horas se percibe en el ambiente un olor fétido que se emite por los gases que salen de las aguas servidas o por encontrarse animales en proceso de descomposición.

### **2.10.4 Factores Bióticos**

**Flora:** Se aprecia poca vegetación de hierba silvestre en ambos ríos, los más comunes son plantas silvestres como: algarrobo y arbustos. En el caso del río Burro, se observa que en ciertos tramos se encuentra vegetación, producto de la contaminación por: aguas servidas, desperdicios, basura, aguas residuales y restos de animales en descomposición. En lo referente al río Manta, las riberas despliegan un poco más de exuberante vegetación debido

a la contaminación; así mismo, se ven pocos pastizales abiertos y unos cuantos matorrales ubicados a las orillas del río.

**Fauna:** Se observa específicamente en las riberas del río Manta especies de animales como:

**Roedores:** ratas y ratones.

**Reptiles y anfibios:** lagartijas, culebras.

**Aves:** Las más representativas están: los gallinazos, fragatas y garzas.

**Fauna acuática:** Aunque las condiciones actuales de ambos ríos no son las más adecuadas, se observan organismos acuáticos tales como: peces que viven allí a pesar de las condiciones ambientales como bajo niveles de oxígeno, sedimentación y residuos sólidos.

**Familias:** Actualmente en los alrededores y sectores aledaños a las riberas de los ríos, viven muchas familias, que no tienen ningún contacto con el material de ambos ríos; pese a tener fácil acceso a ellos, no utilizan ningún tipo de este material, pero sí se observa que arrojan desechos de basura sólidos o restos de animales muertos. La topografía del sector presta las condiciones para tener una frecuencia de inundación cuando llueve fuerte.

## **2.11 Análisis de impacto ambiental**

Para determinar el impacto ambiental que causaría el desazolve el material sedimentado que se encuentra en los ríos Manta y Burro, se analizó esta acción que se considera causaría un impacto ambiental y los factores ambientales y socioeconómicos que son impactados en estos sectores, a fin de evaluar y cuantificar los impactos establecidos en este estudio; como se mencionó anteriormente el instrumento que se utilizó en este proceso fueron cuadernos de notas para describir los escenarios observados.

### **2.11.1 Acción susceptible que causa impacto**

#### **2.11.1.1 Factores ambientales impactos**

Eliminación de la cobertura vegetal

Generación de nuevas fuentes de ingreso para obreros civiles

Mejor flujo del caudal

Minimización del riesgo de inundaciones en épocas de lluvia  
Emigración de la fauna.

### **2.11.1.2 Metodología de medición de impacto ambiental**

Consiste en identificar y valorar los impactos ambientales; para ello se reconocieron las variables físicas, biológicas, socioeconómicas y paisajísticas que pueden ser afectadas de forma significativa con el desazolve del material en estudio.

Para calcular el grado de impacto ambiental se utiliza el método de Leopold, cuyo proceso se describe en la fundamentación teórica de este estudio.

La fórmula para calcular el impacto ambiental es:

$$IA = Efecto (E) + Magnitud(M) + Momento(MO) + Recuperabilidad(R)$$

Los cálculos que se presentan en la tabla 48 muestran los resultados de la evaluación del grado de impacto ambiental, considerado en el cauce de los ríos Manta y Burro donde se analizaron algunos factores ambientales y tipos de riesgos.

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1 Levantamiento topográfico y cálculos de volúmenes

Tabla 22: Cálculo de volúmenes

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
0+400					0,00	0,00
0+420	1,521	1,167	1,304	16,20	15,73	314,70
0+440	1,138	1,147	1,710	36,25	41,46	829,15
0+460	1,209	1,020	1,574	25,45	25,86	517,27
0+480	1,280	1,179	1,436	25,12	26,79	535,81
0+500	1,320	1,200	1,230	25,29	26,35	526,93
0+520	1,366	1,227	1,030	25,97	26,64	532,77
0+540	1,200	1,110	1,090	28,75	27,91	558,11

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

El levantamiento topográfico que se realizó en el cauce de los ríos Manta y Burro, tuvo la finalidad de conocer las cotas de sedimento, para posteriormente, realizar los cálculos que nos permitan determinar el espesor de material sedimentado. Estos valores se trasladaron a una matriz en Excel para poder realizar sus cálculos aplicando las funciones del programa y de esta manera evitar errores; los resultados se muestran en la tabla 22 donde se observan los espesores de sedimento derecho, central e izquierdo y el ancho de río, estos datos nos servirán para determinar el área y volumen del material sedimentado.

Con los volúmenes hacemos una sumatoria total por cada río, obteniendo en el río Burro un volumen total 27468,51 m<sup>3</sup> y en el río Manta un volumen de 70503,72 m<sup>3</sup>. Estos resultados nos demuestran que existe gran cantidad de material sedimentado en ambos ríos, y serían de gran aporte en el campo de la ingeniería civil si fuera utilizado como material de relleno.

Los cálculos y resultados finales de los volúmenes totales de los ríos Manta y Burro se muestran en el anexo 4.

### 3.2 Ensayo de Humedad Natural

Tabla 23: Cálculos del porcentaje de humedad natural río Manta

MUESTRA N°			1	2	3	%
ABSCISA			3+020	3+020	3+020	
Tara N°			22	23	24	
Peso en gramos	Tara + suelo húmedo	gr.	76,80	66,30	72,80	
	Tara + suelo seco	gr.	57,40	46,20	50,20	
	Tara	gr.	6,40	6,40	6,50	
	Agua	gr.	19,40	20,10	22,60	
	Suelo seco	gr.	51,00	39,80	43,70	
Contenido de humedad		%	38,04	50,50	51,72	<b>46,75 %</b>

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 24: Cálculos del porcentaje de humedad natural río Burro

MUESTRA N°			1	2	3	%
ABSCISA			5 +760	5 +760	5 +760	
Tara N°			2	4	6	
Peso en gramos	Tara + suelo húmedo	gr.	44,90	55,50	39,20	
	Tara + suelo seco	gr.	39,80	49,10	34,60	
	Tara	gr.	6,60	7,10	6,10	
	Agua	gr.	5,10	6,40	4,60	
	Suelo seco	gr.	33,20	42,00	28,50	
Contenido de humedad		%	15,36	15,24	16,10	<b>15,58</b>

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Los resultados obtenidos (tabla 23) de humedad natural, nos muestran que en la abscisa 3+020 del río Manta nuestro suelo se encuentra saturado con un porcentaje de humedad de 46,75%. En lo que respecta al río Burro en la abscisa 5+760 (tabla 24) se detalla un porcentaje de humedad de 15,58% lo que nos indica que el suelo está relativamente húmedo.

En cuanto a los resultados completos que se detallan en el anexo 5 en el río Manta encontramos suelos semi-saturado y parcialmente saturado con una humedad promedio de 35% y en el río Burro encontramos suelos parcialmente saturados con una humedad promedio de 15,50%. Estos resultados nos ayudaran a analizar en la tabla de resumen (Anexo 7) el comportamiento de nuestro suelo con relación a la humedad tanto naturalmente como en laboratorio.

### 3.3 Ensayo de Granulometría

Tabla 25: Resultados de la granulométrica – río Manta

ABSCISA: 0 + 720 - RÍO MANTA		
TAMIZ	PESO RETENIDO	% PASA
4"	-	-
3"	-	-
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1	-	-
3/4"	-	-
1/2"	-	-
3/8"	-	-
4	0,50	99,50
8	-	-
10	2,20	97,30
16	-	-
30	-	-
40	4,10	93,20
50	-	-
100	-	-
200	25,40	67,80
P 200	67,80	
<b>TOTALES</b>	100,00	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 26: Resultados de la granulométrica – río Manta

ABSCISA: 3 + 020 - RÍO MANTA		
TAMIZ	PESO RETENIDO	% PASA
4"	-	-
3"	-	-
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1	-	-
3/4"	-	-
1/2"	-	-
3/8"	-	-
4	0,00	100
8	-	-
10	0,00	100
16	-	-
30	--	-
40	1,00	99
50	-	-
100	-	-
200	62,70	36,30
P 200	36,30	
<b>TOTALES</b>	100,00	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Con los resultados obtenidos del análisis granulométrico (tabla 25) se logró deducir que la muestra en la abscisa 0+720 del río Manta corresponde a un suelo de grano fino, con grano grueso fino del grupo de las arenas, debido a que el 99,55% paso el tamiz # 4, el 25,40% fue retenido en el tamiz # 200 y más de la mitad de la muestra pasa por el tamiz # 200.

Por otra parte los datos que se obtuvieron de las abscisas 3+020 (tabla 26) demuestran que tenemos un suelo de grano grueso perteneciente a las arenas ya que más del 50% del material paso el tamiz # 4, el 62.70% fue retenido en el tamiz # 200 y solo el 36,30% paso el tamiz # 200.

Con todas las muestras recopiladas en el Anexo 5 se puede deducir que las partículas que conforman el material sedimentado en el río Manta presentan diferente granulometría donde predomina el material fino (limo-arcilla) con cantidades no excluyentes de arena fina.

**Tabla 27: Resultados de la granulométrica – río Burro.**

<b>ABSCISA: 1 + 360 - RÍO BURRO</b>		
<b>TAMIZ</b>	<b>PESO RETENIDO</b>	<b>% PASA</b>
4"	-	-
3"	-	-
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1	-	-
3/4"	-	-
1/2"	-	-
3/8"	-	-
4	0,50	99,50
8		
10	6,20	93,30
16	-	-
30	-	-
40	26,50	66,80
50	-	-
100	-	-
200	54,90	11,90
P 200	11,90	
<b>TOTALES</b>	100,00	

**Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin**

En lo que respecta al río Burro el ensayo de granulometría arrojó datos similares a lo largo de este, debidos a que más del 50% de estas pasaron el tamiz # 4 (en este caso paso el 99,50%) y más del 50% de las muestras estudiadas fueron retenidas en tamiz # 200 (54,90%) dando como análisis granulométrico un suelo de grano grueso correspondiente a arenas intermedias y finas con poco material fino (limo-arcilla) similares al de la abscisa 1+360 (tabla 27).

Todos los ensayos de granulometría realizados al material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro se detallan en el Anexo 5 y el resumen granulométrico de los porcentajes que pasan el tamiz # 4 y # 200 se detallan en el Anexo 7.

### 3.4 Ensayo de Limite Líquido

Tabla 28: Cálculos del límite líquido – Abscisa 0 + 720

<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>12</b>
Peso muestra húmeda + vasija gr.	43,00	38,29	39,80
Peso muestra seca + vasija gr.	28,50	25,29	25,60
Peso vasija en gr.	7,10	7,00	7,20
Peso muestra seca gr.	21,40	18,29	18,40
Peso perdido gr.	14,50	13,00	14,20
% de humedad	67,76	71,07	77,17

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

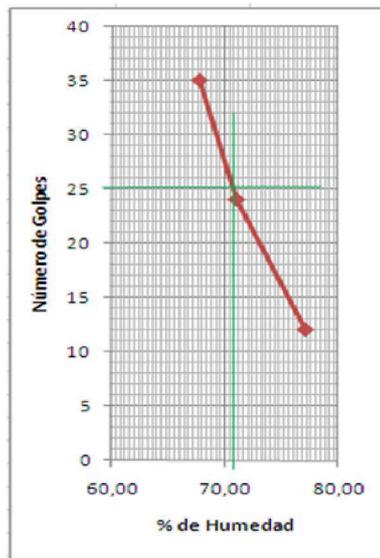


Gráfico 38: Gráfico de porcentaje de humedad  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

La tabla 28 nos muestra el porcentaje de humedad obtenido del número de golpe realizados con la cuchara casa grande, valores que nos permitirán, mediante una gráfica, interceptar los tres puntos realizados. Esta unión de puntos será interceptada por una línea que partirá desde los 25 golpes, el punto de encuentro servirá de referencia para trazar una recta y determinar cuáles el límite líquido del suelo. Como se muestra en la gráfica 38 de la abscisa 0+720 el límite líquido del suelo es de 70,40% lo que nos da a entender que nuestro suelo no puede exceder este porcentaje de humedad ya que pasaría a comportarse como un líquido. Cuando la muestra es sometida a la cuchara casa grande y cierra antes de los 25 golpes en su primera prueba se lo calificara como material no plástico NP.

Los resultados obtenidos del límite líquido de todas las muestras realizadas a los ríos Manta y Burro se muestran en el anexo 5.

### 3.5 Ensayo Límite Plástico

Tabla 29: Cálculos del Límite Plástico

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		
Peso muestra húmeda + vasija gr.	11,40	11,20
Peso muestra seca + vasija gr.	10,10	9,90
Peso vasija en gr.	6,60	6,50
Peso muestra seca gr.	3,50	3,40
Peso perdido gr.	1,30	1,30
% de humedad	37,14	38,24
<b>PROMEDIO</b>	<b>37,69</b>	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

El gráfico de plasticidad es el siguiente:

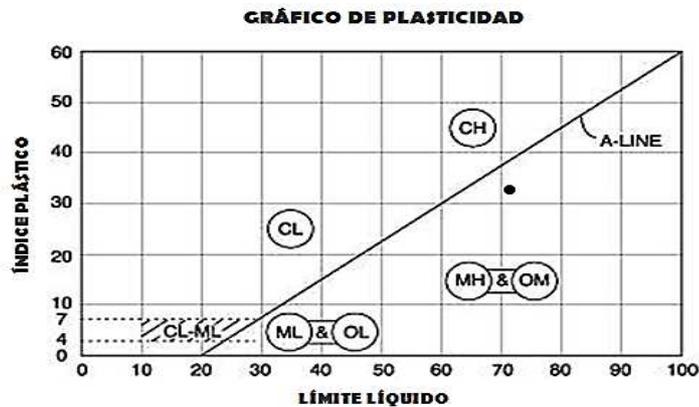


Gráfico 39: Gráfico de Carta de plasticidad  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

En la tabla 29 con los valores de porcentaje de humedad que arrojaron los cálculos se realizó un promedio que nos dio un porcentaje de 37,69%, lo cual nos indica que hasta este porcentaje de humedad nuestro material se comportara como plástico, si reduce este porcentaje se comportara como un semisólido.

Obtenido los límites líquidos y plástico se obtiene por diferencia el índice de plasticidad el cual nos da un valor de 32,71% que nos indica el rango dentro del cual nuestro suelo se comportara plásticamente

Una vez obtenidos los valores de L.L. e I.P. utilizamos estos datos para graficarlos en la carta de plasticidad (gráfico 39). Graficado el punto en la carta nos va a indicar, si es arcilla sobre la LINEA 'A' y si es limo de bajo de la LINEA 'A'. En este caso se ubico debajo de la línea y con un límite líquido mayor a 50 lo que nos indica que es un suelo MH: limo de alta plasticidad.

Para conocer con exactitud los resultados del límite plástico de todas las muestras analizadas se pueden observar en el Anexo 5 (río Manta) y la clasificación de la carta de plasticidad en el Anexo 6.

### 3.6 Ensayo de Contenido Orgánico

Tabla 30: Resultado de cálculos de contenido orgánico

	ABSCISA	N° RECIPIENTE	N° CRISOL	PESO CRISOL (gr)	PESO MUESTRA (gr)	PESO CRISOL + MUESTRA (gr)	PESO MUESTRA + CENIZA (gr)	%CENIZA	CONTENIDO ORGÁNICO
RÍO MANTA	0+620	1	8	60,1441	2,0190	62,1631	62,0522	94,51%	5,49%
	1+120	2	14	66,7255	2,0903	68,8158	68,6978	94,35%	5,65%
	2+120	3	34	65,2545	2,0653	67,3198	67,1880	93,62%	6,38%
	2+520	4	24	66,5751	2,0066	68,5817	68,4988	95,87%	4,13%
	2+920	5	29	61,3441	2,0197	63,3638	63,1282	88,33%	11,67%
RÍO BURRO	0+470	6	27	63,0848	2,1164	65,2012	65,0542	93,05%	6,95%
	0+760	7	8	58,7163	2,1595	60,8758	60,7331	93,39%	6,61%
	1+760	8	20	62,8835	2,0749	64,9584	64,9205	98,17%	1,83%
	3+360	9	31	63,3181	2,0744	65,3925	65,3518	98,04%	1,96%
	4+760	10	6	65,4113	2,0055	67,4168	67,3758	97,96%	2,04%
	5+760	11	25	64,1927	2,1722	66,3649	66,3176	97,82%	2,18%

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

El porcentaje de contenido orgánico que se detalla en la tabla 30 nos muestra que el río Manta no cumple con las normas requeridas para ser utilizado como material de relleno según UNE 103204 (tabla 6). Ya que todas las muestras analizadas sobrepasan el 2% de contenido orgánico, lo que indica que estos suelos son inadecuados para ser utilizados como relleno, debido a que un contenido orgánico alto tiende a reducir paulatinamente su volumen porque este se descompone, lo que ocasiona que el suelo compactado presente deformabilidad e inestabilidad lo que hace que tenga baja resistencia.

En lo que respecta al río Burro las muestras analizadas en los primeros tramos (abscisas 0+470 y 0+760) presentan un contenido orgánico superior al 2 % lo que hace que este material sea inadecuado para utilizarlo como relleno, sin embargo en las muestras siguiente (abscisas 1+760, 3+360, 4+760 y 5+760) el contenido orgánico que presenta el suelo son porcentajes bajos, clasificándolo según UNE 103204 (tabla 6), como tolerable para su utilización como material de relleno.

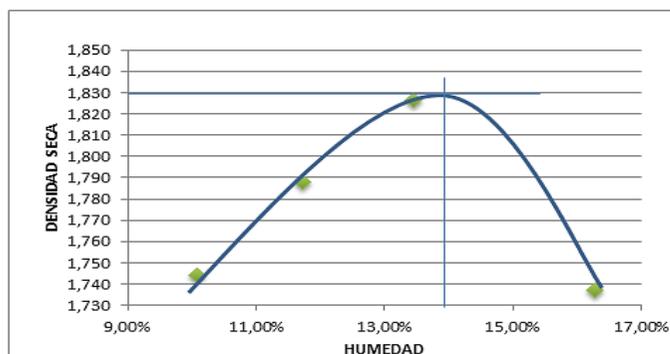
### 3.7 Ensayo de Próctor Modificado

Tabla 31: Resultados del ensayo Próctor modificado – Abscisa 1+760

DATOS PARA LA CURVA				
Muestra #	1	2	3	4
Peso del molde + suelo (gm)	10103	10265	10420	10311
Peso del molde (gm)	6096	6096	6096	6096
Peso del suelo (gm)	4007	4169	4324	4215
Cont. Promedio de agua %	9,82%	11,87%	13,45%	16,27%
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,920	1,998	2,072	2,020
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,748	1,786	1,827	1,737

CONTENIDO DE AGUA								
Muestra #	1		2		3		4	
Recipiente tara #	1	2	11	22	23	25	15	16
Peso tara + suelo húmed (gr)	49,90	49,50	46,80	47,10	50,10	50,00	57,60	57,20
Peso tara + suelo seco (gr)	46,00	45,70	42,60	42,80	44,90	44,90	50,50	50,10
Peso tara (gr)	6,30	7,00	7,00	6,80	6,60	6,60	6,90	6,40
Contenido de agua %	9,82%	9,82%	11,80%	11,94%	13,58%	13,32%	16,28%	16,25%
Contenido promedio de agua %	9,82%		11,87%		13,45%		16,27%	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



Densidad máxima	1,828 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	14,00 %

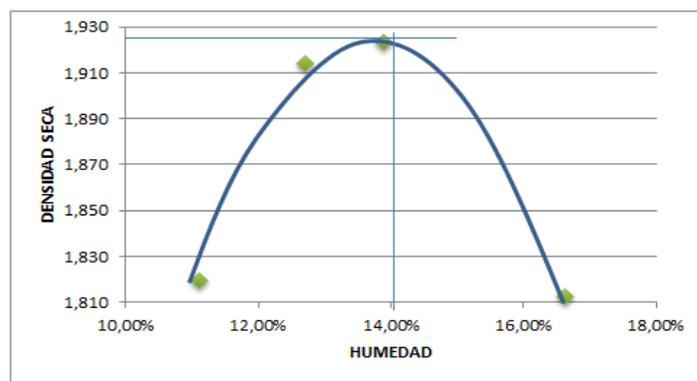
Gráfico 40: Curva de humedad óptima Abscisa 1 + 760  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

Tabla 32: Resultados del ensayo Próctor modificado Abscisa 3+360

DATOS PARA LA CURVA					
Muestra #		1	2	3	4
Peso del molde + suelo (gm)		10315	10597	10668	10507
Peso del molde (gm)		6096	6096	6096	6096
Peso del suelo (gm)		4219	4501	4572	4411
Cont. Promedio de agua %		11,11%	12,71%	13,90%	16,62%
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )		2,022	2,157	2,191	2,114
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1,820	1,914	1,924	1,812

CONTENIDO DE AGUA								
Muestra #	1		2		3		4	
Recipiente tara #	1	2	11	22	23	25	15	16
Peso tara + suelo húmed (gr)	45,90	44,90	44,30	44,60	46,50	46,20	53,70	52,20
Peso tara + suelo seco (gr)	42,00	41,10	40,10	40,30	41,60	41,40	47,00	45,70
Peso tara (gr)	7,00	6,80	6,60	6,90	6,60	6,60	6,90	6,40
Contenido de agua %	11,14%	11,08%	12,54%	12,87%	14,00%	13,79%	16,71%	16,54%
Contenido promedio de agua %	11,11%		12,71%		13,90%		16,62%	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



Densidad máxima	1,928 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	14,10 %

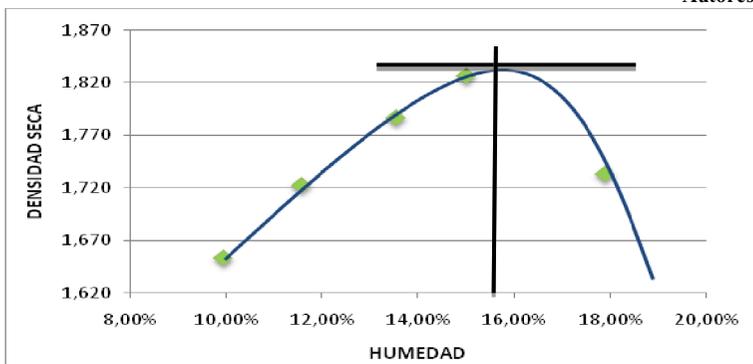
Gráfico 41: Curva de humedad óptima – Abscisa 3 + 360  
Elaborado por: Raúl Mero – Edwin Vera

Tabla 33: Resultados del ensayo Próctor modificado – Abscisa 4 + 760

DATOS PARA LA CURVA					
Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo (gm)	9890	10106	10330	10480	10360
Peso del molde (gm)	6096	6096	6096	6096	6096
Peso del suelo (gm)	3794	4010	4234	4384	4264
Cont. Promedio de agua %	9,93%	11,54%	13,53%	14,98%	17,88%
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,818	1,922	2,029	2,101	2,043
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,654	1,723	1,787	1,827	1,733

CONTENIDO DE AGUA										
Muestra #	1		2		3		4		5	
Recipiente tara #	1	2	11	22	23	25	15	16	17	18
Peso tara + suelo húmed (gr)	45,20	44,70	46,20	44,90	45,40	45,00	49,40	50,60	44,90	44,90
Peso tara + suelo seco (gr)	41,80	41,20	42,10	41,00	40,80	40,40	43,90	44,80	39,10	39,10
Peso tara (gr)	6,90	6,60	7,00	6,80	6,60	6,60	6,90	6,40	6,30	7,00
Contenido de agua %	9,74%	10,12%	11,68%	11,40%	13,45%	13,61%	14,86%	15,10%	17,68%	18,07%
Contenido promedio de agua %	9,93%		11,54%		13,53%		14,98%		17,88%	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



Densidad máxima	1,83 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	15,60 %

Gráfico 42: Curva de humedad óptima - Abscisa 4 + 760

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Cuando realizamos el ensayo de Próctor llenamos las tablas de cálculos (tabla 31, 32 y 33), la cual nos va a dar los datos de la densidad seca con su respectivo contenido de agua. Cada punto será graficado para unirlos y obtener una curva. Dibujamos una línea en la altura máxima de la curva, la cual nos va a dar la densidad máxima de nuestro material, después trazamos una perpendicular a la primera línea que nos va a marcar la humedad óptima.

Los datos que se obtuvieron de las gráficas 40, 41 y 42 , de los tres puntos que se realizaron en el río Burro, nos indican que en las abscisas 1+760, 3+360 y 4+760 dieron como resultado densidades máximas de 1,828 gr/cm<sup>3</sup>, 1,928 gr/cm<sup>3</sup> y 1,83 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Lo que revela que el material esta sobre los rangos requeridos, como lo indica la Especificación del MOP sub-sección 817-2.02 (prescrito en la Norma AASTHTO T-180), que no se permiten suelos para rellenos con densidades máximas menores a 1400 Kg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a los valores de humedad óptima que obtuvimos de las gráficas anteriormente mencionadas, dieron datos parecidos, en el caso de la abscisa 1+760 y 3+360 que presentaron porcentaje de 14% y 14,10% respectivamente, a diferencia de la abscisa 4+760 que dio un porcentaje de 15.60 %.

Con los valores detallados anteriormente de humedad óptima concluimos que los materiales analizados van a alcanzar su densidad máxima si humedecemos el suelo estudiado y lo compactamos con el porcentaje de humedad que se obtuvo en los ensayos.

### 3.8 Ensayo de CBR

Tabla 34: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 1 + 760

MOLDE No		A1				A2				A3			
NUMERO DE CAPAS		5				5				5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPAS		56				26				12			
		ANTES DEL REMOJO		DESPUES DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO		DESPUES DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO		DESPUES DEL REMOJO	
PESO MUESTRA HUMEDA MOLDE	Gr.	12.380		12.495		11.256		11.440		11.994		12.290	
PESO DEL MOLDE	Gr.	7.970		7.970		7.168		7.168		8.135		8135	
PESO MUESTRA HUMEDA	Gr.	4410		4525		4088		4272		3859		4155	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2.123,1		2.123,1		2.207,7		2.207,7		2.179,3		2.179,3	
DENSIDAD HUMEDA	Gr/cm3	2,077		2,131		1,852		1,935		1,771		1,907	
DENSIDAD SECA	Gr/cm3	1,820		1,826		1,625		1,636		1,555		1,574	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>													
TARRO No	Gr.	3	11	6	11	24	27	20	21	30	49	22	23
PESO MUESTRA HUMEDA TARRO	Gr.	68,00	63,30	47,30	40,10	69,60	70,90	49,70	59,60	66,00	68,20	55,80	53,30
PESO MUESTRA SECA TARRO	Gr.	60,40	56,30	41,30	35,40	62,10	62,90	43,20	51,30	58,80	60,70	47,30	45,20
PESO TARRO	Gr.	6,80	6,40	6,50	6,30	7,00	6,90	6,60	7,00	6,60	6,90	7,00	6,90
PESO MUESTRA SECA	Gr.	53,60	49,90	34,80	29,10	55,10	56,00	36,60	44,30	52,20	53,80	40,30	38,30
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14,18%	14,03%	17,24%	16,15%	13,61%	14,29%	17,76%	18,74%	13,79%	13,94%	21,09%	21,15%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14,10%		16,70%		13,95%		18,25%		13,87%		21,12%	
PESO AGUA ABSORBIDA	Gr.	115				184				296			

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 35: Esponjamiento – Abscisa 1 + 760

DIA Y HORA	(HORA)	TIEMPO TRANSCURRIDO (DIAS)	MOLDE No 1				MOLDE No 1				MOLDE No 1			
			LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO	
					(mm)	(%)			(mm)	(%)			(mm)	(%)
08/09/14	16:30	0	0	117	0	0	0	117	0	0	0	117	0	0
09/09/14	16:30	1	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%
10/09/14	16:30	2	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	1		0,254	0,217%
11/09/14	16:30	3	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	1		0,254	0,217%
12/09/14	16:30	4	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	1		0,254	0,217%

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 36: Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 1 + 760

PENETRACIÓN		DEFORMA-CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					DEFORMA-CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					DEFORMA-CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					
Pulg.	mm.		CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR			CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR			CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	CBR (%)	C.B.R. CORR	
						kg/cm2	%					kg/cm2	%						kg/cm2	%
0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0,025	0,635	40	65,82	3,39			15	24,68	1,27			10	16,46	0,85						
0,050	1,270	90	148,10	7,63			35	57,59	2,97			20	32,91	1,70						
0,075	1,905	135	222,15	11,45			60	98,73	5,09			28	46,08	2,38						
0,100	2,540	185	304,45	15,69	70,00	22,419	22,42	80	131,66	6,79	70,00	9,69	9,69	41	67,47	3,48	70,00	4,97	4,97	4,97
0,150	3,810	270	444,31	22,90			135	222,16	11,45			60	98,74	5,09						
0,200	5,080	342	562,86	29,01	105,00	27,63	27,63	185	304,47	15,69	105,00	14,95	14,95	72	118,50	6,11	105,00	5,82	5,82	5,82
0,250	6,350	405	666,55	34,36				230	378,53	19,51				86	141,54	7,30				
0,300	7,620	460	757,11	39,03	133,00			270	444,39	22,91	133,00			98	161,30	8,31	133,00	6,25		
0,400	10,160	550	905,30	46,66	162,00			340	559,64	28,85	162,00			125	205,75	10,61	162,00	6,55		

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

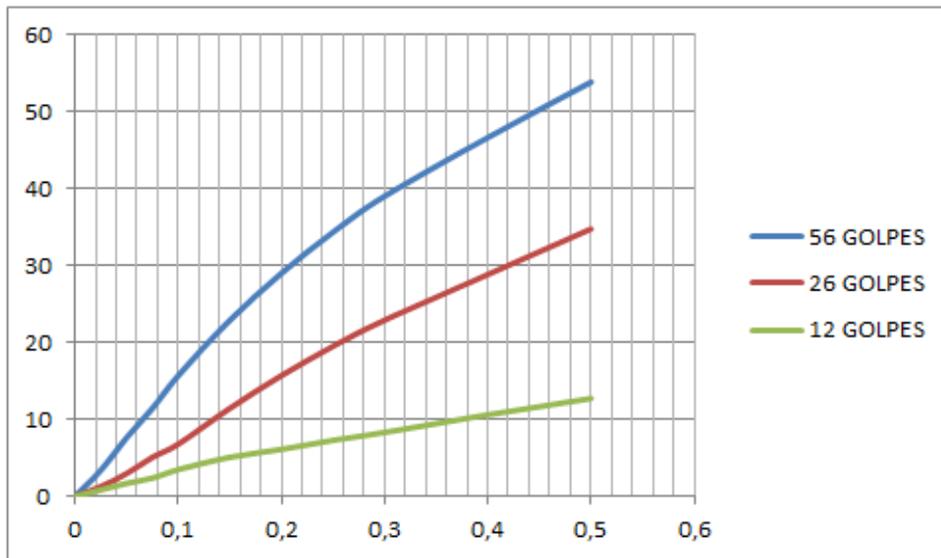


Gráfico 43: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 1 + 760  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 37: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 1 + 760

Densidad máxima	1,830 (gr/cm <sup>3</sup> )
Den. Máx. 95%	1,739 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	14,00 %

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

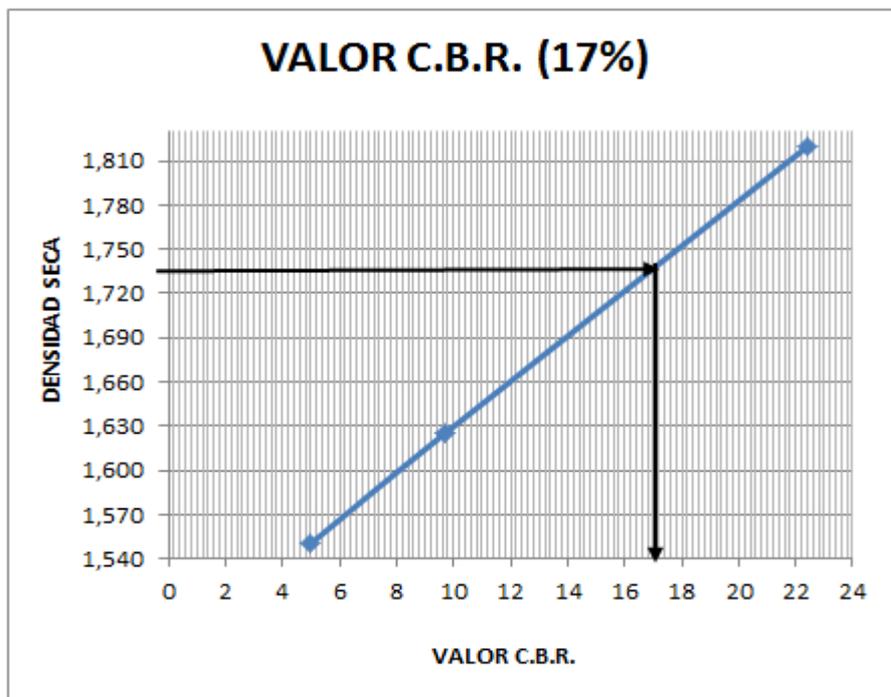


Gráfico 44: Resultado final CBR – Abscisa 1 + 760  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 38: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 3 + 360

MOLDE No		B1		B2		B3							
NUMERO DE CAPAS		5		5		5							
NUMERO DE GOLPES POR CAPAS		56		26		12							
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO						
PESO MUESTRA HUMEDA MOLDE	Gr.	12.130	12.201	11.242	11.373	11.544	11.783						
PESO DEL MOLDE	Gr.	7.485	7.485	6.995	6.995	7.640	7640						
PESO MUESTRA HUMEDA	Gr.	4645	4716	4247	4378	3904	4143						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2.123,1	2.123,1	2.123,1	2.123,1	2.123,1	2.123,1						
DENSIDAD HUMEDA	Gr/cm <sup>3</sup>	2,188	2,221	2,000	2,062	1,839	1,951						
DENSIDAD SECA	Gr/cm <sup>3</sup>	1,918	1,918	1,755	1,778	1,615	1,617						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>													
TARRO No	Gr.	3	11	6	11	24	27	20	21	30	49	22	23
PESO MUESTRA HUMEDA TARRO	Gr.	54,00	52,40	44,00	49,60	52,00	45,60	65,70	58,80	52,80	52,40	52,40	58,30
PESO MUESTRA SECA TARRO	Gr.	48,20	46,70	39,00	43,60	46,40	40,80	57,60	51,60	47,10	46,90	44,50	49,50
PESO TARRO	Gr.	6,40	6,60	6,80	6,40	6,70	6,30	6,60	6,90	6,50	6,90	6,50	6,80
PESO MUESTRA SECA	Gr.	41,80	40,10	32,20	37,20	39,70	34,50	51,00	44,70	40,60	40,00	38,00	42,70
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13,88%	14,21%	15,53%	16,13%	14,11%	13,91%	15,88%	16,11%	14,04%	13,75%	20,79%	20,61%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14,05%		15,83%		14,01%		15,99%		13,89%		20,70%	
PESO AGUA ABSORBIDA	Gr.	71		131		239							

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 39: Esponjamiento – Abscisa 3 + 360

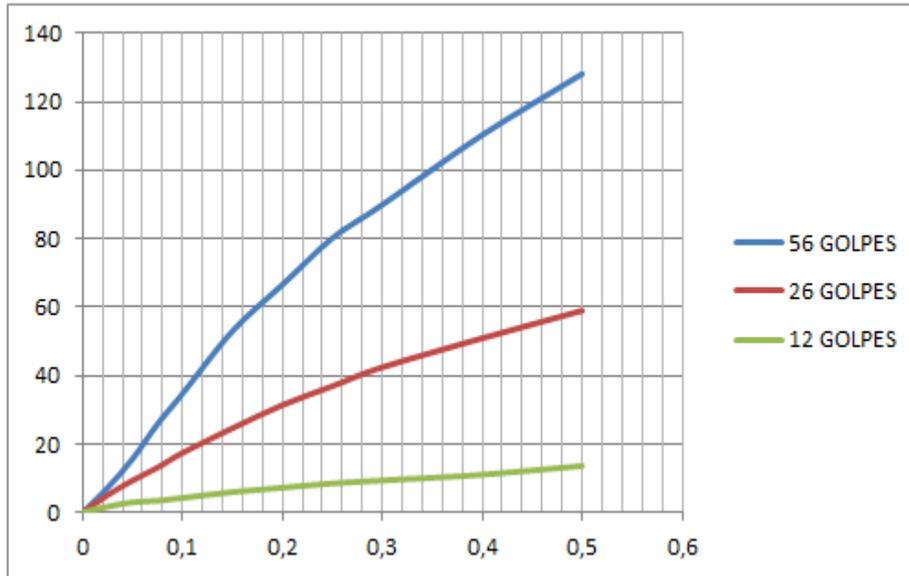
DIA Y HORA	(HORA)	TIEMPO TRANSCURRIDO (DIAS)	MOLDE No 1				MOLDE No 1				MOLDE No 1			
			LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO	
					(mm)	(%)			(mm)	(%)			(mm)	(%)
05/08/14	16:30	0	0	117	0	0	0	117	0	0	0	117	0	0
06/08/14	16:30	1	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%
07/08/14	16:30	2	1		0,254	0,217%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%
08/08/14	16:30	3	1		0,254	0,217%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%
09/08/14	16:30	4	1		0,254	0,217%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 40: Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 3 + 360

PENETRACIÓN		DEFORMACIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					DEFORMACIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					DEFORMACIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1				
Pulg.	mm.		CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR			CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR			CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR	
					kg/cm2	%				kg/cm2	%				kg/cm2	%			
0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,025	0,635	85	139,87	7,21			60	98,73	5,09			20	32,91	1,70					
0,050	1,270	185	304,42	15,69			110	181,01	9,33			35	57,59	2,97					
0,075	1,905	305	501,89	25,87			155	255,06	13,15			40	65,82	3,39					
0,100	2,540	410	674,74	34,78	70,00	49,69	205	337,37	17,39	70,00	24,84	24,84	50	82,29	4,24	70,00	6,06	6,06	
0,150	3,810	625	1028,50	53,02			290	477,22	24,60			70	115,19	5,94					
0,200	5,080	785	1291,95	66,60	105,00	63,42	370	608,95	31,39	105,00	29,89	29,89	85	139,89	7,21	105,00	6,87	6,87	
0,250	6,350	945	1555,28	80,17			435	715,92	36,90			100	164,58	8,48					
0,300	7,620	1060	1744,65	89,93	133,00		500	822,95	42,42	133,00			110	181,05	9,33	133,00			
0,400	10,160	1300	2139,80	110,30	162,00		600	987,60	50,91	162,00			130	213,98	11,03	162,00			
0,500	12,700	1510	2485,46	128,12	183,00		695	1143,97	58,97	183,00			160	263,36	13,58	183,00			

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

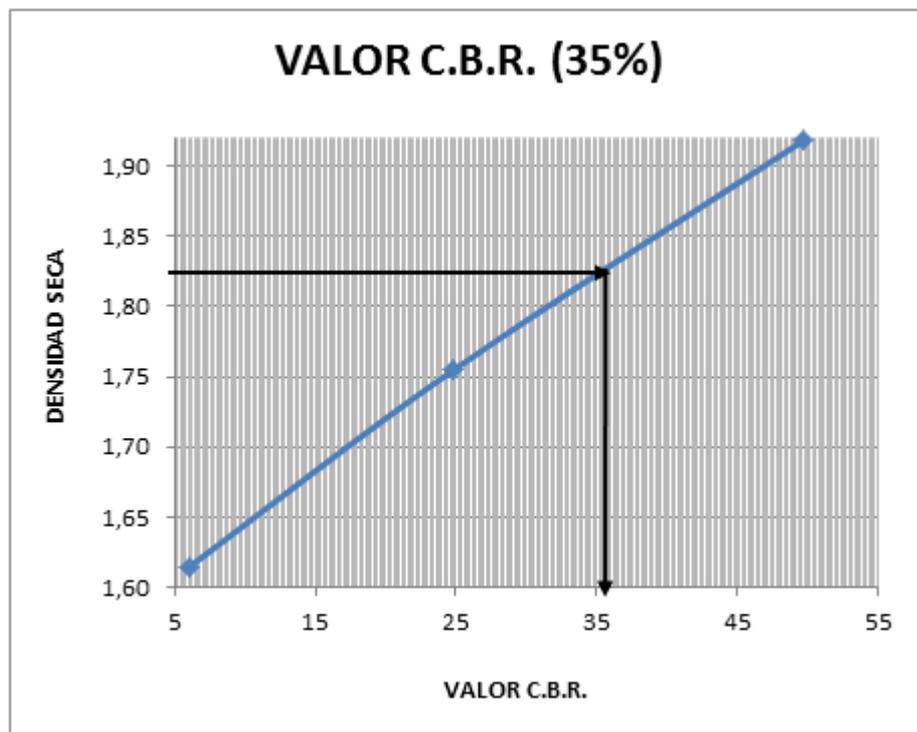


**Gráfico 45: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 3 + 360**  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**Tabla 41: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 3 + 360**

Densidad máxima	1,928 (gr/cm <sup>3</sup> )
Den. Máx. 95%	1,832 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	14,10 %

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin



**Gráfico 46: Resultado final CBR – Abscisa 3 + 360**  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 42: Resultados del ensayo CBR – Abscisa 4 + 760

MOLDE No		C1				C2				C3			
NUMERO DE CAPAS		5				5				5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPAS		56				26				12			
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO										
PESO MUESTRA HUMEDA MOLDE	Gr.	12.474	12.548	12.230	12.410	11.873	12.120						
PESO DEL MOLDE	Gr.	8.060	8.060	8.185	8.185	7.952	7952						
PESO MUESTRA HUMEDA	Gr.	4414	4488	4045	4225	3921	4168						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2.123,1	2.123,1	2.179,3	2.179,3	2.179,3	2.179,3						
DENSIDAD HUMEDA	Gr/cm <sup>3</sup>	2,079	2,114	1,856	1,939	1,799	1,913						
DENSIDAD SECA	Gr/cm <sup>3</sup>	1,800	1,768	1,611	1,604	1,560	1,554						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>													
TARRO No	Gr.	3	11	6	11	24	27	20	21	30	49	22	23
PESO MUESTRA HUMEDA TARRO	Gr.	51,90	52,10	58,30	62,60	61,70	59,60	60,80	55,80	50,90	51,80	49,80	60,10
PESO MUESTRA SECA TARRO	Gr.	45,90	46,00	49,60	53,70	54,40	52,70	52,10	46,80	45,00	45,80	41,30	50,20
PESO TARRO	Gr.	7,00	6,80	6,60	6,50	6,70	6,90	6,80	6,90	6,90	6,40	5,10	6,40
PESO MUESTRA SECA	Gr.	38,90	39,20	43,00	47,20	47,70	45,80	45,30	39,90	38,10	39,40	36,20	43,80
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15,42%	15,56%	20,23%	18,86%	15,30%	15,07%	19,21%	22,56%	15,49%	15,23%	23,48%	22,60%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15,49%		19,54%		15,18%		20,88%		15,36%		23,04%	
PESO AGUA ABSORBIDA	Gr.	74				180				247			

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 43: Eponjamiento – Abscisa 4+460

DIA Y HORA	(HORA)	TIEMPO TRANSCURRIDO (DIAS)	MOLDE No 1				MOLDE No 1				MOLDE No 1			
			LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO		LECTURA DIAL pulg(10 <sup>-2</sup> )	ALTURA MUESTRA (mm)	ESPONJAMIENTO	
					(mm)	(%)			(mm)	(%)			(mm)	(%)
05/08/14	16:30	0	0	117	0	0	0	117	0	0	0	117	0	0
06/08/14	16:30	1	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%	1		0,254	0,217%
07/08/14	16:30	2	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%
08/08/14	16:30	3	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%
09/08/14	16:30	4	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%	2		0,508	0,434%

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 44: Datos del ensayo de Penetración del CBR – Abscisa 4 + 760

PENETRACIÓN		DEFORMA- CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1						DEFORMA- CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1						DEFORMA- CIÓN DIAL (0.001)	MOLDE No 1					
Pulg.	mm.		CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR		CARGA (Kg)		PRESION (Kg/cm2)	PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR		CARGA (Kg)	PRESION (Kg/cm2)		PRESION ESTÁNDAR	C.B.R. CORR				
					kg/cm2	%				kg/cm2	%				kg/cm2	%				kg/cm2	%	
0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,025	0,635	60	98,73	5,09			30	49,37	2,545			20	32,91	1,696								
0,050	1,270	120	197,46	10,18			64	105,3	5,429			40	65,82	3,393								
0,075	1,905	180	296,20	15,27			90	148,1	7,634			60	98,73	5,089								
0,100	2,540	240	394,97	20,36	70,00	29,08	115	189,3	9,755	70,00	13,94	13,94	85	139,9	7,211	70,00	10,30	10,30				
0,150	3,810	370	608,87	31,39			160	263,3	13,572			120	197,5	10,179								
0,200	5,080	470	773,53	39,87	105,00	37,97	200	329,2	16,967	105,00	16,16	16,16	150	246,9	12,725	105,00	12,12	12,12				
0,250	6,350	540	888,73	45,81			240	395	20,360			185	304,5	15,694								
0,300	7,620	600	987,54	50,90	133,00		270	444,4	22,907	133,00			210	345,6	17,816	133,00						
0,400	10,160	700	1152,20	59,39	162,00		320	526,7	27,151	162,00			250	411,5	21,211	162,00						
0,500	12,700	800	1316,80	67,88	183,00		360	592,6	30,544	183,00			270	444,4	22,908	183,00						

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

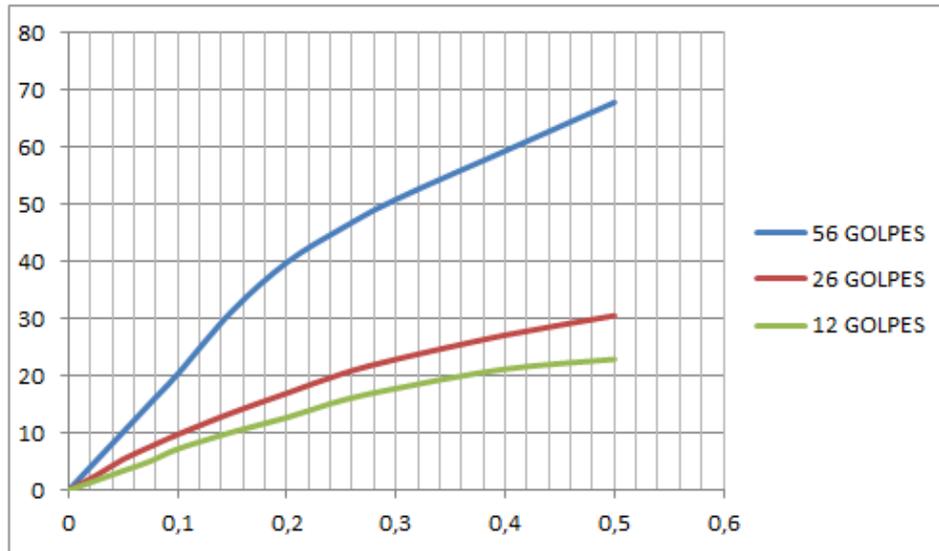


Gráfico 47: Curva de esfuerzo – deformación – Abscisa 4 + 760  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Tabla 45: Valores referencial curva de porcentaje CBR – Abscisa 4 + 760

Densidad máxima	1,853 (gr/cm <sup>3</sup> )
Den. Máx. 95%	1,760 (gr/cm <sup>3</sup> )
Humedad óptima	14,00 %

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

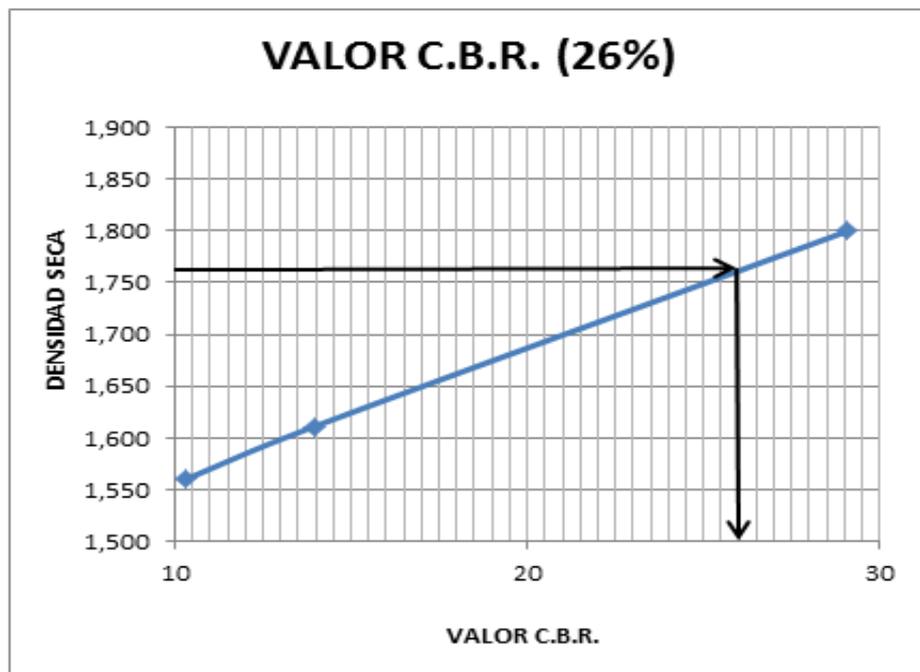


Gráfico 48: Resultado final CBR – Abscisa 4 + 760  
 Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Las tablas de esponjamientos (tabla 35, 39 y 43) detallan la altura que consiguió el espécimen (esponjamiento en mm), y el porcentaje con relación a la altura de la muestra (esponjamiento en %) que alcanzo el material cuando fueron compactadas y sumergidas en la piscina con agua durante 96 horas.

Con los datos que se obtuvieron del ensayo de penetración CBR (presión en  $\text{kg/cm}^2$ ) como nos muestra las tablas 36, 40 y 44, procedemos a graficar las curvas de esfuerzo-deformación (gráficos 43, 45 y 47), las mismas que nos indica la tensión de penetración a velocidad constante a la que se somete al molde con suelo compactado.

Calculamos dos valores CBR, a 0,1" y 0,2" de penetración. En los tres ensayos realizados podemos observar que el valor de 0,1" no es mayor en ninguno de los casos al valor de 0,2" por lo que no fue necesario repetir el ensayo, como nos indica la norma ASTM D 1883-07.

Para determinar los porcentajes finales de CBR (gráfica 44, 46 y 48), utilizamos los valores de densidad seca antes del remojo (tabla 34, 38 y 42) y los valores de porcentajes de CBR (tabla 36, 40 y 44) los mismo que serán graficados para obtener una curva, luego trazamos una línea que tendrá como punto de partida la densidad máxima multiplicada por el 95% y como punto final la curva realizada anteriormente, esta intersección será proyectada para determinar nuestro porcentaje de CBR.

Los resultados de los ensayos realizados a las abscisas 1+760,3+360, y 4+760 fueron de 17%, 35% y 26% de resistencia respectivamente, lo que nos indica según la (tabla 7 Clasificación de los suelos para infraestructuras de pavimentos) que el material analizado es bueno para usarlo como sub-rasante.

### 3.9 CÁLCULO DEL GRADO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 46: Resumen final de impacto ambiental - río Burro y río Manta

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	FACTORES AMBIENTALES		EFECTO		MAGNITUD					MOMENTO				RECUPERABILIDAD				GRADO DE IMPACTO					
			ES	ED	B	MB	MA	A	MAT	I	CP	MP	LP	I	CP	MP	LP						
FACTORES ABIÓTICOS	Suelo		1		1										2				2				6
FACTORES BIÓTICOS	Flora	Eliminación de cobertura vegetal (herbáceas)		4	1							4							2				11
	Fauna	Emigración de aves		4		2					4					1							11
		Peces		4		2					4							4					14
		animales roedores		4		2					4						4						14
FACTORES SOCIO-CULTURALES	Ruido			4	1						4					1							10
	Polvo			4	1						4					1							10
	Interrupción vehicular			4	1						4					1							10
	Interrupción Peatonal			4	1						4					1							10

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**Tabla 47 Indicadores de efectos – Impacto ambiental**

<b>REFERENCIA</b>	<b>EFECTO</b>	<b>VALOR</b>
ES	Efecto secundario	1
ED	Efecto directo	4

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**Tabla 48: Indicadores de magnitud – Impacto ambiental**

<b>REFERENCIA</b>	<b>MAGNITUD</b>	<b>VALOR</b>
B	BAJA	1
MB	Media baja	2
MA	Media Alta	3
A	Alta	4
MAT	Muy Alta	8

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**Tabla 49: Indicadores de momento – Impacto ambiental**

<b>REFERENCIA</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>VALOR</b>
I	Inmediato	4
CP	Corto Plazo (menos de un año)	4
MP	Mediano Plazo ( 1 a 5 años)	2
LP	Largo Plazo ( Mas de 5 años)	1

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

**Tabla 50: Indicadores de Recuperabilidad – Impacto ambiental**

<b>REFERENCIA</b>	<b>RECUPERABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
I	Si la recuperación es total inmediata	1
CP	Si la recuperación es total a mediano plazo	2
MP	Si la recuperación puede ser parcial (mitigación)	4
LP	Si es irrecuperable	8

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

De acuerdo a la matriz del grado de impacto ambiental, se observa que todos resultados obtenidos con la fórmula de Leopold tienen valores inferiores a 25, lo que indica que el desazolve que se realice en los ríos Manta y Burro no tendrá ningún efecto negativo en el ambiente; sin embargo, se lograría beneficiar a la población, ya que ésta actividad genera de fuentes de ingreso y ayuda a mejorar la belleza paisajística de los sectores.

Además, se corrobora con la limpieza del cauce de ambos ríos, ya que en algunos puntos de ambos ríos existen grandes cantidades de desechos sólidos que obstruyen el paso para que circule fácilmente el agua; puesto que en épocas de invierno este factor ha incidido en inundaciones.

### **3.10 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

De acuerdo a la hipótesis planteada en este estudio: “Si el material sedimentado que se encuentra en el cauce de los ríos Manta y Burro cumple las exigencias técnicas como material de relleno aportaría de manera eficiente y sustentable para las obras civiles”.

#### **SE COMPRUEBA**

Que es positiva en el río Burro, por cuanto el porcentaje de contenido orgánico del material ubicado en las abscisas 1+760, 3+360 4+760 y 5+760 no sobrepasaron el 2%, de acuerdo a la clasificación del suelo detallada en la tabla 6, deduciendo que el material sedimentado es tolerable para rellenos. En lo que respecta al río Manta, el total de contenido orgánico sobrepasa el 2%, que es considerado como marginal o inadecuado.

De igual manera con los resultados del ensayo Próctor Modificado, se lo logra comprobar que el material sedimentado en el río Burro, se considera idóneo para ser utilizado como relleno ya que las densidades máximas están por encima de las densidades máximas mínimas requeridas.

Por otra parte con los resultados del ensayo CBR se comprueba que el suelo estudiado es bueno para ser utilizado como mejoramiento de sub-rasante por lo que se deduce que la hipótesis planteada es positiva.

Los resultados de comparación para el ensayo de contenido orgánico se observan en la tabla 6, de Próctor en la Especificación del MOP sub-sección 817-2.02 (Relleno y terraplenes) y del CBR en la tabla 7.

### **3.11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.11.1 CONCLUSIONES**

- Los resultados del estudio topográfico revelan que el material sedimentado en el cauce del río Burro alcanza un volumen total de 27468,51m<sup>3</sup>, en el caso del río Manta el volumen es de 70503,72m<sup>3</sup>, lo que indica que existe grande cantidad de material para ser utilizado en trabajos de obras civiles.
- Mediante los ensayos de laboratorio según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el material sedimentado en el cauce del río Manta se presentan suelos como: arena limosa, mezcla de arena con limo, mezcla de arena y arcilla, limo arenoso, mezcla de limo y arena. En cuanto al río Burro se presentan suelo como: arena limosa mal graduada y arena limosa.
- Con el ensayo de calcinación se logró determinar que el material sedimentado en el río Burro en las abscisas 1+760, 3+360, 4+760 y 5+760, presenta un contenido orgánico que no superó el 2%, que indica que es útil para proyectos de ingeniería civil; no así en las abscisas 0+460 y 0+760 que sobrepasaron este porcentaje; esto no sucede con el río Manta, ya que el contenido orgánico en todas las muestras realizadas superan el 2%.
- Los resultados del CBR indican que el material sedimentado en el cauce del río Burro, en las abscisas: 1+760, 3+360 y 4+760 presentaron porcentajes favorables de 17%, 35% y 26% respectivamente, por lo que se considera que este material tendrá una buena resistencia y revelará un buen comportamiento a las cargas que actúen sobre este.
- El material sedimentado fue analizado en este estudio a través de la matriz de impacto ambiental, donde se constató que la acción de desazolve en los ríos Manta y Burro, no provocará efectos negativos al medio ambiente y al hombre; por lo contrario esta actividad aportaría beneficios importantes como: limpieza de los ríos, disminuir el riesgo de inundaciones y mejorar la belleza paisajística.

### 3.11.2 RECOMENDACIONES

- Es importante que este estudio se profundice para que sea puesto en ejecución, puesto que los resultados obtenidos en el levantamiento topográfico, comprueban que el volumen del material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro es significativo.
- Sería importante no descartar el sedimento existente en el río Manta pese a la contaminación, ya que las acciones que está realizando el Municipio de Manta, en lo que respecta a limpieza y controles de desecho, permitirán en un futuro disminuir el índice de contaminación, puesto a que existen zonas donde el material puede ser rescatado debido a sus propiedades mecánicas y su bajo contenido orgánico.
- Para que el sedimento estudiado en el cauce del río Burro presente un buen comportamiento en el sitio de colocación, se recomienda que tenga un confinamiento adecuado para que no pierda su humedad óptima o también mezclarlo con material de mayor graduación y que aporte con un porcentaje de plasticidad aceptable para que sea homogéneo y sus partículas brinden mayor estabilidad.
- Se recomienda realizar estudios profundos y pertinentes en el río Manta, para que de esta manera se controlen los niveles de contaminación, productos de las aguas residuales que son vertidas por las lagunas de oxidación y que de manera directa afectan las condiciones del suelo.
- Al no existir ningún efecto negativo al medio ambiente en cuanto a la extracción del material sedimentado en el cauce de los ríos estudiados, se recomienda que se realice el desazolve de este material; en virtud a ello es importante que se concientice a los habitantes del sector para que no arrojen desechos sólidos en el cauce y contaminen el suelo.
- Como recomendación principal, el material de desazolve desde las abscisas 1+760 hasta la abscisa 5+760 en lo que corresponde al río Burro será utilizado tanto en relleno como en mejoramiento de sub-rasante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arche, A. (2010). *Sedimentología: del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. España: CSIC.
- Avenza, Á. (2013). *Manejo, riego y abonado del suelo*. España: IC editorial.
- Bañon, L., & Bevía, J. F. (2001). *Manual de Carreteras* (Vol. I). Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Buroz, E. (1994). *Métodos de Evaluación de impactos*. En *II Curso de Posgrado sobre evaluación de Impactos Ambientales*. La Plata: FLACAM.
- Chang Chang, L. (s.f.). CISMID. (*California Bearing Ratio*) C.B.R. Perú: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
- Conesa, V. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. (Cuarta ed.). España: Mundi-prensa.
- Crespo, C. (2004). *Mecánicas de suelos y cimentaciones*. México: Limusa.
- Das, B. M. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Thomson Learning.
- Founier, R. (2011). *Material del curso mecánica de suelos I*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Gómez, D., & Gómez, M. T. (2013). *Evaluación de impacto ambiental* (Tercera ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- La Hora. (2012, septiembre 20). Limpieza en los causes de los ríos. *La Hora*.
- Maldonado, V. (s.f.). *Sedimentación*.
- Muelas, Á. (2012). *Manual de mecánica del suelo y cimentaciones*. Arequipa.
- Palma, J., & Mera, Y. (2012). Investigación del impacto ambiental que producen las aguas residuales de las lantagunas de oxidación que son descargadas en el cauce del río M. *Tesis de Grado*. Manta, Manabí, Ecuador: Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

Pérez, L. (2005). *Teoría de la Sedimentación*. Argentina: Cátedra de hidráulica aplicada a la ingeniería Sanitaria .

Thompson, L. (1998). *Los suelos y su fertilidad* (Cuarta ed.). España: REVERTÉ.

Valle Rodas, R. (1976). *Carreteras, Valles y aeropistas: principios generales de la mecánica de suelos aplicados a la pavimentación de métodos para el cálculo de pavimentos flexibles* (Sexta ed.). Buenos Aires: El ateneo.

Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa.

Zamora, J. C., & Cristancho, F. (2008). *La Humedad en las Propiedades Físicas del Suelo*. Bogotá: Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia.

# ANEXOS

# ANEXO 1

## ANTECEDENTES GENERALES

### ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Manta es una ciudad importante, considerada como el primer puerto turístico y marítimo gracias a la presencia del Puerto de transferencia Internacional utilizado para establecer comercio entre países. El cantón Manta, tiene tres principales microcuencas: Río Manta, Río San Mateo y Río Cañas que abarcan una extensión de 1.024 Km<sup>2</sup> forman parte de la cuenca Manta.

Los ríos Manta y Burro ubicados en esta ciudad, “son constantemente limpiados debido a la gran cantidad de desechos sólidos, malezas que impiden su circulación, además se someten a un trabajo de remediación ambiental por la colocación de nitrato y bacterias que permitan la disminución de malos olores” (La Hora, 2012, párr. 2)

Por tanto, se presenta este estudio como alternativa de solución para disminuir el problema de la contaminación; a través del análisis del material sedimentado que se concentra en el cauce de los ríos Manta y Burro, con la finalidad de conocer a través de un estudio técnico si el material analizado puede ser utilizado como material de relleno en las diferentes obras civiles, de esta manera se podrán establecer otras alternativas para utilizar este tipo de material en el desarrollo de proyectos de construcción.

Los investigadores dejan en claro la necesidad de profundizar el estudio a fin de ser utilizado para nuevos proyectos de investigación, a través de diferentes acciones a las que estará sometido este tipo de material.

## **PROBLEMA CIENTÍFICO**

La gran cantidad de material sedimentado, provocado por la concentración de partículas finas en el cauce de los ríos Manta y Burro origina que el material asentado quede a la intemperie sin ser explotado y sin que se aprovechen

**OBJETO:** Mecánica de suelos

**CAMPO:** Propiedades mecánicas del suelo.

Ante lo expuesto anteriormente, se plantea las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué cantidad de material sedimentado se encuentra en el cauce de los ríos estudiados?

¿Qué tipo de material sedimentado se encuentra en los ríos Burro y Manta?

¿Cuál es el porcentaje de contenido orgánico que posee el material sedimentado los cauces de los ríos Burro y Manta?

¿Cuál es el estado de compactación y resistencia del material sedimentado?

¿Cuál es el impacto ambiental que producirá el desazolve en el cauce de los ríos estudiados?

## **JUSTIFICACIÓN**

El sedimento que se encuentra en la cuenca de los ríos Manta y Burro, puede ser considerado como material de relleno, sin embargo, debido a los elementos contaminantes que son transportados desde la laguna de oxidación de la ciudad de Manta, se debe analizar a través de un estudio técnico si se presenta la posibilidad de obtener resultados confiables, que garanticen si el material que se encuentra en estos ríos es apto para obras de ingeniería civil; y establecer otras alternativas que ayuden a desalojar este material para que pueda ser utilizado como material de relleno en construcciones.

La importancia de este estudio radica en que el suelo es un elemento de sustentación y construcción; cuya estructura determina la estabilidad y comportamiento funcional – estético que están determinadas principalmente por el tipo de material de asiento que se utilice y que tiene origen en las cargas de cimentación.

La ejecución de este estudio es fundamental, no sólo por el aporte de información acerca de la composición del material analizado, sino porque se presentan otras alternativas para el tratamiento de este material sedimentado que es considerado como un foco de contaminación. Por esta razón se analizarán varios ensayos como: humedad natural, granulometría y límites de Atterberg (límite líquido y plástico), contenido orgánico, compactación y CBR a fin de caracterizar el tipo de material que se encuentran en los ríos estudiados.

Este estudio es factible, porque se cuenta la disponibilidad del material de análisis, los instrumentos técnicos que reposan en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y los conocimientos de los investigadores para presentar resultados reales que contribuirán al desarrollo de nuevos proyectos para las áreas de construcción e Ingeniería Civil.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general**

Analizar el material sedimentado en el cauce de los ríos Manta y Burro para su utilización como material de relleno

### **Objetivos Específicos**

- Cuantificar el material sedimentado en el cauce de los ríos Burro y Manta.
- Conocer mediante ensayos de laboratorio la clasificación del material sedimentado según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Calcular el porcentaje de contenido orgánico de material sedimentado los cauces investigados.
- Determinar el estado de compactación y la resistencia del material sedimentado.
- Analizar el impacto ambiental que producirá el desazolve en el cauce de los ríos estudiados.

## **HIPÓTESIS**

Si el material sedimentado que se encuentra en el cauce de los ríos Manta y Burro cumple las exigencias técnicas como material de relleno aportaría de manera eficiente y sustentable para las obras civiles.

## **VARIABLES**

### **Variable Independiente**

Material sedimentado.

### **Variable Dependiente**

Aporte eficiente y sustentable.

## ANEXO 2

### Sistema USCS de Clasificación de Suelos

IDENTIFICACION EN EL CAMPO				SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO									
SUELOS DE GRANO GRUESO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO POR EL TAMIZ # 200	GRAVAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ # 4	GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>GW</b>	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE:  MENOS DEL 5% MAS DEL 12% 5% AL 12%	CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL EMPLEO DE SIMBOLOS DOBLES	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 4 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3							
			PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>GP</b>	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS			NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW							
		GRAVAS CON CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS	FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO)	<b>GM</b>	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO			LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O $I_p$ MENOR QUE 4	POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON $I_p$ ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES						
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	<b>GC</b>	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA			LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O $I_p$ MAYOR QUE 7	CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES						
		ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>SW</b>			ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	UTILICESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO	COMPARANDO CON SUELOS CON EL MISMO LIMITE LIQUIDO	LINEA A: $I_p = 0.73(WL - 20)$	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 6 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3			
				PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>SP</b>			ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS				NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW			
	ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)		FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)	<b>SM</b>	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAL GRADUADAS			LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O $I_p$ MENOR QUE 4				POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON $I_p$ ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES			
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	<b>SC</b>	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS			LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O $I_p$ MAYOR QUE 7				CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES			
	METODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40														
	SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200		LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISGREGACION)	DILATANCIA (REACCION A LA AGITACION)			TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)							
		NULA A LIGERA		RAPIDA A LENTA	NULA			<b>ML</b>				LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD			
		MEDIA A ALTA		NULA A MUY LENTA	MEDIA			<b>CL</b>				ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50		LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	<b>OL</b>	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD									
		LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	<b>MH</b>	LIMOS INORGANICOS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICAICOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS									
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	<b>CH</b>	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD ELEVADA, ARCILLAS GRASAS									
MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	<b>OH</b>	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA											
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b>		FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA		<b>Pt</b>	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS										

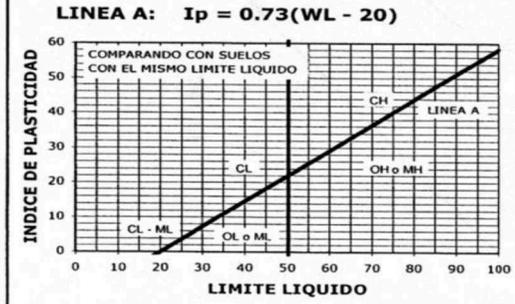


GRAFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO

**ANEXO 3**  
**TABLA DE MATERIALES PARA TERRAPLENES**

Tipo de suelo *	Permeabilidad	Resistencia al cortante	Comprensibilidad	Susceptibilidad al agrietamiento		Susceptible a la licuación			
GW	Permeable	Muy alta	De baja comprensibilidad siempre y cuando hayan sido colocados y compactados adecuadamente. Su compactación es fundamental.	No susceptible al agrietamiento		No susceptibles a la licuación cuando están bien compactados.	Muy Buena		
GP	Muy permeable	Alta					Muy Buena		
SW	Permeable	Muy alta					Muy Buena		
SP	Semipermeable a permeable	Alta					De buena a correcta		
GM	Semipermeable	Alta	Comprensibilidad baja si más de 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla No 4). Si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la comprensibilidad de finos.	Mediana a alta	Control de humedad de compactación muy importante	Media si mal compactados	Muy Buena		
GC	Impermeable	Alta				Baja	Muy Buena		
SM	Semipermeable a impermeable	Alta		Mediana a alta		Muy susceptibles si mal compactados	Buena a correcta		
SC	Impermeable	Alta a media		Mediana a baja		Muy Baja	Buena a correcta		
ML	Impermeable	Media a baja	Los asentamientos pueden ser grandes y se calculan con base en pruebas de consolidación.	Muy susceptible; deben colocarse con alto grado de saturación		Media a alta si mal compactados	Correcta a muy pobre		
MH	Muy Impermeable	Baja				Mediana a alta		Muy baja	Buena a correcta
CL	Impermeable	Media						Media a alta si mal compactados	Pobre a muy pobre
CH	Muy Impermeable	Baja a media		Muy baja	Muy pobre				
OL	Impermeable	Baja				Muy baja	Correcta a pobre		

#### Anexo 4

#### Volúmenes de sedimento en los ríos Manta y Burro

#### Río Manta

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
0+400					0,00	0,00
0+420	1,521	1,167	1,304	16,20	15,73	314,70
0+440	1,138	1,147	1,710	36,25	41,46	829,15
0+460	1,209	1,020	1,574	25,45	25,86	517,27
0+480	1,280	1,179	1,436	25,12	26,79	535,81
0+500	1,320	1,200	1,230	25,29	26,35	526,93
0+520	1,366	1,227	1,030	25,97	26,64	532,77
0+540	1,200	1,110	1,090	28,75	27,91	558,11
0+560	1,030	1,000	1,660	32,48	33,39	667,86
0+580	1,060	0,508	1,132	26,68	18,19	363,79
0+600	0,966	0,556	1,030	20,21	12,60	251,90
0+620	0,872	0,545	0,935	17,42	9,72	194,39
0+640	1,190	0,583	0,738	16,63	9,77	195,39
0+660	0,420	0,497	1,020	16,56	7,64	152,86
0+680	0,650	0,410	0,774	16,68	7,11	142,27
0+700	0,585	0,375	0,640	16,65	6,25	124,92
0+720	0,611	0,319	0,339	17,00	5,16	103,22
0+740	0,636	0,262	0,538	16,29	5,22	104,34
0+760	1,187	0,648	0,936	16,36	10,56	211,29
0+780	0,484	0,409	1,562	16,35	8,84	176,85
0+800	0,721	0,670	1,188	16,34	10,02	200,46
0+820	1,060	0,590	1,240	14,93	9,51	190,18
0+840	0,851	0,510	0,800	13,74	6,50	130,08
0+860	1,16	0,45	1,28	13,34	7,80	155,98
0+880	0,855	0,400	1,050	13,92	6,71	134,17
0+900	0,855	0,250	0,978	16,98	7,57	151,41
0+920	0,880	0,203	0,912	21,67	9,71	194,18
0+940	0,700	0,460	0,754	21,19	10,20	204,05
0+960	1,045	0,857	0,714	20,69	14,49	289,82
0+980	0,909	0,230	1,150	19,93	10,03	200,64
1+000	0,777	0,693	0,980	18,23	11,18	223,62
1+020	1,061	0,608	0,804	16,34	9,50	190,10
1+040	0,894	0,570	0,917	18,12	10,42	208,34
1+060	0,890	0,484	1,023	18,46	10,41	208,30
1+080	0,980	0,530	0,785	18,44	10,20	203,97
1+100	0,947	0,383	0,953	18,46	9,64	192,75
1+120	1,033	0,652	0,478	17,38	9,42	188,32
1+140	0,777	1,004	0,570	16,82	10,75	215,06
1+160	1,145	1,010	0,790	19,13	14,96	299,20

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
1+180	0,785	0,715	1,188	25,28	18,10	362,08
1+200	0,865	0,839	1,131	34,03	27,58	551,65
1+220	1,043	0,674	1,266	32,20	25,78	515,64
1+240	1,065	0,479	1,202	30,25	21,16	423,28
1+260	0,854	0,520	1,242	30,25	20,58	411,60
1+280	1,444	1,100	1,065	32,56	33,62	672,45
1+300	1,375	1,084	0,510	35,92	32,34	646,86
1+320	1,347	0,966	1,419	37,91	39,83	796,55
1+340	0,969	0,500	0,936	37,12	24,05	481,07
1+360	1,404	0,955	1,238	35,41	35,74	714,89
1+380	1,405	1,065	1,250	34,39	36,35	727,08
1+400	1,240	0,760	1,580	39,00	37,98	759,50
1+420	1,260	0,885	1,185	39,31	37,21	744,16
1+440	0,721	0,725	1,215	42,23	32,36	647,23
1+460	1,312	0,609	1,184	42,82	36,04	720,89
1+480	1,403	0,494	0,645	42,82	29,46	589,29
1+500	1,020	0,788	1,650	42,93	41,32	826,48
1+520	1,089	0,827	1,520	42,94	41,50	830,01
1+540	1,157	0,866	1,521	42,88	42,87	857,30
1+560	1,346	0,780	1,519	42,71	42,82	856,46
1+580	0,540	0,601	1,520	42,38	31,30	625,98
1+600	1,435	1,375	0,992	40,89	47,74	954,90
1+620	1,386	1,265	1,001	40,54	44,92	898,34
1+640	1,340	1,165	1,012	41,56	43,96	879,28
1+660	0,745	0,954	1,031	42,50	35,46	709,17
1+680	1,184	1,015	1,190	33,43	32,40	648,05
1+700	1,259	1,100	1,190	44,39	46,94	938,87
1+720	1,335	1,205	1,195	42,37	47,39	947,74
1+740	1,437	1,396	1,205	36,69	44,41	888,19
1+760	1,415	1,216	1,240	31,92	35,51	710,15
1+780	1,343	1,027	1,280	32,95	33,85	677,00
1+800	1,455	1,086	1,202	34,84	37,23	744,63
1+820	0,580	0,146	1,124	34,73	15,33	306,69
1+840	1,580	1,129	1,320	36,41	41,79	835,85
1+860	0,590	0,121	0,516	35,01	10,45	209,01
1+880	0,550	0,970	1,628	32,51	29,35	587,02
1+900	0,697	1,076	1,260	27,09	23,72	474,38
1+920	1,343	0,935	1,659	32,76	35,03	700,59
1+940	1,380	0,799	1,580	40,30	41,36	827,28

<b>ABSCISA</b>	<b>SEDIMENTO DERECHO (m)</b>	<b>SEDIMENTO CENTRAL (m)</b>	<b>SEDIMENTO IZQUIERDO (m)</b>	<b>ANCHO DE RÍO (m)</b>	<b>ÁREA TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VOLUMEN SEDIMENTADO (m<sup>3</sup>)</b>
1+960	1,300	0,824	1,398	43,32	42,72	854,42
1+980	1,220	0,715	1,220	44,47	39,15	783,09
2+000	1,122	0,718	1,443	42,44	38,45	768,99
2+020	1,180	0,717	1,455	43,71	40,39	807,90
2+040	1,066	0,716	1,431	43,27	38,57	771,46
2+060	0,951	0,725	1,407	40,87	35,10	702,00
2+080	0,530	0,872	1,324	39,25	31,71	634,15
2+100	1,000	0,929	1,498	37,73	36,73	734,64
2+120	1,062	0,820	1,212	37,04	32,33	646,59
2+140	1,125	0,604	0,982	36,96	27,32	546,31
2+160	1,161	0,686	1,069	37,01	29,73	594,51
2+180	1,195	0,665	0,881	38,14	29,07	581,40
2+200	1,232	0,770	1,033	38,00	32,34	646,85
2+220	1,266	0,871	1,185	38,00	35,64	712,81
2+240	1,150	0,888	1,242	38,00	35,43	708,56
2+260	1,055	0,906	1,151	38,00	34,15	683,06
2+280	0,960	0,835	0,952	38,00	30,45	608,94
2+300	0,944	0,756	0,891	38,18	28,60	572,00
2+320	0,972	0,913	1,010	38,13	32,49	649,84
2+340	1,010	1,070	1,134	38,02	36,44	728,71
2+360	1,098	0,991	1,276	38,00	37,03	740,52
2+380	1,055	0,948	1,276	38,16	36,10	721,97
2+400	1,289	0,889	1,280	38,14	37,10	742,03
2+420	1,390	0,867	1,139	38,18	36,43	728,55
2+440	0,945	0,845	1,185	38,05	32,52	650,36
2+460	1,010	0,794	1,194	38,11	32,34	646,73
2+480	0,884	0,894	1,176	38,00	32,71	654,16
2+500	0,763	0,993	1,160	38,12	33,34	666,88
2+520	0,763	0,913	1,184	38,60	32,64	652,73
2+540	0,763	0,832	1,210	39,29	32,09	641,75
2+560	0,682	0,727	1,240	38,00	28,70	573,92
2+580	0,732	0,761	0,725	38,24	25,50	510,00
2+600	0,608	0,692	1,227	38,60	27,84	556,89
2+620	0,621	0,696	1,020	38,28	25,99	519,86
2+640	0,595	0,687	1,043	38,15	25,71	514,30
2+660	0,570	0,679	1,070	37,80	25,33	506,66
2+680	0,634	0,520	1,110	38,56	24,05	481,08
2+700	0,697	0,350	1,150	38,08	21,70	434,01
2+720	0,683	0,391	1,110	38,37	22,13	442,51

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
2+740	0,758	0,742	1,040	39,05	28,76	575,17
2+760	-	-	-	-	-	-
2+780	0,866	0,856	0,913	43,69	34,64	692,79
2+800	0,891	0,838	0,832	42,15	32,42	648,36
2+820	0,942	0,763	1,120	40,84	33,05	660,91
2+840	0,992	0,687	1,110	39,72	31,04	620,81
2+860	0,882	0,564	0,879	38,45	24,88	497,63
2+880	0,720	0,440	0,620	36,76	18,18	363,64
2+900	0,699	0,490	0,618	35,92	18,33	366,60
2+920	0,625	0,531	1,123	34,52	21,44	428,81
2+940	0,642	0,522	0,880	33,55	18,96	379,13
2+960	0,659	0,513	0,659	33,07	17,04	340,70
2+980	0,705	0,571	0,705	33,67	18,93	378,59
3+000	0,750	0,629	0,750	32,70	19,79	395,77
3+020	0,644	0,650	0,644	29,21	16,31	326,22
3+040	0,537	0,670	0,537	28,99	15,08	301,63
3+060	0,633	0,744	0,633	30,33	18,13	362,56
3+080	0,707	0,817	0,707	30,84	20,45	409,04
3+100	0,801	0,950	0,801	25,03	18,41	368,24
3+120	0,895	1,080	0,895	18,38	14,20	284,01

**VOLUMEN TOTAL RÍO MANTA: 70503,72m<sup>3</sup>**

## Río Burro

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
1+360	1,038	0,89	0,55	13,89	10,85	217,07
1+380	1,07	1,06	0,66	14,84	13,32	266,42
1+400	1,10	1,23	0,77	14,96	15,11	302,23
1+420	0,88	0,97	0,68	15,21	12,43	248,68
1+440	0,67	0,75	0,60	15,44	10,00	199,99
1+460	0,54	0,71	0,60	15,63	9,36	187,26
1+480	1,40	0,67	0,62	15,37	12,07	241,42
1+500	0,74	0,83	0,68	15,02	10,80	215,91
1+520	0,64	0,58	0,54	16,28	8,94	178,78
1+540	0,53	0,55	0,56	17,28	8,91	178,27
1+560	0,79	0,70	1,25	14,52	11,63	232,54
1+580	0,76	0,91	1,18	12,74	11,04	220,71
1+600	0,58	0,80	0,92	13,34	9,56	191,27
1+620	1,03	0,77	1,44	13,98	13,01	260,25
1+640	0,825	0,567	1,126	14,59	10,48	209,63
1+660	1,125	0,861	0,314	14,90	10,98	219,69
1+680	0,764	0,641	0,443	14,47	8,38	167,63
1+700	0,404	0,421	0,572	13,73	5,79	115,72
1+720	0,889	1,110	1,270	14,29	14,55	290,98
1+740	0,454	0,893	1,229	13,63	10,95	219,07
1+760	0,753	0,858	0,915	13,23	10,35	206,93
1+780	0,995	0,832	0,809	14,65	11,83	236,69
1+800	0,948	0,792	0,629	15,56	11,51	230,12
1+820	0,932	0,778	0,569	15,61	11,17	223,31
1+840	0,515	0,588	0,958	11,38	6,87	137,48
1+860	0,590	0,523	0,787	12,58	7,01	140,29
1+880	0,646	0,363	0,589	13,13	5,95	118,93
1+900	0,167	0,265	0,668	13,82	4,37	87,50
1+920	0,673	0,611	0,693	14,02	8,42	168,48
1+940	0,649	0,531	0,672	14,10	7,80	156,09
1+960	0,624	0,450	0,650	15,82	8,05	161,09
1+980	0,235	0,198	0,350	17,91	4,15	82,94
2+000	0,600	0,000	0,372	15,41	3,50	70,03
2+020	0,565	0,627	0,906	15,37	9,79	195,79
2+040	0,470	0,528	0,771	17,60	9,53	190,65
2+060	0,373	0,428	0,636	18,17	8,01	160,11
2+080	0,273	0,327	0,501	15,80	5,28	105,67
2+100	0,180	0,227	0,365	13,49	3,12	62,39
2+120	0,030	0,316	0,416	13,49	3,37	67,32

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
2+140	0,449	0,692	0,821	13,66	8,40	168,00
2+160	0,966	1,06	1,219	12,63	12,52	250,34
2+180	0,544	0,651	1,046	12,79	8,52	170,48
2+200	0,121	0,233	0,865	11,17	3,69	73,83
2+220	0,035	0,158	0,983	10,67	3,22	64,50
2+240	0,64	0,62	0,98	11,34	7,39	147,86
2+260	0,63	0,66	1,04	10,54	7,13	142,62
2+280	0,70	0,73	0,79	7,78	5,00	100,01
2+300	0,99	0,78	0,58	9,15	6,38	127,55
2+320	0,93	0,70	0,61	11,58	7,78	155,53
2+340	0,88	0,63	0,65	10,82	6,85	136,99
2+360	0,53	0,67	0,75	7,64	4,35	86,98
2+380	0,74	0,76	0,88	6,79	4,55	90,90
2+400	0,367	0,324	0,332	11,07	3,39	67,82
2+420	0,49	0,382	0,28	16,50	5,94	118,89
2+440	0,414	0,677	0,595	14,19	7,79	155,84
2+460	0,992	0,892	0,975	11,15	9,52	190,36
2+480	0,78	0,28	0,69	11,24	5,20	103,94
2+500	0,635	0,625	0,807	12,62	7,82	156,41
2+520	0,709	0,629	0,483	11,97	6,72	134,38
2+540	0,608	0,484	0,516	11,21	5,34	106,80
2+560	0,855	0,658	0,193	10,64	5,70	113,94
2+580	0,875	0,263	0,029	10,94	3,55	71,07
2+600	0,931	0,157	0,073	11,28	3,39	67,75
2+620	0,986	0,345	0,118	11,80	4,84	96,88
2+640	0,858	0,295	0,613	12,34	5,84	116,86
2+660	1,070	0,910	0,600	14,71	11,96	239,24
2+680	1,104	1,570	1,122	13,35	16,57	179,59
2+700	1,57	0,93	0,97	9,33	9,16	183,26
2+720	1,08	0,34	0,09	8,00	3,24	64,75
2+740	1,16	0,21	0,14	10,26	3,98	79,64
2+760	1,23	0,081	0,203	11,58	4,22	84,38
2+780	1,07	0,82	0,87	12,80	10,56	211,22
2+800	1,23	0,98	1,19	13,39	13,57	271,34
2+820	1,38	1,19	1,23	10,72	12,13	242,51
2+840	0,90	0,76	0,90	9,01	6,65	132,97
2+860	0,91	0,90	1,08	8,60	7,20	111,54
2+880	0,92	0,61	1,22	12,39	9,57	109,26
2+900	0,93	0,56	1,36	12,41	9,73	194,54

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
2+920	0,747	0,622	1,177	13,51	9,91	198,16
2+940	0,850	0,867	1,090	15,22	13,06	261,22
2+960	0,953	0,979	1,003	15,98	14,66	293,16
2+980	0,931	0,763	1,032	14,18	11,50	229,93
3+000	0,625	0,962	0,915	11,25	8,88	135,46
3+020	1,017	0,855	0,734	5,00	3,46	61,78
3+040	1,360	0,861	0,717	8,96	7,56	151,20
3+060	1,190	0,819	0,851	8,68	7,06	141,27
3+080	1,020	0,778	0,984	8,90	7,03	140,62
3+100	0,805	0,613	1,160	8,17	5,72	114,40
3+120	0,771	0,500	0,890	9,64	5,75	114,96
3+140	0,736	0,500	0,620	10,55	5,62	112,50
3+160	0,500	0,611	0,782	8,21	4,51	90,27
3+180	0,650	0,556	0,945	7,73	4,55	91,09
3+200	1,098	0,747	0,855	8,41	6,39	127,71
3+220	0,930	0,500	0,888	7,96	4,90	98,07
3+240	0,758	0,500	0,921	6,98	4,01	80,10
3+260	0,959	0,500	0,985	10,07	6,68	133,51
3+280	1,161	0,500	1,049	10,39	7,54	77,09
3+300	1,008	0,642	1,504	13,32	11,69	204,84
3+320	0,855	0,576	1,459	14,16	11,40	228,06
3+340	0,578	0,354	1,382	16,59	10,40	207,97
3+360	0,891	0,854	1,406	18,27	17,29	345,83
3+380	1,204	1,355	1,430	14,11	17,51	350,30
3+400	1,226	1,262	1,376	12,00	14,10	281,93
3+420	1,248	1,168	1,323	12,53	14,14	282,89
3+440	1,110	1,118	1,254	10,23	10,61	212,29
3+460	1,040	1,030	1,230	5,62	5,00	100,02
3+480	0,500	0,510	0,708	8,13	3,97	79,43
3+500	0,500	0,500	0,769	9,95	5,08	101,54
3+520	0,500	0,500	0,830	7,13	3,57	71,41
3+540	0,770	0,609	0,682	25,66	16,46	329,21
3+560	0,632	0,554	0,647	28,35	16,32	326,42
3+580	0,978	0,949	0,967	16,01	14,42	288,42
3+600	0,740	0,795	1,072	10,56	8,13	162,62
3+620	0,808	0,743	1,223	11,55	9,28	185,52
3+640	0,835	0,920	1,070	9,85	8,29	58,75
3+660	0,773	0,732	0,690	9,65	6,33	118,11
3+680	1,084	1,060	1,054	9,74	9,30	186,07

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
3+700	0,895	0,898	0,901	9,78	7,88	157,69
3+720	0,775	0,802	0,830	10,47	7,60	151,95
3+740	0,655	0,707	0,759	10,00	6,36	127,26
3+760	1,058	0,980	0,830	9,34	8,02	88,98
3+780	0,714	0,500	0,500	9,85	4,90	68,09
3+800	0,900	0,500	0,500	9,35	5,01	100,20
3+820	0,749	0,723	0,698	5,98	3,60	72,04
3+840	0,748	0,722	0,697	6,03	3,63	72,66
3+860	0,749	0,719	0,689	6,250	3,77	75,50
3+880	0,708	0,834	0,957	6,250	4,37	87,49
3+900	-	-	-	-	-	-
3+920	-	-	-	-	-	-
3+940	-	-	-	-	-	-
3+960	-	-	-	-	-	-
3+980	-	-	-	-	-	-
4+000	-	-	-	-	-	-
4+020	-	-	-	-	-	-
4+040	-	-	-	-	-	-
4+060	0,528	0,528	0,528	7,77	3,57	71,49
4+080	0,512	-	0,512	7,13	3,39	23,83
4+100	0,68	-	0,75	9,94	6,75	134,99
4+120	0,62	-	0,52	15,27	8,42	168,38
4+140	0,55	-	0,28	13,31	5,32	106,32
4+160	0,63	-	0,29	6,95	2,97	59,34
4+180	0,71	-	0,30	8,01	3,79	75,85
4+200	0,72	-	0,49	10,13	5,83	116,52
4+220	0,74	-	0,68	7,26	4,80	95,99
4+240	0,75	-	0,74	6,29	4,31	86,27
4+260	0,75	-	0,80	8,11	5,90	117,96
4+280	0,69	-	0,90	6,44	4,72	94,45
4+300	0,63	-	1,00	8,87	6,82	136,43
4+320	0,67	-	0,86	7,74	5,54	110,77
4+340	0,71	-	0,72	6,41	4,23	84,51
4+360	0,68	-	0,72	4,78	3,00	59,92
4+380	0,65	-	0,73	6,18	3,92	78,38
4+400	0,66	-	0,71	4,07	2,45	48,91
4+420	0,66	-	0,69	3,74	2,19	43,74
4+440	0,78	-	0,99	5,42	4,35	87,08
4+460	0,90	-	1,30	6,10	6,16	123,20

<b>ABSCISA</b>	<b>SEDIMENTO DERECHO (m)</b>	<b>SEDIMENTO CENTRAL (m)</b>	<b>SEDIMENTO IZQUIERDO (m)</b>	<b>ANCHO DE RÍO (m)</b>	<b>ÁREA TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VOLUMEN SEDIMENTADO (m<sup>3</sup>)</b>
4+480	0,89	-	1,21	7,22	7,06	141,12
4+500	0,88	-	1,10	6,85	6,29	125,73
4+520	0,68	-	0,86	7,66	5,51	110,26
4+540	0,47	-	0,61	6,97	3,49	69,88
4+560	0,37	-	0,69	5,95	2,89	57,77
4+580	0,26	-	0,77	4,70	2,16	43,26
4+600	0,32	-	0,78	5,90	2,97	59,40
4+620	0,37	-	0,79	7,64	4,14	82,82
4+640	0,32	-	0,78	8,10	4,18	83,60
4+660	0,28	-	0,77	8,46	4,18	83,58
4+680	0,36	-	0,64	3,56	1,53	30,60
4+700	0,45	-	0,50	4,39	1,85	36,96
4+720	0,51	-	0,66	6,63	3,59	71,72
4+740	0,57	-	0,82	7,81	5,08	101,61
4+760	0,57	-	0,83	6,51	4,21	84,14
4+780	0,56	-	0,84	7,38	4,82	96,32
4+800	0,54	-	0,75	6,73	4,02	80,37
4+820	0,52	-	0,65	5,21	2,76	55,11
4+840	0,35	-	0,58	4,67	1,94	38,78
4+860	0,18	-	0,50	8,39	2,68	53,65
4+880	0,44	-	0,88	11,91	7,53	150,61
4+900	0,70	-	1,25	13,40	12,58	251,55
4+920	0,85	-	1,13	10,02	9,42	188,50
4+940	1,00	-	1,00	9,63	9,13	182,60
4+960	1,21	-	1,00	7,83	8,10	161,99
4+980	1,40	-	1,00	7,09	7,91	158,16
5+000	1,31	-	0,90	6,69	6,84	136,80
5+020	1,19	-	0,80	6,77	6,24	124,77
5+040	1,15	-	0,85	5,87	5,37	107,40
5+060	-	-	-	-	-	-
5+080	-	-	-	-	-	-
5+100	-	-	-	-	-	-
5+120	-	-	-	-	-	-
5+140	-	-	-	-	-	-
5+160	1,00	-	0,95	6,06	5,42	108,42
5+180	1,00	-	0,90	6,04	5,26	105,26
5+200	0,87	-	0,75	6,00	4,46	89,10
5+220	0,74	-	0,60	6,01	3,69	73,83
5+240	0,52	-	0,85	6,00	3,77	75,35

ABSCISA	SEDIMENTO DERECHO (m)	SEDIMENTO CENTRAL (m)	SEDIMENTO IZQUIERDO (m)	ANCHO DE RÍO (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN SEDIMENTADO (m <sup>3</sup> )
5+260	0,30	-	1,10	6,00	3,85	77,00
5+280	0,30	-	0,55	6,00	2,34	46,75
5+300	0,25	-	0,45	6,04	1,94	38,78
5+320	0,21	-	0,90	6,00	3,05	61,05
5+340	0,29	-	0,84	6,00	3,11	62,15
5+360	0,37	-	0,78	6,00	3,16	63,25
5+380	0,37	-	0,83	6,00	3,30	66,00
5+400	0,37	-	0,88	6,00	3,44	68,75
5+420	0,59	-	0,67	6,00	3,47	69,30
5+440	0,80	-	0,45	6,04	3,46	69,25
5+460	0,59	-	0,55	6,06	3,17	63,38
5+480	0,39	-	0,65	6,01	2,87	57,30
5+500	0,39	-	0,68	6,01	2,95	58,96
5+520	0,40	-	0,70	6,01	3,03	60,61
5+540	0,39	-	0,69	6,00	2,97	59,40
5+560	0,38	-	0,68	6,00	2,92	58,30
5+580	0,54	-	0,64	6,00	3,25	64,90
5+600	0,70	-	0,60	6,00	3,58	71,50
5+620	0,60	-	0,65	6,04	3,46	69,25
5+640	0,50	-	0,70	6,00	3,30	66,00
5+660	0,33	-	0,57	6,00	2,48	49,50
5+680	0,16	-	0,44	6,00	1,65	33,00
5+700	0,45	-	0,58	6,24	2,96	59,12
5+720	0,73	-	0,75	6,00	4,07	81,40
5+740	0,54	-	0,68	6,00	3,36	67,10
5+760	0,35	-	0,62	6,02	2,68	53,54
5+780	0,63	-	0,73	5,87	3,65	73,03
5+800	0,90	-	0,85	6,00	4,81	96,25
5+812,29	0,90	-	0,85	6,00	4,81	96,25

**VOLUMEN TOTAL RÍO BURRO: 27468,51 m<sup>3</sup>**

**ANEXO 5**

**ENSAYO HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG**

**RÍO BURRO.-**

**1 + 260**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		0+000	0+000	0+000
Tara No.		2	7	9
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	43.30	43.40	43.50
	Tara + suelo seco	33.00	33.50	33.70
	Tara	6.70	7.00	6.60
	Agua	10.30	9.90	9.80
	Suelo seco	26.30	26.50	27.10
contenido de humedad		39.16	37.36	36.16
humedad promedio		<b>37.56</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,00	0,00	100,00
# 200	94.60	94.6	5.40
P# 200	5.40	5.40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1 + 360**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+360	1+360	1+360
Tara No.		10	11	20
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	48.00	48.60	48.10
	Tara + suelo seco	40.50	41.00	40.70
	Tara	6.50	6.50	7.70
	Agua	7.50	7.60	7.40
	Suelo seco	34.00	34.50	33.00
contenido de humedad		22.06	22.03	22.42
humedad promedio		<b>22.17</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.50	0,50	99.50
# 10	6.20	6.20	93.30
# 40	26.50	26.50	66.80
# 200	54.90	54.90	11.90
P# 200	11.90	11.90	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1+460**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No. 1 + 020		1	2	3
abscisa		1+460	1+460	1+460
Tara No.		22	24	25
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	45.80	46.90	43.10
	Tara + suelo seco	40.00	41.20	37.70
	Tara	6.90	6.50	6.30
	Agua	5.8	5.70	5.40
	Suelo seco	33.10	34.10	31.40
contenido de humedad		17.52	16.43	17.19
humedad promedio		<b>17.04</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.40	0.40	99,60
# 10	4.90	4.90	94,70
# 40	13.30	13.30	81,40
# 200	66,10	66,10	15,30
P# 200	15.30	15.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1 + 560**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+560	1+560	1+560
Tara No.		23	24	25
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	40.80	44.70	47.40
	Tara + suelo seco	34.80	37.80	40.40
	Tara	6.40	6.40	7.00
	Agua	6.00	6.90	7.00
	Suelo seco	28.40	31.40	33.40
contenido de humedad		21.13	21.97	20.96
humedad promedio		<b>21.35</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	1.80	1.80	98.20
# 200	82.00	82.00	16.20
P# 200	16.20	16.20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1+660**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+660	1+660	1+660
Tara No.		1	7	8
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	41.60	48.60	41.80
	Tara + suelo seco	33.20	39.50	34.00
	Tara	6.50	6.90	6.50
	Agua	8.40	9.10	7.80
	Suelo seco	26.70	32.60	27.50
contenido de humedad		31.46	27.91	28.36
humedad promedio		<b>29.24</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	0.50	0.50	99.50
# 200	65.90	65.90	33.60
P# 200	33.60	33.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1 + 760**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+760	1+760	1+760
Tara No.		12	13	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	41.90	45.30	46.80
	Tara + suelo seco	35.20	38.30	39.50
	Tara	5.20	6.90	6.50
	Agua	6.70	7.00	7.30
	Suelo seco	30.00	31.40	33.00
contenido de humedad		22.33	22.29	22.12
humedad promedio		<b>22.25</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.30	0.30	99.70
# 10	2.00	2.00	97.70
# 40	10.20	10.20	87.50
# 200	73.40	73.40	14.10
P# 200	14.10	14.10	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2+160**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+160	2+160	2+160
Tara No.		27	28	30
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	57.00	58.20	54.90
	Tara + suelo seco	46.70	47.40	44.80
	Tara	7.00	6.40	7.00
	Agua	10.30	10.80	10.10
	Suelo seco	39.20	41.00	37.80
contenido de humedad		25.94	26.34	26.72
humedad promedio		<b>26.33</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.50	0.50	99.50
# 40	8.00	8.00	91.50
# 200	78.40	78.40	13.10
P# 200	13.10	13.10	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2 + 260**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+260	2+260	2+260
Tara No.		4	5	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	47.20	56.40	38.20
	Tara + suelo seco	40.40	47.30	32.30
	Tara	7.00	8.00	6.00
	Agua	6.80	9.10	5.90
	Suelo seco	33.40	39.30	26.30
contenido de humedad		20.36	23.16	22.43
humedad promedio		<b>21.98</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.50	0.50	99.50
# 40	12.60	12.60	86.90
# 200	71.70	71.70	15.20
P# 200	15.20	15.20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2+560**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+560	2+560	2+560
Tara No.		A	B	C
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	41.50	36.30	41.70
	Tara + suelo seco	35.10	30.70	34.90
	Tara	6.40	5.40	5.80
	Agua	6.40	5.60	6.80
	Suelo seco	28.70	25.30	29.10
contenido de humedad		22.30	22.13	23.37
humedad promedio		<b>22.60</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	1.10	1.10	98.90
# 200	85.10	85.10	13.80
P# 200	13.80	13.80	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2 + 660**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+660	2+660	2+660
Tara No.		30	31	33
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	35.60	42.60	41.50
	Tara + suelo seco	32.70	38.80	37.80
	Tara	5.00	6.50	6.60
	Agua	2.90	3.80	3.70
	Suelo seco	27.70	32.30	31.20
contenido de humedad		1047	11.76	11.86
humedad promedio		<b>11.36</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.20	0.20	99.80
# 10	1.60	1.60	98.20
# 40	33.10	33.10	65.10
# 200	52.80	52.80	12.30
P# 200	12.30	12.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2+760**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+760	2+760	2+760
Tara No.		17	21	35
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	39.00	46.90	49.20
	Tara + suelo seco	36.70	44.30	46.00
	Tara	6.40	6.80	6.90
	Agua	2.30	2.60	3.20
	Suelo seco	30.30	37.50	39.10
contenido de humedad		7.59	6.93	8.18
humedad promedio		<b>7.57</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	3.70	3.70	96.30
# 200	88.70	88.70	7.60
P# 200	7.60	7.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2 + 860**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+860	2+860	2+860
Tara No.		41	46	54
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	64.80	71.90	66.50
	Tara + suelo seco	52.60	56.30	51.50
	Tara	6.80	6.40	6.80
	Agua	12.20	15.60	15.00
	Suelo seco	46.00	49.90	44.70
contenido de humedad		26.52	31.26	33.55
humedad promedio		<b>30.44</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	27.00	27.00	73.00
# 200	66.80	66.80	6.20
P# 200	6.20	6.20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2+960**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+960	2+960	2+960
Tara No.		47	60	61
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	51.10	71.90	55.10
	Tara + suelo seco	39.30	55.30	43.10
	Tara	5.30	6.90	6.50
	Agua	11.80	16.60	12.00
	Suelo seco	34.00	48.40	36.60
contenido de humedad		34.71	34.30	32.79
humedad promedio		<b>33.93</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.40	0.40	99.60
# 10	0.70	0.70	98.90
# 40	7.30	7.30	91.60
# 200	73.60	73.60	18.00
P# 200	18.00	18.00	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3 + 060**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+060	3+060	3+060
Tara No.		50	62	63
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	45.80	44.40	45.70
	Tara + suelo seco	36.90	37.10	37.90
	Tara	5.30	6.80	6.40
	Agua	8.90	7.30	7.80
	Suelo seco	31.60	30.30	31.50
contenido de humedad		28.16	24.09	24.76
humedad promedio		<b>25.67</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.90	1.90	98.10
# 10	4.20	4.20	93.90
# 40	16.80	16.80	77.10
# 200	70.30	70.30	6.80
P# 200	6.80	6.80	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3+160**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+160	3+160	3+160
Tara No.		15	66	67
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	33.30	36.40	34.60
	Tara + suelo seco	26.30	28.40	27.10
	Tara	7.00	5.00	7.00
	Agua	7.00	8.00	7.50
	Suelo seco	19.30	23.40	20.10
contenido de humedad		36.27	34.19	37.31
humedad promedio		<b>35.92</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.80	1.80	98.20
# 10	3.60	3.60	94.60
# 40	11.20	11.20	83.40
# 200	55.20	55.20	28.20
P# 200	28.20	28.20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3 + 260**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+260	3+260	3+260
Tara No.		2	16	26
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	56.70	47.20	61.70
	Tara + suelo seco	47.40	39.70	51.90
	Tara	6.690	6.40	6.90
	Agua	9.30	7.50	9.80
	Suelo seco	40.80	33.30	45.00
contenido de humedad		22.79	22.52	21.77
humedad promedio		<b>22.36</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.20	1.20	98.80
# 10	3.20	3.20	95.60
# 40	14.50	14.50	81.10
# 200	63.80	63.80	17.30
P# 200	17.30	17.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3+360**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+360	3+360	3+360
Tara No.		3	40	51
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	60.00	50.80	46.60
	Tara + suelo seco	53.70	46.20	42.00
	Tara	7.00	6.70	4.70
	Agua	6.30	4.60	4.60
	Suelo seco	46.70	39.50	37.30
contenido de humedad		13.49	11.65	12.33
humedad promedio		<b>12.49</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	2.10	2.10	97.90
# 10	8.80	8.80	89.10
# 40	22.10	22.10	67.00
# 200	42.70	42.70	24.30
P# 200	24.30	24.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3+560**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+560	3+560	3+560
Tara No.		8	70	71
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	43.10	52.30	42.20
	Tara + suelo seco	33.70	41.20	33.10
	Tara	6.70	6.60	6.90
	Agua	9.40	11.10	9.10
	Suelo seco	27.00	34.60	26.20
contenido de humedad		34.81	32.08	34.73
humedad promedio		<b>33.87</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0.40	0.40	99.60
# 40	2.50	2.50	97.10
# 200	62.50	62.50	34.60
P# 200	34.60	34.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3+660**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+360	3+360	3+360
Tara No.		25	2	7
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	43.50	48.30	54.20
	Tara + suelo seco	41.30	45.80	51.30
	Tara	6.30	6.70	7.00
	Agua	2.20	2.50	2.90
	Suelo seco	35.00	39.10	44.30
contenido de humedad		6.29	6.39	6.55
humedad promedio		<b>6.41</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	1.30	1.30	98.70
# 40	3.60	3.60	95.10
# 200	62.40	62.40	32.70
P# 200	32.70	32.70	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**3 + 760**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+760	3+760	3+760
Tara No.		9	10	11
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	36.50	38.60	33.60
	Tara + suelo seco	33.70	35.60	31.00
	Tara	6.60	6.50	6.50
	Agua	2.80	3.00	2.60
	Suelo seco	27.10	29.10	24.50
contenido de humedad		10.33	10.31	10.61
humedad promedio		<b>10.42</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.40	0.40	99.60
# 10	1.40	1.40	98.20
# 40	4.60	4.60	93.60
# 200	54.20	54.20	39.40
P# 200	39.40	39.40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4+060**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+060	4+060	4+060
Tara No.		20	22	24
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	51.70	51.40	55.40
	Tara + suelo seco	47.80	47.20	51.00
	Tara	7.70	6.90	6.50
	Agua	3.90	4.20	4.40
	Suelo seco	40.10	40.30	44.50
contenido de humedad		9.73	10.42	9.89
humedad promedio		<b>10.01</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	3.20	3.20	96.80
# 10	3.70	3.70	93.10
# 40	10.20	10.20	82.90
# 200	57.90	57.90	25.00
P# 200	25.00	25.00	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4 + 160**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+160	4+160	4+160
Tara No.		A	B	C
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	46.20	39.90	46.10
	Tara + suelo seco	44.20	38.10	44.10
	Tara	6.40	5.40	5.80
	Agua	2.00	1.80	2.00
	Suelo seco	37.80	32.70	38.30
contenido de humedad		5.29	5.50	5.22
humedad promedio		<b>5.34</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.10	1.10	98.90
# 10	0.70	0.70	98.20
# 40	7.60	7.60	90.60
# 200	73.30	73.30	17.30
P# 200	17.30	17.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4+260**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+260	4+260	4+260
Tara No.		4	5	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	56.50	59.10	55.60
	Tara + suelo seco	53.10	55.60	51.70
	Tara	7.00	8.00	6.00
	Agua	3.40	3.50	3.90
	Suelo seco	46.10	47.60	45.70
contenido de humedad		7.38	7.35	8.53
humedad promedio		<b>7.75</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.10	1.10	98.90
# 10	3.80	3.80	95.10
# 40	6.10	6.10	89.00
# 200	64.80	64.80	24.20
P# 200	24.20	24.20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4 + 360**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+360	4+360	4+360
Tara No.		1	7	8
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	44.00	41.40	45.00
	Tara + suelo seco	39.00	36.90	40.50
	Tara	6.50	6.90	6.50
	Agua	5.00	4.50	4.50
	Suelo seco	32.50	30.00	34.00
contenido de humedad		15.38	15.00	13.24
humedad promedio		<b>14.54</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.50	0.50	99.50
# 10	1.60	1.60	97.90
# 40	4.70	4.70	93.20
# 200	66.20	66.20	27.00
P# 200	27.00	27.00	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4+460**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+460	4+460	4+460
Tara No.		12	13	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	34.20	45.20	41.80
	Tara + suelo seco	31.70	42.10	38.80
	Tara	5.20	6.90	6.50
	Agua	2.50	3.10	3.00
	Suelo seco	26.50	35.20	32.30
contenido de humedad		9.43	8.81	9.29
humedad promedio		<b>9.18</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	2.00	2.00	98.00
# 200	85.10	85.10	12.90
P# 200	12.90	12.90	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4 + 560**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+560	4+560	4+560
Tara No.		27	28	30
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	52.00	49.90	62.10
	Tara + suelo seco	43.40	41.50	51.50
	Tara	7.00	6.40	7.00
	Agua	8.60	8.40	10.60
	Suelo seco	36.40	35.10	44.50
contenido de humedad		23.63	23.93	23.82
humedad promedio		<b>23.79</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.00	0.00	100.00
# 40	0.10	0.10	99.90
# 200	92.30	92.30	7.60
P# 200	7.60	7.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4+660**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+660	4+660	4+660
Tara No.		23	24	25
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	44.70	40.00	47.70
	Tara + suelo seco	42.40	38.10	45.40
	Tara	6.40	6.40	7.00
	Agua	2.30	1.80	2.30
	Suelo seco	36.00	31.80	38.40
contenido de humedad		6.39	5.66	5.99
humedad promedio		<b>6.01</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.90	0.90	99.10
# 10	0.60	0.60	98.50
# 40	8.70	8.70	89.80
# 200	83.80	83.80	6.00
P# 200	6.00	6.00	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**4+ 760**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+760	4+760	4+760
Tara No.		30	31	33
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	52.40	51.70	54.40
	Tara + suelo seco	48.50	47.30	50.90
	Tara	5.00	6.50	6.60
	Agua	3.90	4.40	3.60
	Suelo seco	43.50	40.80	44.30
contenido de humedad		8.97	10.78	8.12
humedad promedio		<b>9.29</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.10	1.10	98.90
# 10	2.60	2.60	96.30
# 40	7.80	7.80	88.50
# 200	79.10	79.10	9.40
P# 200	9.40	9.40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

4+860

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+860	4+860	4+860
Tara No.		47	60	61
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	35.80	44.00	44.60
	Tara + suelo seco	34.80	42.80	43.40
	Tara	5.30	6.90	6.50
	Agua	1.00	1.20	1.20
	Suelo seco	29.50	35.90	36.90
contenido de humedad		3.39	3.34	3.25
humedad promedio		3.33		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.60	0.60	99.40
# 40	16.90	16.90	82.50
# 200	73.10	73.10	9.40
P# 200	9.40	9.40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

4 + 960

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		4+960	4+960	4+960
Tara No.		15	66	67
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	49.10	49.00	49.30
	Tara + suelo seco	47.30	46.90	47.70
	Tara	7.00	5.00	7.00
	Agua	1.80	2.10	1.60
	Suelo seco	40.30	41.90	40.70
contenido de humedad		4.47	5.01	3.93
humedad promedio		4.47		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.00	0.00	100.00
# 10	0.30	0.30	99.70
# 40	3.80	3.80	95.90
# 200	84.80	84.80	11.10
P# 200	11.10	11.10	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5+160**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+160	5+160	5+160
Tara No.		A	B	C
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	43.30	41.50	47.50
	Tara + suelo seco	41.20	39.50	45.20
	Tara	6.30	5.40	5.80
	Agua	2.10	2.00	2.30
	Suelo seco	34.90	34.10	39.40
contenido de humedad		6.02	5.87	5.84
humedad promedio		<b>5.91</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.90	0.90	99.10
# 10	1.70	1.70	97.40
# 40	7.90	7.90	89.50
# 200	66.80	66.80	22.70
P# 200	22.70	22.70	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5 + 260**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+260	5+260	5+260
Tara No.		30	10	22
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	51.20	49.70	49.80
	Tara + suelo seco	49.70	48.10	48.30
	Tara	7.00	6.50	6.90
	Agua	1.50	1.60	1.50
	Suelo seco	42.70	41.60	41.40
contenido de humedad		3.51	3.85	3.62
humedad promedio		<b>3.66</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.50	0.50	99.50
# 10	1.20	1.20	98.30
# 40	5.00	5.00	93.30
# 200	79.20	79.20	14.10
P# 200	14.10	14.10	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5+360**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+360	5+360	5+360
Tara No.		26	27	28
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	53.20	51.40	48.00
	Tara + suelo seco	51030	49.50	46.20
	Tara	6.90	7.00	6.40
	Agua	1.90	1.90	1.80
	Suelo seco	44.40	42.50	39.80
contenido de humedad		4.28	4.47	4.52
humedad promedio		<b>4.42</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.60	1.60	98.40
# 10	6.20	6.20	92.20
# 40	10.20	10.20	82.00
# 200	61.70	61.70	20.30
P# 200	20.30	20.30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5 + 460**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+460	5+460	5+460
Tara No.		23	24	25
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	47.10	45.00	50.60
	Tara + suelo seco	44.50	42.70	47.70
	Tara	6.40	6.40	7.00
	Agua	2.60	2.30	2.90
	Suelo seco	38.10	36.30	40.70
contenido de humedad		6.82	6.34	7.12
humedad promedio		<b>6.76</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	2.40	2.40	97.60
# 10	5.30	5.30	92.30
# 40	29.60	29.60	62.70
# 200	49.10	49.10	13.60
P# 200	13.60	13.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5+560**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+560	5+560	5+560
Tara No.		18	21	22
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	41.20	49.80	45.60
	Tara + suelo seco	38.80	46.70	42.70
	Tara	6.50	6.80	6.40
	Agua	2.40	3.10	2.90
	Suelo seco	32.30	39.90	36.30
contenido de humedad		7.43	7.76	7.99
humedad promedio		<b>7.73</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	4.50	4.50	95.50
# 10	9.40	9.40	86.10
# 40	30.60	30.60	55.50
# 200	49.60	49.60	5.90
P# 200	5.90	5.90	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**5+ 660**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+660	5+660	5+660
Tara No.		7	8	12
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	47.20	42.00	38.00
	Tara + suelo seco	44.30	39.40	35.80
	Tara	6.90	6.50	5.20
	Agua	2.90	2.60	2.20
	Suelo seco	37.40	32.90	30.60
contenido de humedad		7.75	7.90	7.19
humedad promedio		<b>7.61</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0.20	0.20	99.80
# 10	2.40	2.40	97.40
# 40	18.80	18.80	78.60
# 200	67.00	67.00	11.60
P# 200	11.60	11.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

5+760

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		5+760	5+760	5+760
Tara No.		2	4	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	44.90	55.50	39.20
	Tara + suelo seco	39.80	49.10	34.60
	Tara	6.60	7.10	6.10
	Agua	5.10	6.40	4.60
	Suelo seco	33.20	42.00	28.50
contenido de humedad		15.36	15.24	16.14
humedad promedio		<b>15.58</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1.10	1.10	98.90
# 10	3.70	3.70	95.20
# 40	10.10	10.10	85.10
# 200	71.50	71.50	13.60
P# 200	13.60	13.60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido = NP

Limite plástico = NP

Índice plástico = NP

## RIO MANTA

0+400

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		0+400	0+400	0+400
Tara No.		16	17	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	74.70	65.40	74.10
	Tara + suelo seco	62.10	53.60	61.00
	Tara	6.80	6.40	6.50
	Agua	55.30	47.20	54.50
	Suelo seco	12.60	11.80	13.10
contenido de humedad		22.78	25.00	24.03
humedad promedio		<b>23.94</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	1,10	1,10	98,90
# 200	82,80	82,80	16,10
P# 200	16,10	16,10	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

0 + 420

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		0 + 420	0 + 420	0+420
Tara No.		1	2	2
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	55.70	53.80	54.80
	Tara + suelo seco	37.70	36.90	37.40
	Tara	6.40	6,60	6,90
	Agua	18.00	16.90	17.40
	Suelo seco	31.30	30.30	30.50
contenido de humedad		57.51	55.78	57.05
humedad promedio		<b>56.78</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,20	0,20	99,80
# 200	32,20	32,20	67,60
P# 200	67,60	67,60	
TOTAL	100,00 gr	100gr	

0+420

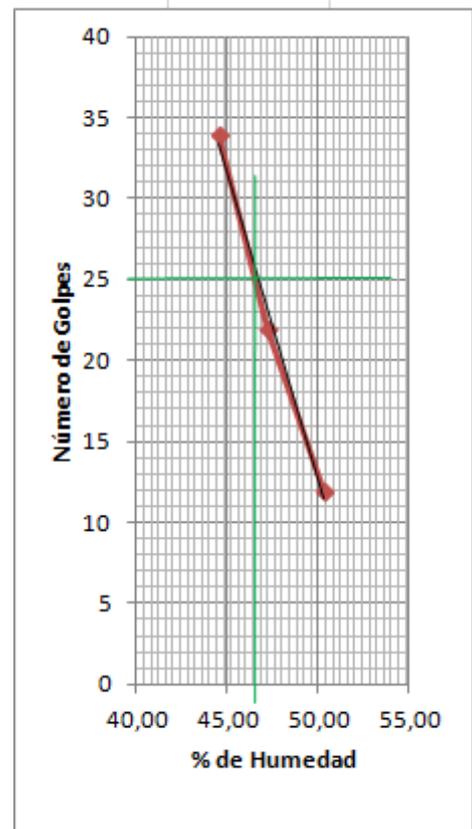
### Limite líquido

Golpes	34	22	12
Peso muestra húmeda + vasija	35.40	37.70	37.20
Peso muestra seca + vasija	26.40	27.60	26.80
Peso vasija	6.20	6.20	6.10
Peso muestra seca	20.20	21.40	20.70
Peso Perdido	9.00	10.10	10.40
% de humedad	44.55	47.20	50.24

### Líquido plástico

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	14.20	14.20
Peso muestra seca + vasija	12.50	12.40
Peso vasija	6.80	6.30
Peso muestra seca	5.70	6.10
Peso Perdido	1.70	1.80
% de humedad	29.82	29.51

Limite líquido =	46.10	%
Limite plástico =	29.66	%
Índice plástico =	16.44	



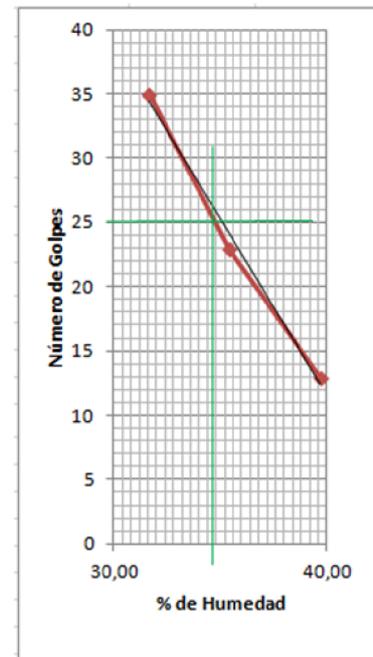
0 + 520

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		0 + 520	0 + 520	0+520
Tara No.		4	5	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	72.30	69.60	64.70
	Tara + suelo seco	56.00	52.60	48.00
	Tara	7.00	8.00	7.00
	Agua	16.30	17.00	16.70
	Suelo seco	49.00	44.60	41.00
contenido de humedad		33.27	38.12	40.70
humedad promedio		37.37		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	1,55	1,55	98,45
# 200	54,74	54,74	43,71
P# 200	43,71	43,71	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



### Límite líquido

Golpes	35	23	13
Peso muestra húmeda + vasija	31.30	29.10	34.60
Peso muestra seca + vasija	25.00	23.30	26.70
Peso vasija	5.10	6.90	6.80
Peso muestra seca	19.90	16.40	19.90
Peso Perdido	6.30	5.80	7.90
% de humedad	31.66	35.37	39.70

### Líquido plástico

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	12.20	12.60
Peso muestra seca + vasija	11.20	11.20
Peso vasija	6.90	5.10
Peso muestra seca	4.30	6.10
Peso Perdido	1.00	1.40
% de humedad	23.26	22.95

Límite líquido =	35.00	%
Límite plástico =	23.11	%
Índice plástico =	11.89	

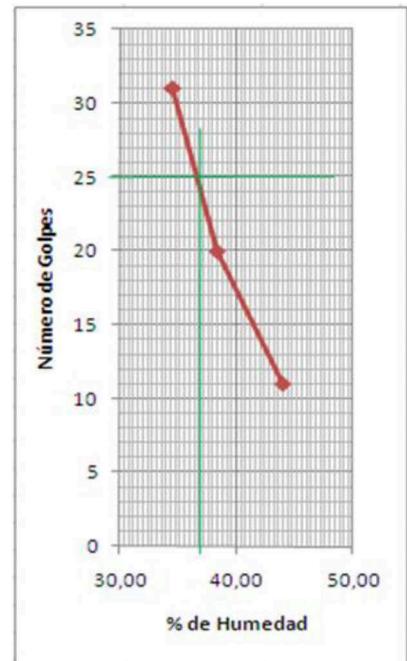
0 + 620

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		0 + 620	0 + 620	0+620
Tara No.		7	8	9
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	67.20	56.90	55.60
	Tara + suelo seco	49.40	42.00	39.70
	Tara	6.90	6.50	7.10
	Agua	17.80	14.90	15.90
	Suelo seco	42.50	35.50	32.60
contenido de humedad		41.88	41.97	48.77
humedad promedio		44.21		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,20	0,20	99,80
# 10	0,90	0,90	98,90
# 40	3,00	3,00	95,90
# 200	46,10	46,10	49,80
P# 200	49,80	49,80	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	31	20	11
Peso muestra húmeda + vasija	28.60	25.10	28.50
Peso muestra seca + vasija	22.90	20.00	21.90
Peso vasija	6.90	6.70	6.90
Peso muestra seca	16.50	13.30	15.00
Peso Perdido	5.70	5.10	6.60
% de humedad	34.55	38.35	44.00

**Líquido plástico**

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	10.90	3.10
Peso muestra seca + vasija	10.10	8.70
Peso vasija	6.40	6.80
Peso muestra seca	3.70	1.90
Peso Perdido	0.80	0.40
% de humedad	21.62	21.05

Limite líquido =	36.30	%
Limite plástico =	21.34	%
Índice plástico =	14.96	

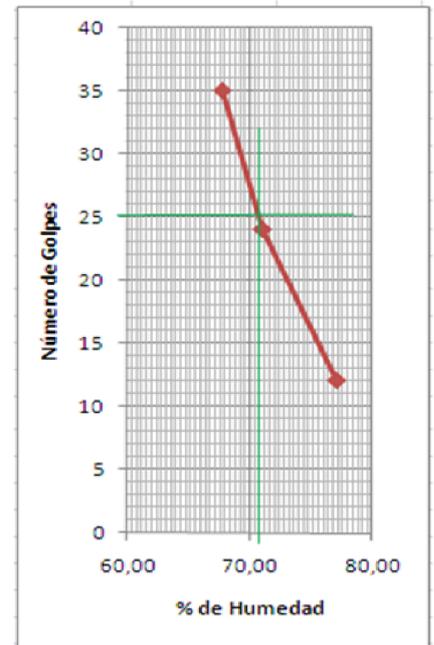
0 + 720

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		0 + 720	0 + 720	0+720
Tara No.		10	11	12
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	53.10	53.30	48.50
	Tara + suelo seco	34.70	37.20	31.00
	Tara	6.70	6.50	5.10
	Agua	18.40	16.10	17.50
	Suelo seco	28.00	30.70	25.50
contenido de humedad		65.75	52.44	67.57
humedad promedio		<b>61.92</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,50	0,50	99,50
# 10	2,20	2,20	97,30
# 40	4,10	4,10	93,20
# 200	25,40	25,40	67,80
P# 200	67,80	67,80	
TOTAL	100,00 gr	100gr	



**Limite líquido**

Golpes	35	20	11
Peso muestra húmeda + vasija	43.00	38.29	39.80
Peso muestra seca + vasija	28.50	25.29	25.60
Peso vasija	7.10	7.00	7.20
Peso muestra seca	21.40	18.29	18.40
Peso Perdido	14.50	13.00	14.20
% de humedad	67.76	71.08	77.17

**Líquido plástico**

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	11.40	11.20
Peso muestra seca + vasija	10.10	9.90
Peso vasija	6.60	6.50
Peso muestra seca	3.50	3.40
Peso Perdido	1.30	1.30
% de humedad	37.14	38.24

Limite líquido =	70.40	%
Limite plástico =	37.69	%
Índice plástico =	32.71	

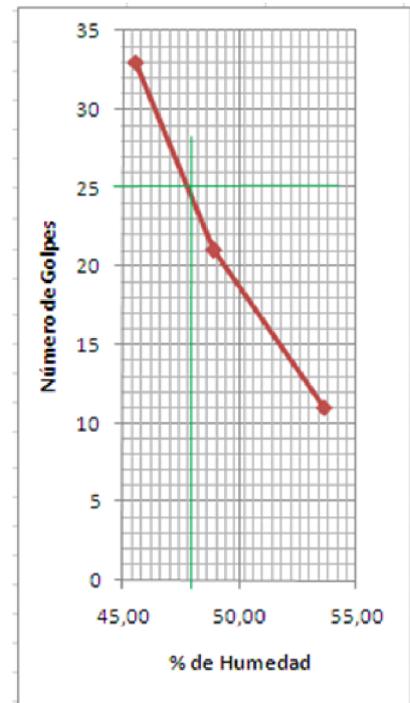
0 + 820

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		0+820	0+820	0+820
Tara No.		13	14	15
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	64.40	57.90	63.70
	Tara + suelo seco	49.00	44.20	48.80
	Tara	6.80	6.40	7.00
	Agua	15.40	13.70	14.90
	Suelo seco	42.20	37.80	41.80
contenido de humedad		36.49	36.24	35.65
humedad promedio		<b>36.13</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,60	0,60	99,40
# 40	2,10	2,10	97,30
# 200	38,90	38,90	58,40
P# 200	58,40	58,40	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	33	21	11
Peso muestra húmeda + vasija	46.00	39.60	38.80
Peso muestra seca + vasija	33.80	28.70	27.70
Peso vasija	7.00	6.40	7.00
Peso muestra seca	26.80	22.30	20.70
Peso Perdido	12.20	10.90	11.10
% de humedad	45.52	48.88	53.62

**Líquido plástico**

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	11.70	11.90
Peso muestra seca + vasija	10.60	11.00
Peso vasija	7.00	8.00
Peso muestra seca	3.60	3.00
Peso Perdido	1.10	0.90
% de humedad	30.56	30.00

Limite líquido =	47.40	%
Limite plástico =	30.28	%
Índice plástico =	17.12	

**0 + 920**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		0+920	0+920	0+920
Tara No.		16	17	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	62.80	70.70	50.30
	Tara + suelo seco	48.80	53.20	39.20
	Tara	7.00	6.40	6.90
	Agua	14.00	17.50	11.10
	Suelo seco	41.80	46.80	32.70
contenido de humedad		33.49	37.39	34.37
humedad promedio		<b>35.08</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,50	0,50	99,50
# 200	66,10	66,10	33,40
P# 200	33,40	33,40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1+020**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+020	1+020	1+020
Tara No.		22	23	24
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	54.80	46.20	56.50
	Tara + suelo seco	44.60	37.50	45.80
	Tara	6.40	6.40	6.50
	Agua	10.20	8.70	10.70
	Suelo seco	38.20	31.10	39.30
contenido de humedad		26.70	27.97	27.23
humedad promedio		<b>27.30</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,10	1,10	98,90
# 10	2,60	2,60	96,30
# 40	7,00	7,00	89,30
# 200	61,10	61,10	28,20
P# 200	28,20	28,20	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

1 + 120

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+120	1+120	1+120
Tara No.		25	26	27
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	48.00	51.00	56.50
	Tara + suelo seco	40.70	43.20	47.60
	Tara	7.20	6.90	7.00
	Agua	7.30	7.80	8.90
	Suelo seco	33.50	36.30	40.60
contenido de humedad		21.70	21.49	21.90
humedad promedio		21.73		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,70	1,70	98,30
# 10	3,00	3,00	95,30
# 40	7,80	7,80	87,50
# 200	57,90	57,90	29,60
P# 200	29,60	29,60	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

1 + 220

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+220	1+220	1+220
Tara No.		28	29	30
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	48.40	56.30	52.60
	Tara + suelo seco	38.60	44.90	42.00
	Tara	6.30	6.80	7.00
	Agua	9.80	11.40	10.60
	Suelo seco	32.30	38.10	35.00
contenido de humedad		30.34	29.92	30.24
humedad promedio		30.18		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,80	1,80	98,20
# 10	2,80	2,80	95,40
# 40	8,20	8,20	87,20
# 200	53,70	53,70	33,50
P# 200	33,50	33,50	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1+320**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+320	1+320	1+320
Tara No.		1	2	3
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	62.70	63.30	67.30
	Tara + suelo seco	48.70	48.40	52.90
	Tara	6.40	6.60	6.90
	Agua	14.00	14.90	14.40
	Suelo seco	42.30	41.80	46.00
contenido de humedad		33.09	35.65	31.30
humedad promedio		<b>33.34</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,30	0,30	99,70
# 10	2,00	2,00	97,70
# 40	9,90	9,90	87,80
# 200	50,80	50,80	37,00
P# 200	37,00	37,00	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**1 + 420**

**Contenido de humedad**

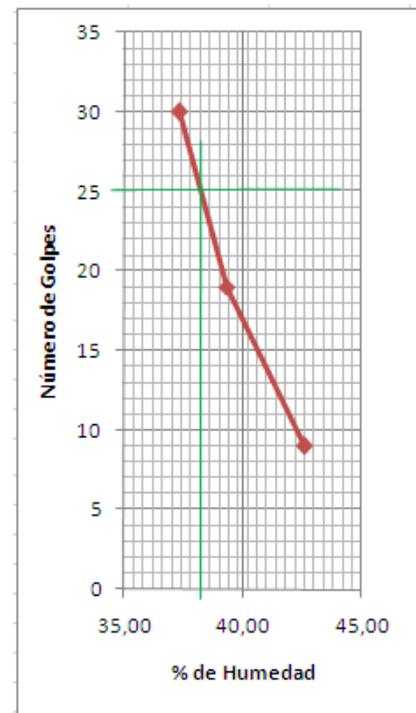
MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		1+420	1+420	1+420
Tara No.		4	5	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	68.40	54.90	62.10
	Tara + suelo seco	53.00	43.00	48.80
	Tara	7.00	8.00	7.00
	Agua	15.40	11.90	13.30
	Suelo seco	46.00	35.00	41.80
contenido de humedad		33.48	34.00	31.82
humedad promedio		<b>33.10</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,10	0,10	99,90
# 10	1,30	1,30	98,60
# 40	3,90	3,90	94,70
# 200	47,10	47,10	47,60
P# 200	47,60	47,60	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	

### Limite líquido

Golpes	30	19	11
Peso muestra húmeda + vasija	49.90	38.80	35.30
Peso muestra seca + vasija	38.10	29.80	26.70
Peso vasija	6.50	6.90	6.50
Peso muestra seca	31.60	22.90	20.20
Peso Perdido	11.80	9.00	8.60
% de humedad	37.30	39.30	42.57



### Líquido plástico

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	14.40	15.00
Peso muestra seca + vasija	12.90	13.40
Peso vasija	6.80	6.90
Peso muestra seca	6.10	6.50
Peso Perdido	1.50	1.60
% de humedad	24.59	24.62

Limite líquido =	38.10	%
Limite plástico =	24.61	%
Índice plástico =	13.49	

1 + 520

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+520	1+520	1+520
Tara No.		7	8	9
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	76.60	69.70	65.00
	Tara + suelo seco	56.70	52.70	48.90
	Tara	6.90	6.50	7.10
	Agua	19.90	17.00	16.10
	Suelo seco	49.80	46.20	41.80
contenido de humedad		39.96	36.80	38.52
humedad promedio		<b>38.43</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,60	1,60	98,40
# 10	0,80	0,80	97,60
# 40	1,10	1,10	96,50
# 200	55,80	55,80	40,70
P# 200	40,70	40,70	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

1 + 620

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+620	1+620	1+620
Tara No.		10	11	12
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	58.90	60.00	49.50
	Tara + suelo seco	46.50	45.90	39.00
	Tara	6.70	6.50	5.10
	Agua	12.40	14.10	10.50
	Suelo seco	39.80	39.40	33.90
contenido de humedad		31.19	30.97	30.97
humedad promedio		<b>31.04</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,10	0,10	99,90
# 40	1,50	1,50	98,40
# 200	84,60	84,60	13,80
P# 200	13,80	13,80	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

1 + 720

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+720	1+720	1+720
Tara No.		13	14	15
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	63.50	52.50	61.30
	Tara + suelo seco	51.50	43.40	49.40
	Tara	6.80	6.40	7.00
	Agua	12.00	9.10	11.90
	Suelo seco	44.70	37.00	42.40
contenido de humedad		26.85	24.50	28.07
humedad promedio		<b>26.47</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,40	0,40	99,60
# 10	2,20	2,20	97,40
# 40	9,90	9,90	87,50
# 200	63,10	63,10	24,40
P# 200	24,40	24,40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

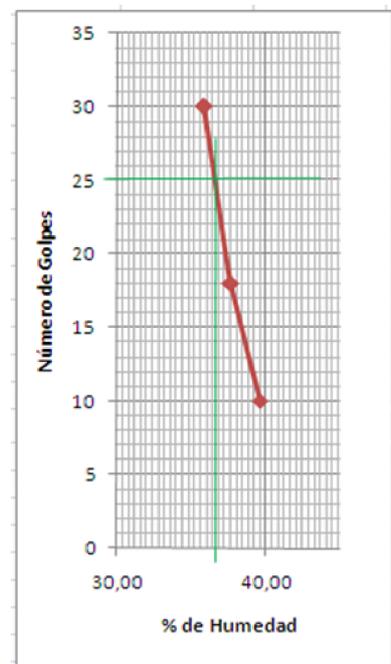
1 + 820

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
Abscisa		1+820	1+820	1+820
Tara No.		16	17	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	56.40	52.60	54.70
	Tara + suelo seco	44.60	41.30	43.20
	Tara	6.80	6.40	6.50
	Agua	11.80	11.30	11.50
	Suelo seco	37.80	34.90	36.70
contenido de humedad		31.22	32.38	31.34
humedad promedio		<b>31.64</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,90	1,90	98,10
# 10	1,60	1,60	96,50
# 40	5,90	5,90	90,60
# 200	46,00	46,00	44,60
P# 200	44,60	44,60	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	30	18	10
Peso muestra húmeda + vasija	38.80	37.00	41.20
Peso muestra seca + vasija	30.30	28.30	31.50
Peso vasija	6.60	5.20	7.00
Peso muestra seca	23.70	23.10	24.50
Peso Perdido	8.50	8.70	9.70
% de humedad	35.86	37.66	39.59

**Líquido plástico**

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	15.20	14.90
Peso muestra seca + vasija	13.50	13.30
Peso vasija	6.70	7.00
Peso muestra seca	6.80	6.30
Peso Perdido	1.70	1.60
% de humedad	25.00	25.40

Limite líquido =	36.35	%
Limite plástico =	25.20	%
Índice plástico =	11.15	

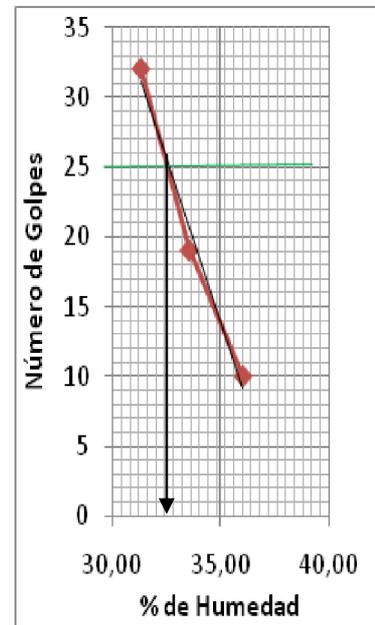
1+920

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		1+920	1+920	1+920
Tara No.		19	20	21
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	60,90	58,30	53,90
	Tara + suelo seco	48,20	46,10	43,70
	Tara	7,00	6,40	6,90
	Agua	12,70	12,20	10,20
	Suelo seco	41,20	39,70	36,80
contenido de humedad		30,83	30,73	27,72
humedad promedio		<b>29,76</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,50	0,50	99,50
# 10	0,70	0,70	98,80
# 40	6,60	6,60	92,20
# 200	49,00	49,00	43,20
P# 200	43,20	43,20	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	32	19	10
Peso muestra humedad + vasija	35,70	27,10	24,80
Peso muestra seca + vasija	28,90	21,90	19,90
Peso vasija	7,20	6,40	6,30
Peso muestra seca	21,70	15,50	13,60
Peso Perdido	6,80	5,20	4,90
% de humedad	31,34	33,55	36,03

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra humedad + vasija	11,1	11,60
Peso muestra seca + vasija	10,30	10,70
Peso vasija	7,00	7,00
Peso muestra seca	3,30	3,70
Peso Perdido	0,80	0,90
% de humedad	24,24	24,32

Limite líquido =	32,25	%
Limite plástico =	24,28	%
Índice plástico =	7,97	

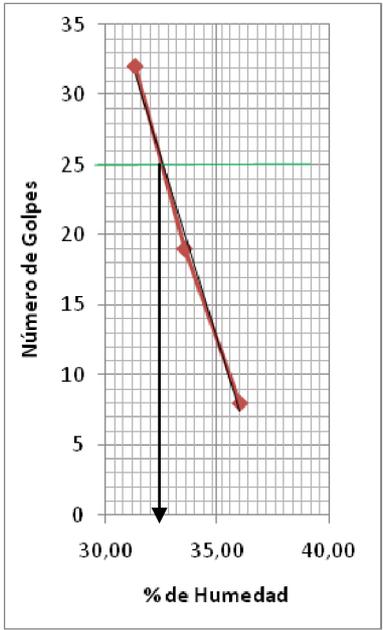
**2+020**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abcisa		2+020	2+020	2+020
Tara No.		22	23	24
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	84,30	60,40	64,40
	Tara + suelo seco	59,90	42,70	45,00
	Tara	6,40	6,40	6,50
	Agua	24,40	17,70	19,40
	Suelo seco	53,50	36,30	38,50
contenido de humedad		45,61	48,76	50,39
humedad promedio		<b>48,25</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,30	0,30	99,70
# 200	39,80	39,80	59,90
P# 200	59,90	59,90	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	32	19	8
Peso muestra humedad + vasija	36,70	43,83	41,00
Peso muestra seca + vasija	29,40	34,30	31,40
Peso vasija	7,00	7,00	6,50
Peso muestra seca	22,40	27,30	24,90
Peso Perdido	7,30	9,53	9,60
% de humedad	32,59	34,91	38,55

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra humedad + vasija	16,6	14,50
Peso muestra seca + vasija	14,50	12,80
Peso vasija	6,50	6,50
Peso muestra seca	8,00	6,30
Peso Perdido	2,10	1,70
% de humedad	26,25	26,98

Limite líquido =	33,50	%
Limite plástico =	26,62	%
Índice plástico =	6,88	

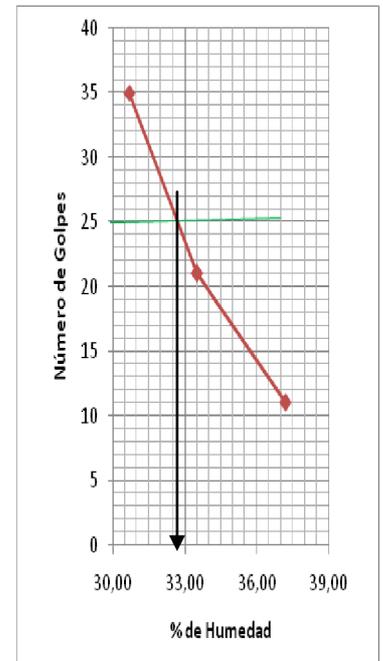
2+120

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+120	2+120	2+120
Tara No.		25	26	27
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	58,80	63,30	68,10
	Tara + suelo seco	46,70	50,30	54
	Tara	7,20	6,90	7,00
	Agua	12,10	13,00	14,10
	Suelo seco	39,50	43,40	47,00
contenido de humedad		30,63	29,95	30,00
humedad promedio		<b>30,19</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,60	0,60	99,40
# 10	1,10	1,10	98,30
# 40	2,10	2,10	96,20
# 200	44,50	44,50	51,70
P# 200	50,70	50,70	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	35	19	8
Peso muestra humedad + vasija	35,00	31,40	29,70
Peso muestra seca + vasija	28,40	25,30	23,60
Peso vasija	6,90	7,10	7,20
Peso muestra seca	21,50	18,20	16,40
Peso Perdido	6,60	6,10	6,10
% de humedad	30,70	33,52	37,20

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra humedad + vasija	12,3	12,80
Peso muestra seca + vasija	11,20	11,60
Peso vasija	6,60	6,90
Peso muestra seca	4,60	4,70
Peso Perdido	1,10	1,20
% de humedad	23,91	25,53

Limite líquido =	32,40	%
Limite plástico =	24,72	%
Índice plástico =	7,68	

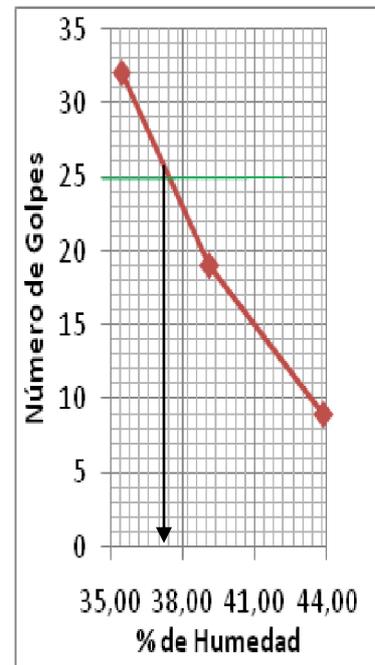
2+220

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+220	2+220	2+220
Tara No.		28	29	30
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	56,40	55,20	59,60
	Tara + suelo seco	41,10	39,80	44,10
	Tara	6,30	6,80	7,00
	Agua	15,30	15,40	15,50
	Suelo seco	34,80	33,00	37,10
contenido de humedad		43,97	46,67	41,78
humedad promedio		<b>44,14</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,80	0,80	99,20
# 10	1,00	1,00	98,20
# 40	4,80	4,80	93,40
# 200	41,80	41,80	51,60
P# 200	51,60	51,60	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	32	19	9
Peso muestra humedad + vasija	38,50	39,49	42,90
Peso muestra seca + vasija	30,10	30,30	31,80
Peso vasija	6,40	6,80	6,50
Peso muestra seca	23,70	23,50	25,30
Peso Perdido	8,40	9,19	11,10
% de humedad	35,44	39,11	43,87

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra humedad + vasija	12,4	12,60
Peso muestra seca + vasija	11,40	11,20
Peso vasija	8,00	6,40
Peso muestra seca	3,40	4,80
Peso Perdido	1,00	1,40
% de humedad	29,41	29,17

Limite líquido =	37,00	%
Limite plástico =	29,29	%
Índice plástico =	7,71	

2 + 320

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+320	2+320	2+320
Tara No.		1	2	3
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	60.60	48.80	60.90
	Tara + suelo seco	46.90	37.20	46.10
	Tara	6.40	6.60	6.90
	Agua	13.70	11.60	14.80
	Suelo seco	40.50	30.60	39.20
contenido de humedad		26.85	37.91	37.76
humedad promedio		<b>36.50</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,60	0,60	99,40
# 10	2,20	2,20	97,20
# 40	8,20	8,20	89,00
# 200	49,10	49,10	39,90
P# 200	39,90	39,90	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

2+420

**Contenido de humedad**

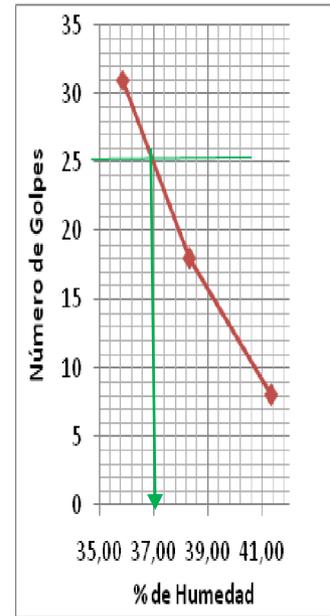
MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+420	2+420	2+420
Tara No.		4	5	6
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	60,5	62,5	55,6
	Tara + suelo seco	47,5	49,0	44,5
	Tara	7,00	8,00	7,00
	Agua	13,00	13,5	11,1
	Suelo seco	40,50	41,0	37,5
contenido de humedad		32,10	32,93	29,6
humedad promedio		<b>31,54</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,40	0,40	99,60
# 10	1,50	1,50	98,10
# 40	4,30	4,30	93,80
# 200	39,40	39,40	54,40
P# 200	54,40	54,40	
TOTAL	100,00 gr	100,00	gr

### Limite líquido

Golpes	31	18	8
Peso muestra húmeda + vasija	36,90	37,66	38,70
Peso muestra seca + vasija	28,80	28,92	29,20
Peso vasija	6,20	6,10	6,20
Peso muestra seca	22,60	22,82	23,00
Peso Perdido	8,10	8,74	9,5
% de humedad	35,84	38,30	41,30



### Limite plástico

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	10,6	10,70
Peso muestra seca + vasija	9,80	9,90
Peso vasija	6,70	6,60
Peso muestra seca	3,10	3,30
Peso Perdido	0,80	0,80
% de humedad	25,81	24,24

Limite líquido =	36.60	%
Limite plástico =	25.03	%
Índice plástico =	11.57	

2 + 520

### Contenido de humedad

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+520	2+520	2+520
Tara No.		7	8	9
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	42.00	43.20	43.00
	Tara + suelo seco	35.40	36.20	36.30
	Tara	6.90	6.50	7.10
	Agua	6.60	7.00	6.70
	Suelo seco	28.50	29.70	29.20
contenido de humedad		23.16	23.57	22.95
humedad promedio		<b>23.23</b>		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	1,50	1,50	98,50
# 10	2,30	2,30	96,20
# 40	6,00	6,00	90,20
# 200	57,90	57,90	32,30
P# 200	32,30	32,30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

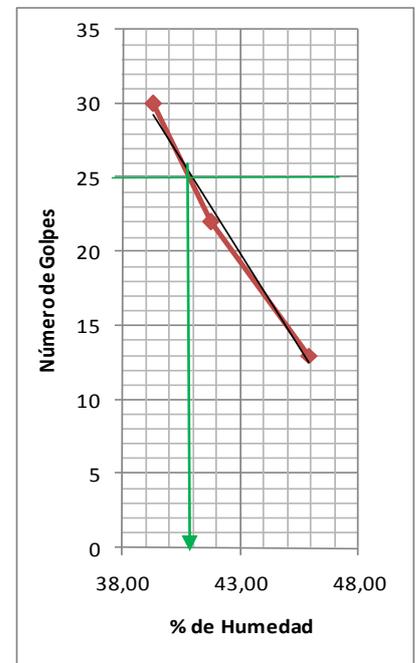
2+620

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+620	2+620	2+620
Tara No.		10	11	12
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	57,20	52,60	51,50
	Tara + suelo seco	43,20	39,40	37,00
	Tara	6,70	6,50	5,10
	Agua	14,00	13,20	14,50
	Suelo seco	36,50	32,90	31,90
contenido de humedad		38,36	40,12	45,45
humedad promedio		<b>41,31</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,60	0,60	99,40
# 10	0,50	0,50	98,90
# 40	3,80	3,80	95,10
# 200	39,10	39,10	56,00
P# 200	56,00	56,00	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	32	19	8
Peso muestra húmeda + vasija	30,30	35,15	33,00
Peso muestra seca + vasija	23,50	26,60	24,70
Peso vasija	6,20	6,10	6,60
Peso muestra seca	17,30	20,50	18,10
Peso Perdido	6,80	8,55	8,30
% de humedad	39,31	41,71	45,86

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra humedad + vasija	12,30	12,20
Peso muestra seca + vasija	11,10	11,00
Peso vasija	6,90	6,90
Peso muestra seca	4,20	4,10
Peso Perdido	1,20	1,20
% de humedad	28,57	29,27

Limite líquido =	40.30	%
Limite plástico =	28.92	%
Índice plástico =	11.38	

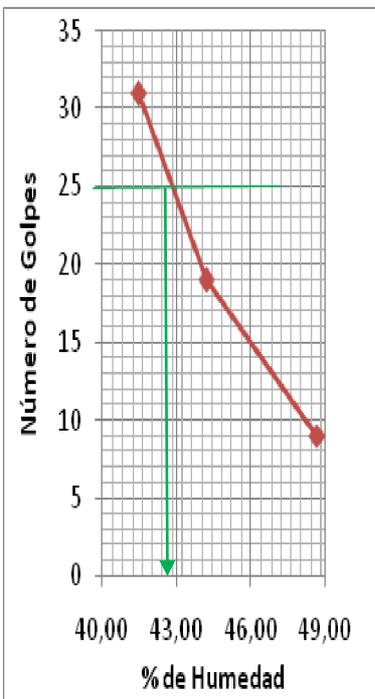
2+720

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+720	2+720	2+720
Tara No.		13	14	15
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	54,20	61,30	62,40
	Tara + suelo seco	35,50	42,10	39,90
	Tara	6,80	6,40	7,00
	Agua	18,70	19,20	22,50
	Suelo seco	28,70	35,70	32,90
contenido de humedad		65,16	53,78	68,39
humedad promedio		<b>62,44</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,30	0,30	99,70
# 200	31,60	31,60	68,10
P# 200	68,10	68,10	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	



**Limite líquido**

Golpes	31	19	8
Peso muestra húmeda + vasija	32,20	26,64	32,60
Peso muestra seca + vasija	24,70	20,10	23,60
Peso vasija	6,60	5,30	5,10
Peso muestra seca	18,10	14,80	18,50
Peso Perdido	7,50	6,54	9
% de humedad	41,44	44,19	48,65

**Limite plástico**

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	10,80	11,90
Peso muestra seca + vasija	9,60	10,20
Peso vasija	5,50	4,70
Peso muestra seca	4,10	5,50
Peso Perdido	1,20	1,70
% de humedad	29,27	30,91

Limite líquido =	42.40	%
Limite plástico =	30.09	%
Índice plástico =	12.31	

**2 + 820**

**Contenido de humedad**

MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+820	2+820	2+820
Tara No.		16	17	18
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	88.70	74.10	97.00
	Tara + suelo seco	65.20	53.60	70.80
	Tara	6.80	6.40	6.50
	Agua	23.50	20.50	26.20
	Suelo seco	58.70	47.20	64.30
contenido de humedad		40.03	43.43	40.75
humedad promedio		<b>41.40</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,30	0,30	99,70
# 40	2,40	2,40	97,30
# 200	65,80	65,80	31,50
P# 200	31,50	31,50	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

**2+920**

**Contenido de humedad**

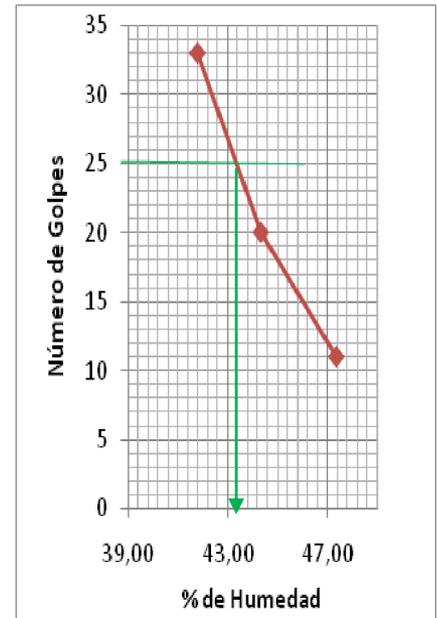
MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		2+920	2+920	2+920
Tara No.		19	20	21
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	76.00	64,4	68.00
	Tara + suelo seco	50,2	42.00	45,50
	Tara	7,00	6,40	6,90
	Agua	25,8	22,40	22,50
	Suelo seco	43,20	35,60	38,60
contenido de humedad		59,72	62,92	58,29
humedad promedio		<b>60,30</b>		

**Granulometría**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	0,20	0,20	99,80
# 200	19,50	19,50	80,30
P# 200	80,30	80,30	
TOTAL	100,00 gr	100,00 gr	

### Limite líquido

Golpes	33	20	11
Peso muestra húmeda + vasija	33,50	33,10	33,40
Peso muestra seca + vasija	25,10	24,90	24,40
Peso vasija	5,00	6,40	5,40
Peso muestra seca	20,10	18,50	19,00
Peso Perdido	8,40	8,20	9,00
% de humedad	41,79	44,32	47,37



### Limite plástico

Golpes		
Peso muestra húmeda + vasija	9,8	9,70
Peso muestra seca + vasija	9,00	9,10
Peso vasija	6,10	6,80
Peso muestra seca	2,90	2,30
Peso Perdido	0,80	0,60
% de humedad	27,59	26,09

Limite líquido =	43.20	%
Limite plástico =	26.84	%
Índice plástico =	16.36	

3 + 020

### Contenido de humedad

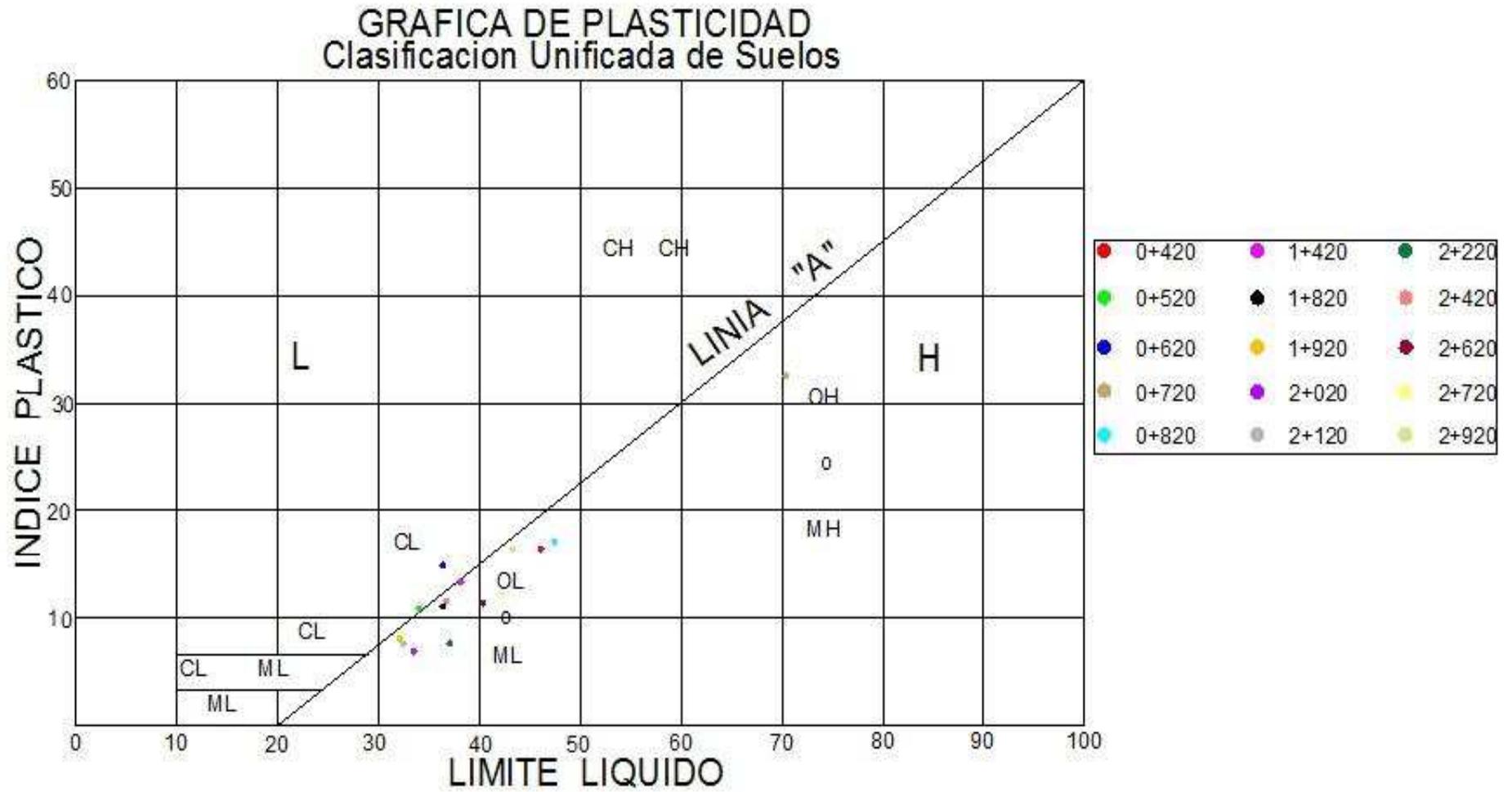
MUESTRA No.		1	2	3
abscisa		3+020	3+020	3+020
Tara No.		22	23	24
PESO EN GRAMO	Tara + suelo húmedo	76.80	66.30	72.80
	Tara + suelo seco	57.40	46.20	50.20
	Tara	6.40	6.40	6.50
	Agua	19.40	20.10	22.60
	Suelo seco	51.00	39.80	43.70
contenido de humedad		38.04	50.50	51.72
humedad promedio		46.75		

### Granulometría

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%PASA
# 4	0,00	0,00	100,00
# 10	0,00	0,00	100,00
# 40	1,00	1,00	99,00
# 200	62,70	62,70	36,30
P# 200	36,30	36,30	
TOTAL	100,00 gr	100,00	

Limite líquido =	NP
Limite plástico =	NP
Índice plástico =	NP

Anexo 6:  
 Carta de plasticidad



## ANEXO 7

### TABLA RESUMEN DE ESTUDIOS DE CAMPO Y DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Resumen final de los ensayos - río Manta

ABSCISA	PERFORACIÓN	COTA	ESPESOR DE SEDIMENTO	PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACIÓN SUCS	% W	CONTENIDO ORGÁNICO %
					% Q PASA		L.L	I.P			
					TAMIZ # 4	TAMIZ #200					
0+400	P-1	1,470	1,809	0,00 - 0,60	100	16,10	-	NP	SM	23,94	
0+420	P-2	1,110	1,608	0,00 - 0,60	100	67,60	46,10	16,44	ML	56,77	
0+520	P-3	1,150	1,590	0,00 - 0,60	100	43,71	34,01	10,90	SC	37,37	
0+620	P-4	0,818	1,238	0,00 - 0,60	99,80	49,80	36,30	14,96	SC	44,21	5,49
0+720	P-5	1,711	1,038	0,00 - 0,60	99,50	67,80	70,40	32,71	MH	61,91	
0+820	P-6	0,929	1,300	0,00 - 0,60	100	58,40	47,40	17,12	ML*	36,30	
0+920	P-7	1,407	0,754	0,00 - 0,60	100	33,40	-	NP	SM	35,08	
1+020	P-8	1,968	0,917	0,00 - 0,60	98,90	28,20	-	NP	SM	27,30	
1+120	P-9	1,890	0,777	0,00 - 0,60	98,30	29,60	-	NP	SM	21,73	5,65
1+220	P-10	1,515	1,065	0,00 - 0,60	98,20	33,50	-	NP	SM	30,18	
1+320	P-11	1,909	0,969	0,00 - 0,60	99,70	37,00	-	NP	SM	33,35	
1+420	P-12	2,319	1,221	0,00 - 0,60	99,90	47,60	38,10	13,49	SC	33,10	
1+520	P-13	2,590	1,157	0,00 - 0,60	98,40	40,70	-	NP	SM*	38,43	
1+620	P-14	2,504	1,012	0,00 - 0,60	100	13,80	-	NP	SM	32,64	
1+720	P-15	3,778	1,205	0,00 - 0,60	99,60	24,40	-	NP	SM	26,50	
1+820	P-16	4,010	1,320	0,00 - 0,60	98,20	44,60	36,35	11,15	SM**	31,65	
1+920	P-17	4,253	1,380	0,00 - 0,60	99,50	43,20	32,25	7,97	SM**	29,76	
2+020	P-18	4,206	1,066	0,00 - 0,60	100	59,90	33,50	6,88	ML*	48,25	
2+120	P-19	4,183	1,125	0,00 - 0,60	99,40	50,70	32,40	7,68	ML*	30,19	6,38
2+220	P-20	4,382	1,242	0,00 - 0,60	99,20	51,60	37,00	7,71	ML*	44,14	
2+320	P-21	4,459	1,134	0,00 - 0,60	99,40	39,90	-	NP	SM*	36,50	

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

ABSCISA	PERFORACIÓN	COTA	ESPESOR DE SEDIMENTO	PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACIÓN SUCS	% W	CONTENIDO ORGÁNICO %
					% Q PASA		L.L	I.P			
					TAMIZ # 4	TAMIZ #200					
2+420	P-22	4,816	1,185	0,00 - 0,60	99,60	54,40	36,60	11,57	ML*	30,85	
2+520	P-23	4,800	1,210	0,00 - 0,60	98,50	32,30	-	NP	SM	23,23	4,13
2+620	P-24	4,995	1,043	0,00 - 0,60	99,40	56,00	40,30	11,38	ML*	41,31	
2+720	P-25	5,179	1,070	0,00 - 0,60	100	68,10	42,40	12,31	ML	62,44	
2+820	P-26	5,896	1,120	0,00 - 0,60	100	31,50	-	NP	SM	41,40	
2+920	P-27	5,978	1,123	0,00 - 0,60	100	80,30	43,20	16,36	ML	60,30	11,67
3+020	P-28	5,987	0,644	0,00 - 0,60	100	36,30	-	NP	SM	46,75	

**SP-SM** : ARENA LIMOSA MAL GRADUADA DE PLASTICIDAD NULA

**SM** : ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD NULA

**SM\*** : MEZCLA DE ARENA CON LIMO NO PLASTICA

**SM\*\*** : MEZCLA DE ARENA Y LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD

**SC** : MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**ML** : LIMO ARENOSO DE MEDIANA PLASTICIDAD

**ML\*** : MEZCLA DE LIMO Y ARENA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**MH** : LIMO ARENOSO DE ALTA PLASTICIDAD

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

Resumen final de los ensayos - río Burro

ABSCISA	PERFORACIÓN	COTA	ESPESOR DE SEDIMENTO	PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACIÓN SUCS	% W	CONTENIDO ORGÁNICO %	PRÓCTOR		CBR %
					% Q PASA		L.L	I.P				HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁX. (Kg/cm <sup>3</sup> )	
					TAMIZ # 4	TAMIZ #200								
0+560	-	-	-	0,00 - 0,60	-	-	-	-	-	-	6,95	-	-	-
0+960	-	-	-	0,00 - 0,60	-	-	-	-	-	-	6,61	-	-	-
1+360	P-1	9,082	1,040	0,00 - 0,60	99,50	11,90	-	NP	SP-SM	22,17				
1+460	P-2	8,984	0,710	0,00 - 0,60	99,60	15,30	-	NP	SM	17,04				
1+560	P-3	10,091	1,250	0,00 - 0,60	100	16,20	-	NP	SM	21,35				
1+660	P-4	10,843	1,120	0,00 - 0,60	100	33,60	-	NP	SM	29,24				
1+760	P-5	11,076	0,915	0,00 - 0,60	99,70	14,10	-	NP	SM	22,25	1,83	14,00	1,828	17
2+160	P-6	14,106	1,220	0,00 - 0,60	100	13,10	-	NP	SM	26,33				
2+260	P-7	14,689	1,040	0,00 - 0,60	100	15,20	-	NP	SM	21,98				
2+560	P-8	16,180	0,860	0,00 - 0,60	100	13,80	-	NP	SM	22,60				
2+660	P-9	17,042	1,070	0,00 - 0,60	99,80	12,30	-	NP	SM	11,36				
2+760	P-10	19,557	1,230	0,00 - 0,60	100	7,60	-	NP	SP-SM	7,57				
2+860	P-11	19,404	1,080	0,00 - 0,60	100	6,20	-	NP	SP-SM	30,44				
2+960	P-12	20,035	0,950	0,00 - 0,60	99,60	18,00	-	NP	SM	33,93				
3+060	P-13	20,991	1,190	0,00 - 0,60	98,10	6,80	-	NP	SP-SM	25,67				
3+160	P-14	21,169	0,780	0,00 - 0,60	98,20	28,20	-	NP	SM	35,92				
3+260	P-15	22,083	0,960	0,00 - 0,60	98,80	17,30	-	NP	SM	22,36				
3+360	P-16	24,662	0,891	0,00 - 0,60	97,90	24,30	-	NP	SM	12,49	1,96	14,10	1,982	35
3+560	P-17	26,280	0,632	0,00 - 0,60	100	34,60	-	NP	SM	33,87				
3+660	P-18	28,069	0,770	0,00 - 0,60	100	32,70	-	NP	SM	6,41				
3+760	P-19	29,254	1,060	0,00 - 0,60	99,60	39,40	-	NP	SM	10,42				
4+060	P-20	29,528	0,528	0,00 - 0,60	96,80	25,00	-	NP	SM	10,01				

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin

ABSCISA	PERFORACIÓN	COTA	ESPESOR DE SEDIMENTO	PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACIÓN SUCS	% W	CONTENIDO ORGÁNICO %	PRÓCTOR		CBR %
					% Q PASA		L.L	I.P				HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁX. (Kg/cm <sup>3</sup> )	
					TAMIZ #4	TAMIZ #200								
4+160	P-21	30,878	0,628	0,00 - 0,60	98,90	17,30	-	NP	SM	5,34				
4+260	P-22	32,300	0,800	0,00 - 0,60	98,90	24,20	-	NP	SM	7,75				
4+360	P-23	33,473	0,723	0,00 - 0,60	99,50	27,00	-	NP	SM	14,54				
4+460	P-24	35,300	1,300	0,00 - 0,60	100	12,90	-	NP	SM	9,18				
4+560	P-25	35,940	0,690	0,00 - 0,60	100	7,60	-	NP	SP-SM	23,79				
4+660	P-26	37,270	0,770	0,00 - 0,60	99,10	6,00	-	NP	SP-SM	6,01				
4+760	P-27	38,831	0,830	0,00 - 0,60	98,90	9,40	-	NP	SP-SM	9,29	2,04	15,60	1,83	26
4+860	P-28	39,100	0,500	0,00 - 0,60	100	9,40	-	NP	SP-SM	3,33				
4+960	P-29	40,310	1,210	0,00 - 0,60	100	11,10	-	NP	SP-SM	4,47				
5+160	P-30	40,551	0,951	0,00 - 0,60	99,10	22,70	-	NP	SM	5,91				
5+260	P-31	41,950	1,100	0,00 - 0,60	99,50	14,10	-	NP	SM	3,66				
5+360	P-32	42,880	0,780	0,00 - 0,60	98,40	20,30	-	NP	SM	4,42				
5+460	P-33	43,563	0,593	0,00 - 0,60	97,60	13,60	-	NP	SM	6,76				
5+560	P-34	44,425	0,680	0,00 - 0,60	95,50	5,90	-	NP	SP-SM	7,73				
5+660	P-35	45,090	0,570	0,00 - 0,60	99,80	11,60	-	NP	SP-SM	7,61				
5+760	P-36	46,065	0,615	0,00 - 0,60	98,90	13,60	-	NP	SM	15,58	2,18			

**SP-SM** : ARENA LIMOSA MAL GRADUADA DE PLASTICIDAD NULA

**SM** : ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD NULA

Autores: Mero García Raúl - Vera Chele Franklin