

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



Facultad De Ingeniería En Ciencias De La Tierra

“Estudio Para El Aprovechamiento Óptimo De Los Depósitos Aluviales Considerados En El Proceso De Obtención De Libres Aprovechamientos De Materiales De Construcción, De La Prefectura De Los Ríos”.

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

IVAN RODRIGO ARMIJO VERDEZOTO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios por la Salud y Vida. A los Profesores, en especial al Director de Tesis por la formación académica impartida. A mis Padres y mi Esposa, quienes han sabido darme el apoyo en el día a día para lograr esta nueva meta.

IVAN RODRIGO ARMIJO VERDEZOTO

DEDICATORIA

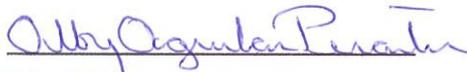
A Dios

A mis Profesores

A mis Padres y mi Esposa

IVAN RODRIGO ARMIJO VERDEZOTO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Msc. Alby Aguilar Pesantes
PRESIDENTA



Msc. Fabián Peñafiel Torres
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Luis Zambrano Cruzatty
VOCAL



Iván Rodrigo Armijo Verdezoto
TESISTA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Iván R. Armijo V.

RESUMEN

Dada la necesidad de la Prefectura de Los Ríos en obtener datos técnicos de los materiales extraídos de los depósitos aluviales a los cuales denominan minas de material pétreo; poder seleccionarlas y asignarlas a las obras que se ejecutan en esta institución de acuerdo a:

- Las características de los materiales a encontrarse en cada depósito aluvial.
- Ubicación más cernada de los depósitos aluviales a las obras, para disminuir el costo de transporte.

Es lo que originó el desarrollo de esta Tesis de Grado.

Junto con los diversos problemas que se generan en cada sitio donde se encuentran estas minas debido a su explotación y condiciones en épocas invernales en las cuales se producen desbordamientos, inundaciones y demás.

Considerando este tipo de proyectos como una pieza base en el desarrollo y la mejora técnica, social y ambiental; en el presente trabajo se analizan los resultados y se estudia un aprovechamiento para estos depósitos aluviales.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XI
SIMBOLOGIA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XV
INDICE DE GRAFICOS.....	XIX
CAPITULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes Del Proyecto.....	1
1.2 Justificación Del Proyecto.....	5
1.3 Objetivos Del Proyecto.....	6
CAPITULO 2	
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
2.1 Descripción.....	8
2.2 Alcance.....	9

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO DE LOS RÍOS INVOLUCRADOS, EN LOS TRAMOS DE EXPLOTACIÓN.....	11
3.1 Identificar y analizar los puntos críticos en los tramos Del Rio.....	12
3.1.1 Azolves del rio.....	34
3.1.2 Deslizamientos de taludes.....	43
3.1.3 Meandros de curva cerrada.....	46

CAPITULO 4

4. ESTUDIO DE POSIBLES SOLUCIONES.....	55
4.1 Explotación del material y cierre técnico de las actividades en el cauce.....	55
4.2 Protección del cauce.....	60
4.3 Reubicación del sitio de explotación de conformidad con el patrón morfológico del rio.....	68

CAPITULO 5

5. ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES.....	70
5.1 Consideraciones específicas.....	71
5.2 Ensayos del laboratorio	90
5.3 Análisis de la información.....	99

5.4 Clasificación de los materiales de acuerdo a su uso en las diferentes áreas de la construcción.....	107
5.5 Estimación del volumen de materiales depositados actualmente.....	109
5.6 Esquematizar los resultados obtenidos para una rápida selección a nivel provincial.....	111

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	114
6.2 Recomendaciones.....	120

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Oficial Americana de Carreteras Estatales y Transportes)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayo de Materiales)
C.B.R.	California Bearing Ratio (Relación de soporte de California)
Cr	Consistencia Relativa
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
IP	Índice Plástico
LC	Límite de Retracción o Contracción
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

SIMBOLOGIA

>	Mayor que
<	Menor que
#	numero
%	Porcentaje
=	Igual
gr/cm ³	Gramo sobre Centímetro cúbico.
kg	kilogramo
km	Kilometro
m	Metro
m ²	Metro Cuadrado
m ³	Metro Cubico
mm	Milímetro
W (%)	Porcentaje de Humedad

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Mina El Placer.....	13
Figura 3.2 Mina La Clara.....	15
Figura 3.3 Mina Los Francos.....	17
Figura 3.4 Mina San Mateo.....	19
Figura 3.5 Mina Pablo 7.....	22
Figura 3.6 Mina El Caucho.....	25
Figura 3.7 Mina Puente Camarones.....	28
Figura 3.8 Mina Patricia Pilar.....	31
Figura 3.9 Rio De Zona Montañosa Fluyendo A Pie De Monte Y Llanura, Ríos Maduros.....	38
Figura 3.10 Etapas De Formación De Un Río.....	39
Figura 3.11 Rio Trenzado Con: V1=Vega Baja, V2=Sobrevega, T1-T3=Terrazas.....	41
Figura 3.12 Patrones De Cauce De Un Río.....	42
Figura 3.13 Fallas Típicas En Las Superficies De Las Orillas.....	46
Figura 3.14 Sinuosidad De Un Río.....	47

Figura 3.15	Cinturón De Meandros.....	48
Figura 3.16	Desarrollo De Terrazas Agradacionales.....	49
Figura 3.17	Vista En Planta Y Sección, Del Lecho De Un Meandro.....	50
Figura 3.18	Desarrollo De Orillares En Una Llanura Meandrica.....	51
Figura 3.19	Proceso De Meandrificación De Un Río.....	52
Figura 3.20	Proceso De Estrangulamiento De Meandros.....	53
Figura 4.1	Sección En V Truncada Con Sus Características Hidráulicas.....	58
Figura 4.2	Sección Compuesta De Canal En V.....	59
Figura 4.3	Sección Simple De Canal En V.....	64
Figura 4.4	Malla De Gavión Tipo Colchón.....	65
Figura 4.5	Malla De Gavión De Protección Superior E Inferior.....	65
Figura 4.6	Muro Longitudinal.....	66
Figura 4.7	Muro De Enrocado.....	66
Figura 5.1	Esquema De Ubicación De Las Minas En La Provincia De Los Ríos.....	112

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1 Datos Y Coordenadas GPS Mina El Placer.....	13
Cuadro 3.2 Análisis De Condiciones Mina El Placer.....	14
Cuadro 3.3 Datos Y Coordenadas GPS Mina La Clara.....	15
Cuadro 3.4 Análisis De Condiciones Mina La Clara.....	16
Cuadro 3.5 Datos Y Coordenadas GPS Mina Los Francos.....	17
Cuadro 3.6 Análisis De Condiciones Mina Los Francos.....	18
Cuadro 3.7 Datos Y Coordenadas GPS Mina San Mateo.....	19
Cuadro 3.8 Análisis De Condiciones Mina San Mateo.....	21
Cuadro 3.9 Datos Y Coordenadas GPS Mina Pablo 7.....	22
Cuadro 3.10 Análisis De Condiciones Mina Pablo 7.....	24
Cuadro 3.11 Datos Y Coordenadas GPS Mina El Caucho.....	25
Cuadro 3.12 Análisis De Condiciones Mina El Caucho.....	27
Cuadro 3.13 Datos Y Coordenadas GPS Mina Puente Camarones.....	28
Cuadro 3.14 Análisis De Condiciones Mina Puente Camarones.....	30
Cuadro 3.15 Datos Y Coordenadas GPS Mina Patria Pilar.....	31
Cuadro 3.16 Análisis De Condiciones Mina Patria Pilar.....	33

Cuadro 3.17	Clasificación USDA De Suelos En Los Sitios De Las Minas.....	35
Cuadro 3.18	Descripción De La Clasificación USDA De Suelos En Los Sitios De Las Minas.....	35
Cuadro 3.19	Procesos Varios De Un Terreno En Función De Su Pendiente.....	36
Cuadro 3.20	Puntos Críticos En Los Cauces En Las Minas.....	54
Cuadro 4.1	Efectos Potenciales Debido A La Extracción De Materiales En Ríos.....	56
Cuadro 4.2	Posibles Soluciones A Los Problemas En Cauces En Las Minas.....	67
Cuadro 4.3	Sinuosidad De Los Ríos Que Atraviesan Los Sitios De Minas.....	68
Cuadro 4.4	Condiciones De Reubicación De Los Ríos Que Atraviesan Los Sitios De Minas.....	69
Cuadro 5.1	TABLA 403-1.1 Del MOP. Clasificación Granulométrica Para Sub-Bases.....	78
Cuadro 5.2	Tablas De Clasificación Granulométrica Para Bases: A) 404-4.1 Bases Clase 1; B) 404-1.2 Bases Clase 2; C) 404-1.3 Bases Clase 3; D) 404-1.4 Bases Clase 4, del MTOP.....	81

Cuadro 5.3	Tablas De Clasificación Granulométrica Para Agregados De Hormigón Asfáltico.....	83
Cuadro 5.4	Tabla 405-5.2 Requisitos Para Hormigón Asfáltico Mezclado En Planta.....	84
Cuadro 5.5	Equivalente De Arena Para Los Agregados Para Hormigón Asfáltico Mezclado En Planta.....	85
Cuadro 5.6	Clasificación Granulométrica Para Los Agregados Para Hormigón Asfáltico Mezclado En Planta.....	86
Cuadro 5.7	Clasificación Granulométrica De Los Agregados Para Tratamientos Bituminosos Superficiales.....	87
Cuadro 5.8	Clasificación de Suelos SUCS.....	92
Cuadro 5.9	Escala De Consistencias De Los Suelos Según Sus Límites De Atterberg Y Consistencia Relativa.....	94
Cuadro 5.10	Condiciones Para El Ensayo De Compactación De Proctor.....	95
Cuadro 5.11	Condiciones Para El Ensayo De Abrasión De Los Ángeles.....	98
Cuadro 5.12	Especificaciones Del MOP Por Tipo De Material.....	99
Cuadro 5.13	Resultados De Los Ensayos Elaborados Para Cada Mina.....	101
Cuadro 5.14	Granulometría Del Material De Las Minas En Estudio Y De Sub-Base Clase 3, Según Especificaciones Del MOP.....	103

Cuadro 5.15 Granulometría Del Material De Las Minas En Estudio Y De Base Clase 4, Según Especificaciones Del MOP.....	105
Cuadro 5.16 Volumen De Explotación Obtenido Para Cada Mina.....	110

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 5.1	Grafica De Las Granulometría De Los Materiales De Las Minas En Estudio Para Sub-Base Clase 3.....	104
Grafico 5.2	Grafica De Las Granulometría De Los Materiales De Las Minas En Estudio Para Base Clase 4.....	105

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del Proyecto

Desde hace muchos años con los inicios de la construcción civil, el uso de hormigón, construcción de carreteras y demás obras hasta la fecha; se han venido explotando los depósitos aluviales de los ríos en esta provincia, por ser fuentes naturales de materiales de construcción con producción casi continua y constante año a año al verse sedimentados los ríos con las crecientes invernales de cada ciclo. Por tanto estos depósitos aluviales a lo largo y ancho de la provincia han sido fuentes de abastecimiento local, a nivel cantonal e inclusive llevado a otras provincias.

Los ríos de la provincia no solo han sido fuentes de materiales sino de sucesos lamentables. Muchas veces con las crecientes, los ríos en

temporada invernal dejan daños en los sectores cercanos a ellos dado que al azolverse se desbordan y cambian algunas veces de dirección y pueden quedar ubicados en otras direcciones después de este suceso, afectando zonas periféricas las cuales pueden tener cultivos, poblaciones, obras civiles y demás, perjudicando a los seres que habitan, al sector y al propio estado en sus obras; tales como se han visto en las noticias de cada año debido a las consecuencias de estos factores invernales.

Se producen pérdidas económicas y también pérdidas humanas, debido que los ríos luego de su explotación no han tenido de forma debida un cierre técnico, en su cauce, lecho y márgenes. De tal manera que al haberse explotado tenga un comportamiento óptimo para recibir materiales con un nuevo azolvamiento del ciclo invernal próximo y proteger las zonas periféricas para evitar inundaciones con el desborde de los mismos y posibles cambios de dirección de estos.

Dado que los materiales pétreos de estos depósitos aluviales han sido de excelente calidad gracias a sus características naturales de gradación, composición física, química y mecánicas, son materia prima para la elaboración de estructuras de hormigón, estructuras de

protección, vías y otro tipo de obras civiles. Estos materiales han sido utilizados en obras civiles a nivel provincial.

A partir del año 2009, con la reforma de la Ley de Minería debido a los sucesos de la minería metálica ilegal en la zona Oriente de nuestro País, se dieron cambios a los reglamentos y procedimientos de explotación de materiales, no solo metálicos, sino los áridos y pétreos. Creándose el Reglamento Ambiental De Actividades Mineras con Decreto Ejecutivo 625 y publicada en el Registro Oficial 151 del 12 de Septiembre de 1997.

Para ayudar a que los procesos de explotación sean amigables con el medio ambiente teniendo como objetivo: “promover el desarrollo sustentable de la minería en el Ecuador, a través del establecimiento de Normas y procesos para prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar y compensar los efectos que las actividades mineras puedan tener sobre el medio ambiente y la sociedad.”

Actualmente el proceso de explotación de minas lo controla la AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL MINERO (ARCOM) conjuntamente con el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, en base a la Ley de Minería. Donde se inician los trámites para la obtención y

renovación de permisos de explotación de minas, canteras, ríos y playas.

En el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos (GADPLR), se desea obtener varios *LIBRES APROVECHAMIENTOS*, los cuales son permisos que se otorgan de cada sitio a explotarse, a los Gobiernos Autónomos para poder obtener los materiales de construcción, para la realización de obras del estado a nivel provincial en el área civil.

Tomando como base el Reglamento Especial para la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos, decretado oficialmente por el Presidente Constitucional de la República, Rafael Correa Delgado, el 23 de Agosto del 2012. Conjuntamente con el Reglamento Ambiental De Actividades Mineras, decretado oficialmente el 12 de Septiembre de 1997. Los cuales, Norman la explotación y control medioambiental en el proceso de extracción de materiales áridos y pétreos. Se propone realizar como complemento a las Normas citadas; un estudio para aprovechar de manera óptima los materiales pétreos que se encuentran en los depósitos aluviales de los sitios de extracción: márgenes, cuencas y lechos de ríos, utilizados por la prefectura de los Ríos en la provincia del mismo nombre.

1.2 Justificación del Proyecto

La necesidad de obtener datos técnicos de los materiales extraídos de los depósitos aluviales para poder seleccionar dichas minas y asignarlas a las obras que se ejecutan en esta institución de acuerdo a sus características y ubicación más cernada a las obras para disminuir el costo de la misma, ha sido el motivo por lo cual hemos escogido este tema como trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. A esto se suman otros factores que son muy importantes y que tienen relación directa con la explotación adecuada de las minas de material pétreo, como lo son un proceso de cierre técnico con vista al azolve adecuado del río en periodos futuros y la conducción misma de forma que no conlleve a desvíos de cauce y/o desbordamientos en puntos sensibles.

Con esto, tomaremos en cuenta ciertos datos para generar un aporte a las técnicas de explotación actuales en el Ecuador; daremos pautas para tomar en cuenta ciertas obras de protección de las posibles zonas afectadas por la explotación y sus consecuencias, dando mayor tranquilidad a los habitantes; y crear un ambiente más confortable en el medioambiental del sitio.

1.3 Objetivos del Proyecto

Conjuntamente al proceso de obtención de libres aprovechamientos del GADPLR, hemos planteado nuestro tema de tesis con los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivos Generales:

- Analizar el comportamiento hidrodinámico en los tramos de los ríos involucrados en la explotación.
- Obtener las características mecánicas y propiedades técnicas de los materiales de los depósitos aluviales a usarse en obras civiles.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Identificar y analizar los puntos críticos en el cauce del río para evitar posibles afectaciones a zonas aledañas.
- Caracterizar mediante diferentes ensayos, los materiales obtenidos en los depósitos aluviales para ser usados en obras civiles, basados en las especificaciones del MTOP.
- Clasificar los materiales de acuerdo a sus usos en las diferentes áreas de la construcción de la ingeniería civil utilizada por la prefectura de los ríos en sus obras.

- Estimación de volúmenes de materiales ubicados actualmente en los depósitos aluviales.
- Esquematizar los resultados obtenidos en los depósitos aluviales para una rápida selección a nivel provincial.

CAPITULO 2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Descripción

Conjuntamente al proceso de obtención de libres aprovechamientos que tiene el GADPLR, trabajaremos en conocer datos técnicos de los materiales extraídos de los depósitos aluviales para poder seleccionar y asignar dichos libres aprovechamientos a las obras que se ejecutan en esta institución de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Características de los materiales a encontrarse en cada depósito aluvial, de ser aptos, para clasificarlos según la Norma. Esto se realizará por medio de los ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Prueba de Compactación de Proctor, CBR y Abrasión de Los Ángeles. Tomando una muestra representativa de cada mina de material pétreo a ser considerado en esta tesis.

- Ubicación más cernada de los depósitos aluviales a las obras a realizarse para disminuir el costo de transporte, con el fin de amenorar el costo de la Obra, distribuyéndolas a lo largo de la provincia. Usando ubicación GPS y Mapas de la Provincia junto con distancias y Obras.

Los datos técnicos se apegarán a los especificados en el MTOP, para las diferentes clases de materiales como Sub-Bases, Bases, etc.

Además se analizará los problemas que los ríos provocan por su condición en crecientes referente a su cauce. Tales como azolvamiento y deslizamientos de taludes en los meandros de curvas cerradas.

2.2 Alcance

Junto con lo descrito anteriormente, se darán criterios técnicos para la explotación adecuada en torno a la dirección de los ríos, azolves, protección de márgenes y zonas aledañas, que deberán estar dispuestas de forma segura para que las poblaciones, obras, estructuras civiles, y cultivos de la zona no se vean afectadas en

años posteriores con las consecuencias de una fuerte temporada invernal.

También se tomará en cuenta en estos criterios los reglamentos de la ley de minería y medio ambiente para concluir las explotaciones de los depósitos aluviales con un cierre técnico.

Esto, lo realizaremos en las ocho (8) minas seleccionadas para la obtención de los permisos de libres aprovechamientos del GADPLR.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO

HIDRODINAMICO DE LOS RÍOS INVOLUCRADOS, EN LOS TRAMOS DE EXPLOTACIÓN.

La hidrodinámica estudia la dinámica de los líquidos y para su estudio consideraremos lo siguiente:

- El fluido es un líquido incompresible, es decir que la densidad no varía con el cambio de presión a diferencia de los gases.
- Se desprecia la pérdida de energía por la viscosidad ya que es un líquido ideal.
- Se asume flujo en régimen estable o estacionario, es decir que la velocidad del líquido en un punto es independiente del tiempo.

Estas consideraciones son tomadas al momento de analizar las diferentes problemáticas de las minas para este trabajo; para cada

punto de explotación dentro de las ocho minas consideradas en esta tesis.

3.1 Identificar y Analizar los Puntos Críticos en los Tramos del Río

Tenemos ocho minas que van a entrar en el proceso de obtención de libre aprovechamiento para la explotación de materiales por parte del Gobierno Provincial de Los Ríos, y varias de estas tienen los problemas que vamos a identificar en los cauces, problemas que ocurren durante las crecientes de forma anual en estas zonas y que producen serias afectaciones.

Las minas a estudiarse son:

MINA	: El Placer	
CANTÓN	: Babahoyo	
PARROQUIA	: Febres Cordero	
RIO	: San Antonio	
Coord.	X	Y
1	690327	9776053
2	690315	9776194
3	690214	9776394
4	690186	9776490
5	690151	9776570
6	690101	9776660

CUADRO 3.1 Datos y coordenadas
Gps mina el placer

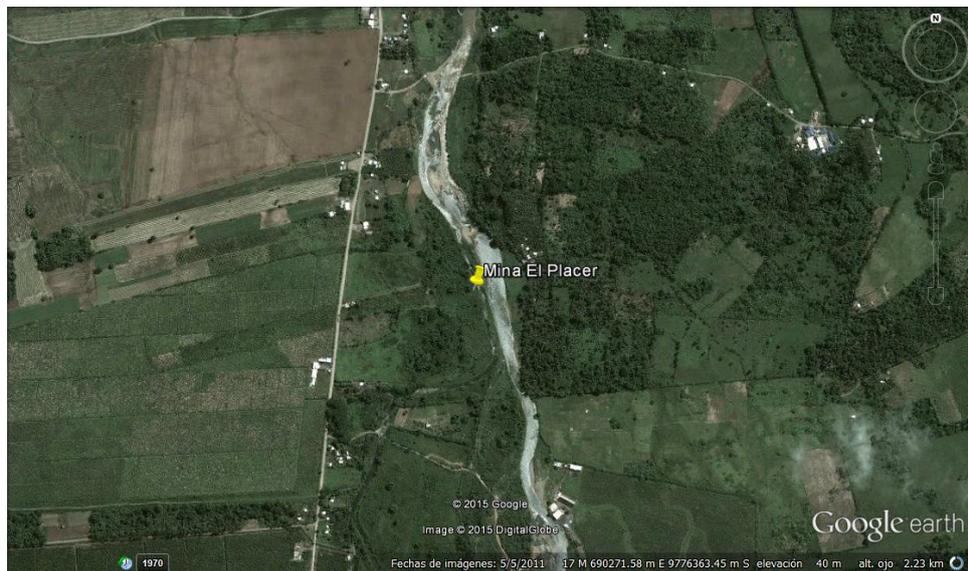


Figura 3.1 Mina el Placer
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 30 metros

Longitud : 1.000 metros

Profundidad : 3 - 5 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 17/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 2,5 metros.
- Cauce recto con poca sinuosidad a lo largo de 1km aproximadamente.
- Márgenes con cultivos de maíz y cacao de rama en ambos lados del río y zonas aledañas.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones

Cuadro 3.2 Análisis de condiciones mina El Placer

MINA : La Clara		
CANTÓN : Babahoyo		
PARROQUIA : La Unión		
RIO : Río Pita		
Coord.	X	Y
1	679383	9813470
2	679395	9813632
3	679444	9813723
4	679506	9813825

Cuadro 3.3 Datos y coordenadas Gps mina La Clara

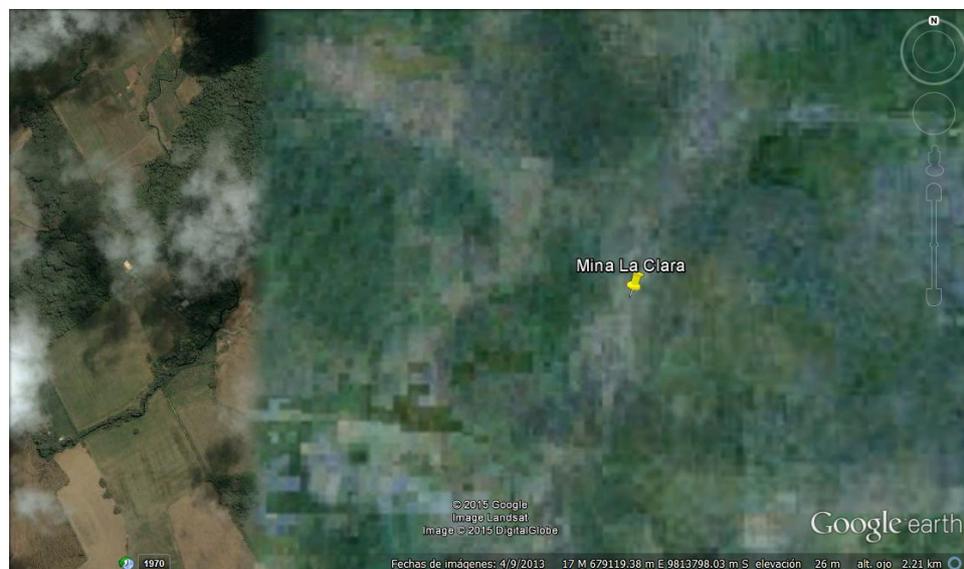


Figura 3.2 Mina La Clara
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 30 metros

Longitud : 900 metros

Profundidad : 1,0 – 2,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 18/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 3,5 metros.
- Cauce recto con poca sinuosidad a lo largo de 900 metros aproximadamente.
- Márgenes amplios con dos niveles de circulación para personas como caminos de herradura para acceso a terrenos aledaños con cultivos.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones

Cuadro 3.4 Análisis de condiciones mina La Clara

MINA : Los Francos		
CANTÓN : Ventanas		
PARROQUIA : Ventanas		
RIO : Ventanas		
Coord.	X	Y
1	676102	9843279
2	676003	9843375
3	675896	9843388
4	675806	9843377
5	675721	9843293
6	675660	9843216
7	675583	9843182

Cuadro 3.5 Datos y coordenadas
Gps mina Los Francos

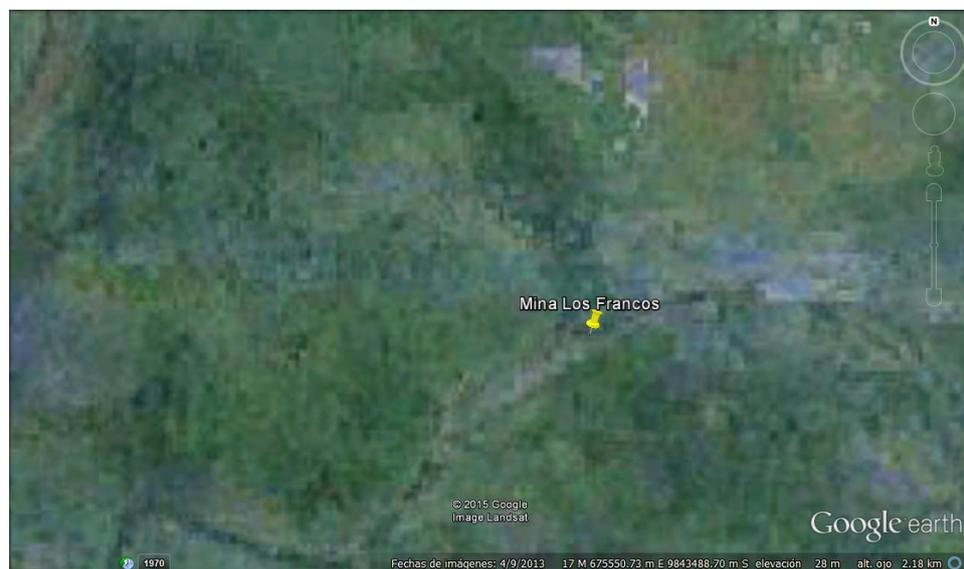


Figura 3.3 Mina Los Francos
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 50 metros

Longitud : 1.500 metros

Profundidad : 1,0 – 3,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 05/DIC/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 5,0 metros.
- Cauce recto con poca sinuosidad a lo largo de 1.500 metros aproximadamente.
- Márgenes amplios con tres niveles de circulación para personas como caminos de herradura para acceso a terrenos aledaños con cultivos de Maíz en ciertas partes de un margen.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones

Cuadro 3.6 Análisis de condiciones mina Los Francos

MINA : San Mateo		
CANTÓN : Mocache		
PARROQUIA : Mocache		
RIO : Quevedo		
Coord.	X	Y
1	669387	9872540
2	669217	9872397
3	669107	9872274
4	669044	9872197
5	669002	9872110
6	668937	9871951

Cuadro 3.7 Datos y coordenadas
Gps mina San Mateo



Figura 3.4 mina San Mateo
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 100 metros

Longitud : 800 metros

Profundidad : 3,0 – 5,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 28/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 2,0 metros.
- Cauce curvo a lo largo de 1.000 metros aproximadamente, con contra curva antes de éste y cauce sinuoso aguas abajo.
- Márgenes cortos sin posibilidad de circulación Normal para personas.
- Taludes empinados con ciertos cultivos en tramos alrededor, como maíz en verano.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones
Impacto directo del río en talud por meandro	Deslizamiento de talud hacia el río con pérdida de terreno cultivable y alteración del margen del río	Alineación del cauce por medio de la explotación controlada, aguas arriba y abajo del sitio de explotación.
		Protección del margen para evitar deslizamientos.

Cuadro 3.8 Análisis de condiciones mina San Mateo

MINA : Pablo 7		
CANTÓN : Quevedo		
PARROQUIA : La esperanza		
RIO : Río San Pablo		
Coord.	X	Y
1	675688	9895250
2	675792	9895267
3	675906	9895297

Cuadro 3.9 Datos y coordenadas
Gps mina Pablo 7

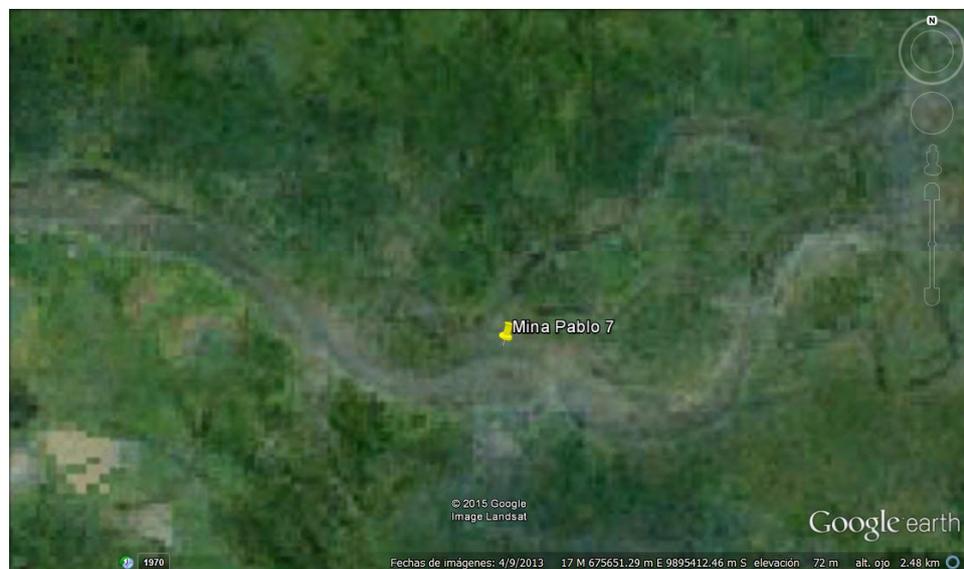


Figura 3.5 mina Pablo 7
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 200 metros

Longitud : 800 metros

Profundidad : 1,0 – 3,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 28/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 5,0 metros.
- Cauce curvo a lo largo de 900 metros aproximadamente, y cauce sinuoso aguas arriba y abajo.
- Márgenes amplios con poca circulación de personas.
- Taludes llanos con cultivos en tramos alrededor de banano y madera.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones
Impacto directo del río en talud por meandro	Deslizamiento de talud hacia el río con pérdida de terreno cultivable y alteración del margen del río	Alineación del cauce por medio de la explotación controlada, aguas arriba y abajo del sitio de explotación.
		Protección del margen para evitar deslizamientos.

Cuadro 3.10 Análisis de condiciones mina Pablo 7

MINA : El Caucho		
CANTÓN : Buena Fe		
PARROQUIA : Patricia Pilar		
RIO : Río Gallina (Baba)		
Coord.	X	Y
1	671936	9916561
2	671927	9916610
3	671881	9916636

Cuadro 3.11 datos y coordenadas
Gps mina el caucho

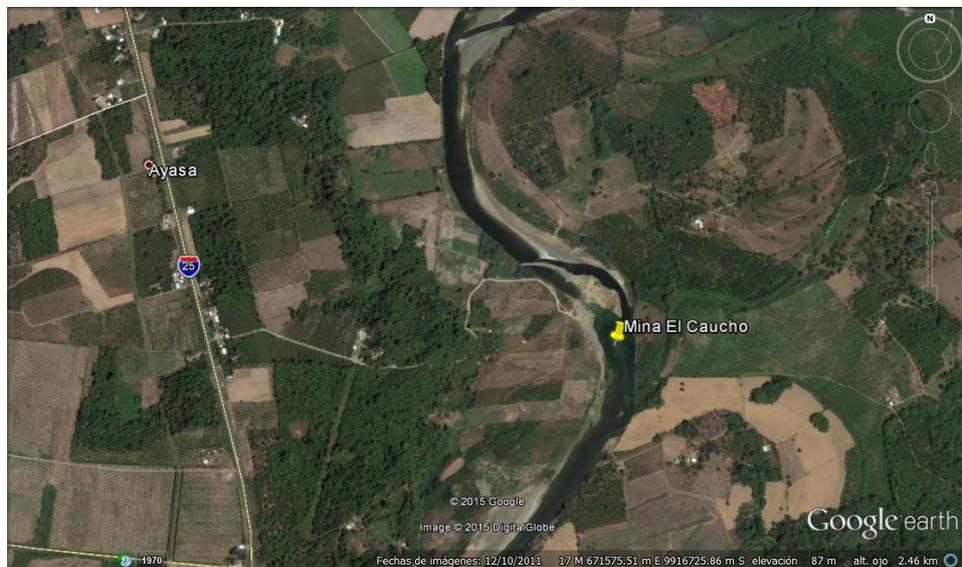


Figura 3.6 mina El Caucho
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 60 metros

Longitud : 800 metros

Profundidad : 6,0 – 8,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 28/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 2,0 metros.
- Cauce curvo a lo largo de 600 metros aproximadamente, con cauce poco sinuoso aguas arriba y abajo.
- Márgenes amplios y llanos, sin cultivos.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones
Impacto directo del río en talud por meandro	Deslizamiento de talud hacia el río con pérdida de terreno cultivable y alteración del margen del río	Alineación del cauce por medio de la explotación controlada, aguas arriba y abajo del sitio de explotación.
		Protección del margen para evitar deslizamientos.

Cuadro 3.12 Análisis de condiciones mina el caucho

MINA	: Puente camarones	
CANTÓN	: Buena Fe	
PARROQUIA	: Patricia Pilar	
RIO	: Camarones	
Coord.	X	Y
1	672235	9921221
2	672239	9921100
3	672250	9920993
4	672235	9920891
5	672198	9920778
6	672119	9920656
7	672027	9920553

Cuadro 3.13 Datos y coordenadas Gps mina Puente Camarones

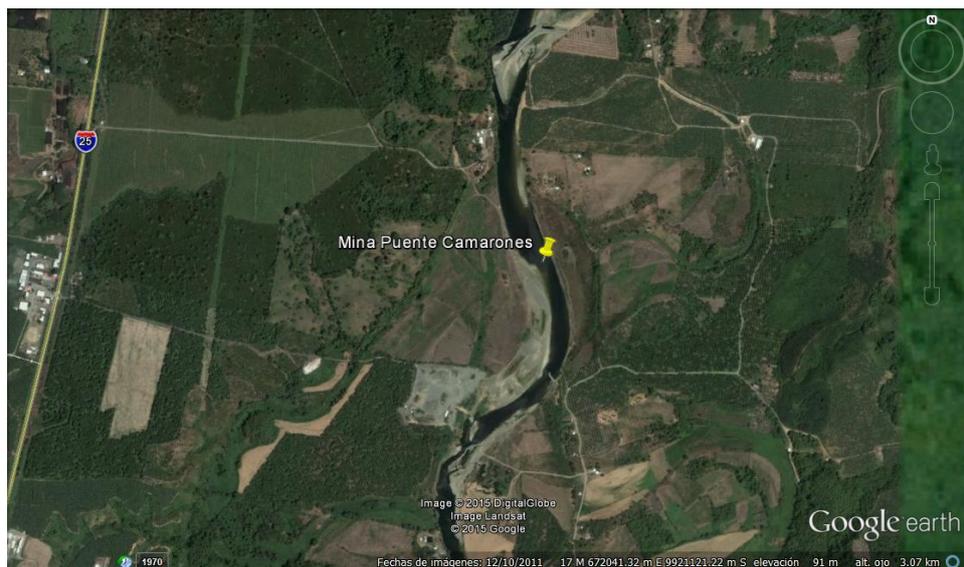


Figura 3.7 Mina Puente Camarones
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 120 metros
Longitud : 800 metros
Profundidad : 5,0 – 12,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 28/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 1,5 – 6,0 metros.
- Cauce curvo a lo largo de 1,000 metros aproximadamente, y cauce sinuoso aguas arriba y abajo.
- Márgenes cortos con circulación Normal para personas.
- Taludes llanos con cultivos en tramos alrededor, como maíz y cacao de rama, también siembra de madera Teca.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones
Impacto directo del río en talud por meandro	Deslizamiento de talud hacia el río con pérdida de terreno cultivable y alteración del margen del río	Alineación del cauce por medio de la explotación controlada, aguas arriba y abajo del sitio de explotación.
		Protección del margen para evitar deslizamientos.

Cuadro 3.14 Análisis de condiciones mina Puente Camarones

MINA : Patricia Pilar		
CANTÓN : Buena Fe		
PARROQUIA : Patricia Pilar		
RIO : Delia María		
Coord.	X	Y
1	683496	9936839
2	683511	9936766
3	683445	9936709

Cuadro 3.15 datos y coordenadas
Gps mina patricia pilar

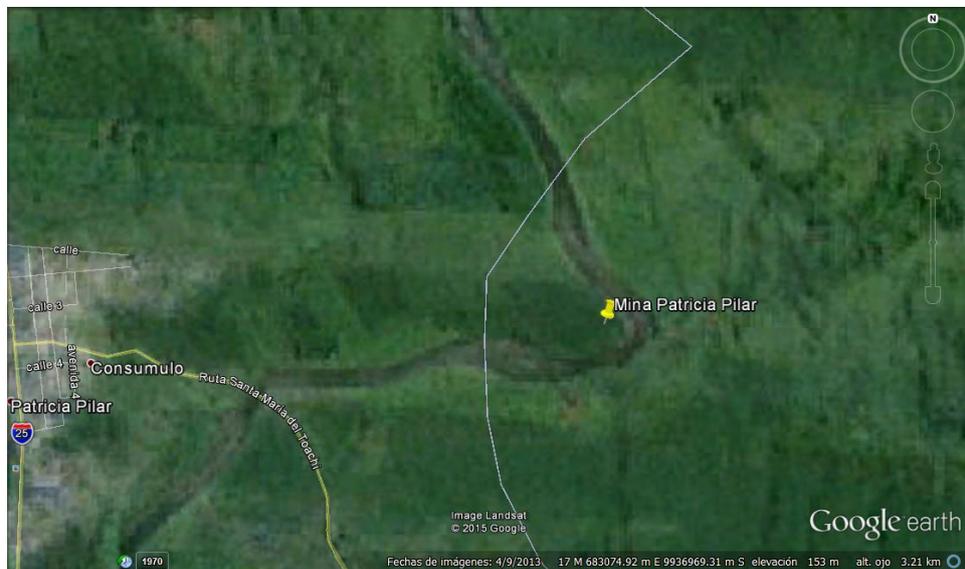


Figura 3.8 mina Patricia Pilar
Fuente: Google Maps

Datos de Explotación:

Ancho : 80 metros
Longitud : 400 metros
Profundidad : 1,0 – 3,0 metros

Otros Datos:

- Fecha de la visita y toma de muestra: 28/NOV/2014
- Ingreso directo al río y circulación por el mismo en verano.
- Desnivel del espejo de agua al borde superior del talud del cauce: 6,0 metros.
- Cauce curvo a lo largo de 500 metros aproximadamente, y cauce poco sinuoso aguas arriba y abajo.
- Márgenes cortos con circulación de personas hacia otros terrenos del otro lado del río.
- Taludes empinados con pocos cultivos en ellos pero, con total cultivo fuera de estos en zonas llanas más allá del río.

Problema	Consecuencia	Solución
Azolve	Inundaciones	Explotación de material
Desborde de río		Protección del margen para evitar desborde e inundaciones
Impacto directo del río en talud por meandro	Deslizamiento de talud hacia el río con pérdida de terreno cultivable y alteración del margen del río	Alineación del cauce por medio de la explotación controlada, aguas arriba y abajo del sitio de explotación.
		Protección del margen para evitar deslizamientos.

Cuadro 3.16 Análisis de condiciones mina Patricia Pilar

Luego de haber identificado y analizado las problemáticas principales que dan origen a las afectaciones antes mencionadas, podemos resumirlas en tres:

- Azolves
- Deslizamientos de Taludes
- Meandros

Estas problemáticas las trataremos en forma individual a continuación para hallar soluciones que sean viables.

3.1.1 Azolves Del Rio

Para comprender esta problemática revisaremos inicialmente algunas características geomorfológicas del terreno y de los ríos.

La geomorfología da una interpretación de la textura y composición de los suelos que se han formado por alteración y transporte ya que las características morfológicas condicionan el depósito de los materiales transportados. Esto quiere decir que según la roca madre de la cual se originaron los cantos, y por la forma de llegar al sitio por transporte del río y otras formas, los materiales han obtenido su característica física y mecánica actual, mostradas en los ensayos que se realizaron y que se mostraran más adelante.

Según el mapa general de suelos de la Asociación Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, basados en la Clasificación USDA del sistema americano de clasificación del suelo, tenemos a continuación un cuadro de los tipos de suelos en los cuales se encuentran ubicadas las minas a explotarse:

MINA	TIPO DE SUELO*
EL PLACER	Ig1-Ak1
LA CLARA	Ak4
LOS FRANCOS	Ak4 / Es2-Id2
SAN MATEO	Id4-Ak4
PABLO 7	Id2-Id4
EL CAUCHO	Id2
PUENTE CAMARONES	Id2
PATRICIA PILAR	Id2

Cuadro 3.17 Clasificación USDA de suelos en los sitios de las minas

DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE SUELO:

Ak1	MATERIAL DE ORIGEN VOLCANICO-SEDIMENTARIO DE ORIGEN ANTIGUO.
	RELIEVES SOCAVADOS Y MONTAÑOSOS DE LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES. SUELOS DE TONO RIJIZO, PARDO O AMARILLO DE PROFUNDIDAD VARIABLE CON POSIBLES PIEDRAS.
Ak4	MATERIAL DE ORIGEN SEDIMENTARIO RECIENTE CON DEPOSITOS COLUVIO ALUVIALES DE MATERIALES VOLCANICOS Y/O VOLCANO SEDIMENTARI ANTIGUO.
	RELIEVES PLANOS A ONDULADOS DEL PIEDEMONTTE OCCIDENTAL (CONOS DE DEYECCION) Y LLANURA ALUVIAL COSTERA. SUELOS DE COLOR ROJIZO MUY PEDREGOSO CON PROFUNDIDAD VARIABLE.
Es2	MATERIAL DE ORIGEN SEDIMENTARIO RECIENTE CON DEPOSITOS COLUVIO ALUVIALES EN SU PAYOR PARTE DE ORIGEN VOLCANICO.
	RELIEVES COLINADOS A SOCAVADOS DE RELLENOS SOBRE TERRAZAS DEL PIEDEMONTTE Y/O ESTRIBACIÓN. SUELOS ARENOSOS MEZCLADOS CON CANTO RODADO, GRAVA Y/O PIEDRAS.
Id2	MATERIAL ORIGINARIO DE PROYECCIONES VOLCANICAS. CENIZA RECIENTE SUAVE Y PERMEABLE.
	RELIEVE PLANO A MONTAÑOSO DE LA SIERRA ALTA. VERTIENTES Y ESTRIBACIONES ANDINAS. SUELOS MUY NEGROS Y NEGROS, AMARILLOS EN PROFUNDIDAD.
Id4	MATERIAL ORIGINARIO DE PROYECCIONES VOLCANICAS. CENIZA RECIENTE SUAVE, PERMEABLE Y/O CENIZA RECIENTE SOBRE MATERIALES ANTIGUOS Y/O RECIENTES.
	RELIEVES ONDULADOS A SOCAVADOS DE LAS VERTIENTES ANDINAS NORTE Y CENTRO; ONDULACIONES SUAVES DE LLANURAS ALUVIALES COSTERAS. SUELOS FRANCOS O LIMOSOS CON ARENA MUY FINA DE COLOR PARDO O ROJIZO.
Ig1	MATERIAL DE ORIGEN VOLCANICO Y/O VOLCANO SEDIMENTARIO ANTIGUO. ARENAS, TOBAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS.
	RELIEVES ONDULADOS A COLINADOS DE LAS VERTIENTES DEL SUR. SUELOS PARDOS, ROJIZOS A AMARILLOS. ARCILLOSOS Y PROFUNDIDAD VARIABLE.

Cuadro 3.18 Descripción de la clasificación USDA de suelos en los sitios de las minas

Con estos datos podemos comprender de mejor manera como están estructurados los materiales y del porqué son de muy buena calidad para el uso en construcciones civiles.

También podemos observar que el relieve del terreno es un factor importante para la formación de los materiales de los ríos. En el siguiente cuadro se puede ver la relación entre: la pendiente, el proceso de erosión-deposito, textura del suelo y el tipo geomorfológico.

Pendiente en grados	Proceso de erosión-depósito	Textura del suelo	Tipo geomorfológico
60° - 90°	Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos)	Ninguna (roca madre compacta)	Escarpe Cuesta Risco
20° - 40°	Depósito de rocas	Muy gruesa	Taludes y conos de desmoronamiento
5° - 10°	Escorrentía, depósito de rocas	Gruesa con mezcla de arena, limo, arcilla	Pie de ladera o terraza
0° - 5°	Depósito fluvial	Arcillas, limos, arenas y partículas mayores	Llanuras de Inundación

(Marsh, 1978)

Cuadro 3.19 Procesos varios de un terreno en función de su pendiente

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Las características de los ríos son variables e importantes también para la formación de los materiales en los ríos.

Tenemos que el tamaño de un río se puede indicar por medio del caudal, el área de drenaje o alguna dimensión del cauce como el ancho o área de sección transversal. No incluye el ancho de la llanura de inundación. La posición de la línea de vegetación en la orilla es el mejor indicador de orilla.

Además veremos como el tipo de ríos en base a su ubicación u origen y desarrollo, tienen también un factor importante en la formación y acumulación de los materiales de los ríos.

Ríos De Montaña

Son el origen de nuestros ríos, y se caracterizan por tener un cauce rocoso y ser resistentes a la erosión. Poseen un flujo poco profundo y pendientes fuertes mayor al 0.5%, con velocidades en crecientes de 1 hasta 5 m/s. Generalmente tienen cauces rectos y suaves al final de su relieve montañoso.

El su flujo Normal arrastra piedras y bloques de ellas pero más se observa en las crecientes en épocas lluviosas. Tienden a unirse con otros ríos o vertientes.

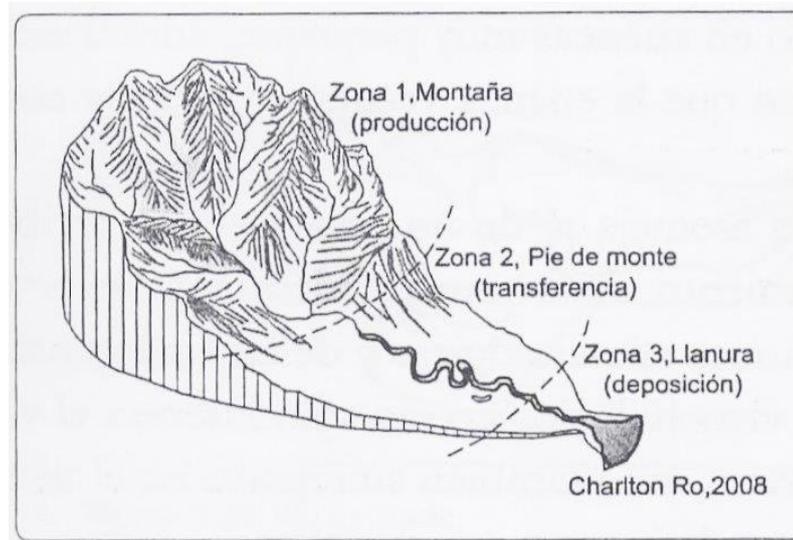


Figura 3.9 Río de zona montañosa fluyendo a pie de monte y llanura
Ríos maduros
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Estos ríos provienen de los ríos al final de su relieve montañoso, o sea, con relieves ondulados o semi-montañoso. Poseen poca profundidad y velocidades de flujo en crecientes de 1,5 a 3 m/s.

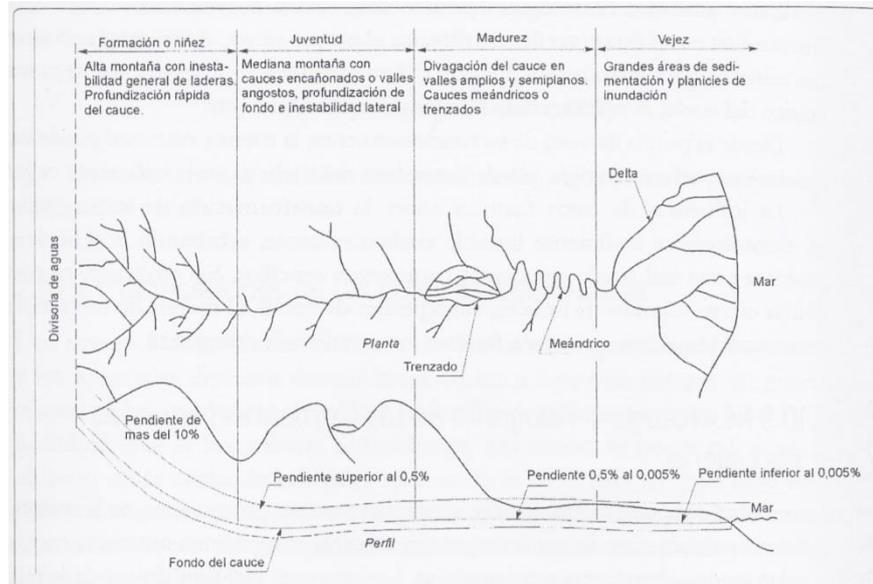


Figura 3.10 Etapas de formación de un río
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Con respecto a las corrientes, una corriente se puede caracterizar como efímera, variablemente perenne o perenne; dependiendo de si mantiene un caudal promedio durante todo el año o solo en épocas de lluvia en las crecientes.

Un río perenne puede ser o no estable, dependiendo de los contornos o material del lecho. O sea que mantenga su sección

transversal similar, y conlleva erosiones frecuentes o deslizamientos de taludes.

Los ríos conforme van fluyendo se encaminan a sitios aguas abajo los cuales toman forma de acuerdo al relieve donde se van a desplazar, esparciéndose por llanuras con cultivos, poblaciones o pantanos simplemente. Hablaremos de las llanuras.

Llanura Aluvial De Ríos Entrelazados

Es aquella división de un río mayor en varios canales menores que se bifurcan aguas abajo para unirse nuevamente dejando entre ellos islotes o playones, llamados también barras. Compuestas por sedimentos del mismo río (cantos, gravas y arenas) los cuales por su tamaño solo son arrastrados durante sus crecientes. Además poseen materiales finos como arenas y limos, que se acumulan en la superficie cuando descienden las aguas.

Estos islotes cambian de forma en cada creciente pero podrían permanecer igual por un tiempo debido a la vegetación que crece en ellas.

Este tipo de sucesos entrelazados se dan generalmente cuando se tienen 1) una pendiente longitudinal inclinada (1 – 3% aprox.) como para darle velocidad a la corriente suficiente para acarrear por tramos la grava y cantos, de forma recta en su mayor lecho.

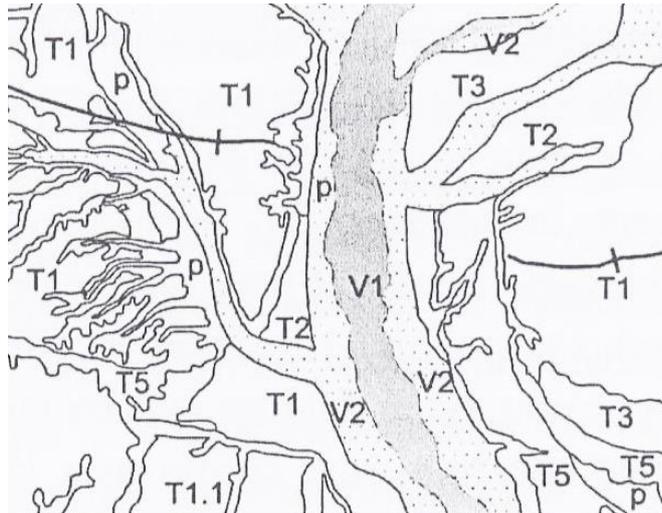


Figura 3.11 Río entrelazado con: v1=vega baja, v2=sobrevega, t1-t3=terrazas

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

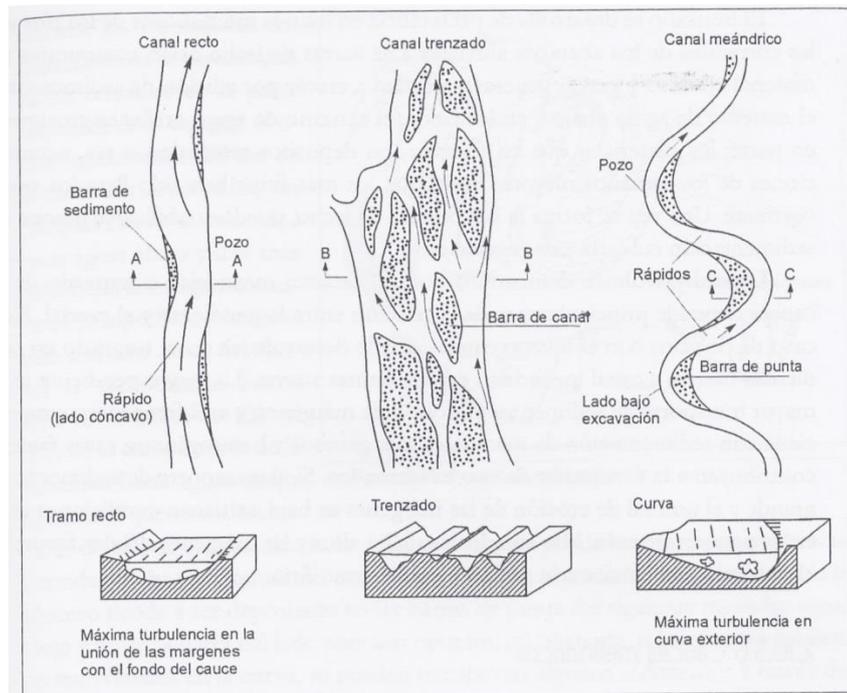


Figura 3.12 Patrones de cauce de un río
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Llanura Aluvial De Desborde O Fluvio-Deltaica

Construidas por ríos meándricos con pendiente longitudinal menor al 1%. Cuyas corrientes reciben de los relieves circundantes grandes cargas de sedimentos como arenas y poca grava. Su caudal fluctúa inundando periódicamente por desbordamientos.

Otra característica de los ríos son los cauces. Un cauce recto es aquel que tiene una sinuosidad menor a 1,25 y son relativamente

estables cuando el tamaño de los sedimentos y la carga son pequeños con una variación pequeña del gradiente de velocidades y de los caudales; y la relación ancho-profundidad es baja.

3.1.2 Deslizamientos De Taludes

Esta problemática es muy común dado que las fuerzas erosivas durante los periodos de grandes caudales pueden tener una capacidad de más de cien veces la capacidad desarrollada durante períodos medios o con caudales bajos.

En cauces aluviales, el 90% de los cambios se dan en el tiempo cuando el flujo es igual o superior al caudal dominante.

Siempre se recomienda diseñar para condición de caudal lleno.

La apariencia de las orillas es un indicativo de la estabilidad. *Las orillas inestables con erosión moderada a alta*, tiene un talud superior al 30% y casi nunca poseen vegetación como la madera. Cuando se presenta una erosión muy rápida las orillas pueden tener protuberancias irregulares. Las fisuras o las grietas a lo largo de las orillas indican un potencial de erosión rápido.

Las orillas inestables con erosión lenta o moderada, suele ser confiable cuando tiene vegetación.

Las orillas erosionables, son fuente de basura y escombros debido a la socavación en las mismas.

Las orillas estables tienen taludes suaves y menores al 30%. Se evidencia con la presencia de árboles gruesos.

La resistencia de una orilla a la erosión se relaciona con las características del material:

Cohesivo: baja permeabilidad que reduce efecto de infiltración y tubificación del flujo sub-superficial. Fig. 3.13 b.

Granular: se remueve por partículas individuales de acuerdo al su diámetro, talud, dirección y magnitud de la velocidad adyacente a la orilla, velocidad fluctuante de la turbulencia, magnitud y fluctuación del esfuerzo cortante en la orilla, infiltración, tubificación y las fuerzas de las olas.

Fig. 3.13 a) pérdida de resistencia de fuerza cortante debido a saturación y 2) deslizamiento por remoción de material en la parte baja de la orilla.

Compuesto o estratificado: con capas de materiales de diferentes tamaños, cohesividad y permeabilidad, son susceptibles a falla por flujos sub-superficial y tubificación. Fig. 3.13 c.

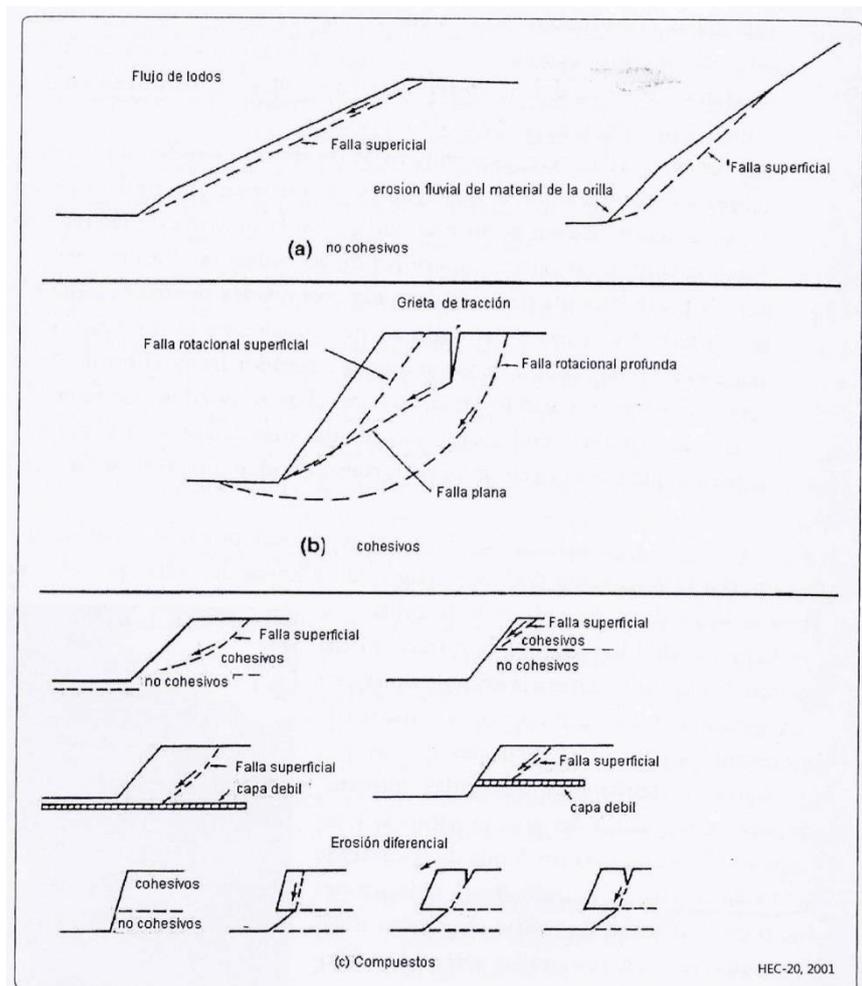


Figura 3.13 Fallas típicas en las superficies de las orillas

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

3.1.3 Meandros De Curva Cerrada

Ríos Meándricos

Meandro es una serie de curvas en una rio de corriente madura producida cuando éste serpentea de un lado a otro de un valle o

zona. Los ríos por lo general no son rectos en longitudes mayores a 10 veces el ancho de su cauce y un mismo río puede tener diferentes patrones: rectilíneo, entrelazado y meándrico, respecto a su sinuosidad.

La sinuosidad es la relación entre la longitud del río y la longitud del valle que lo contiene. Y varía generalmente de 1 a 4, o más.

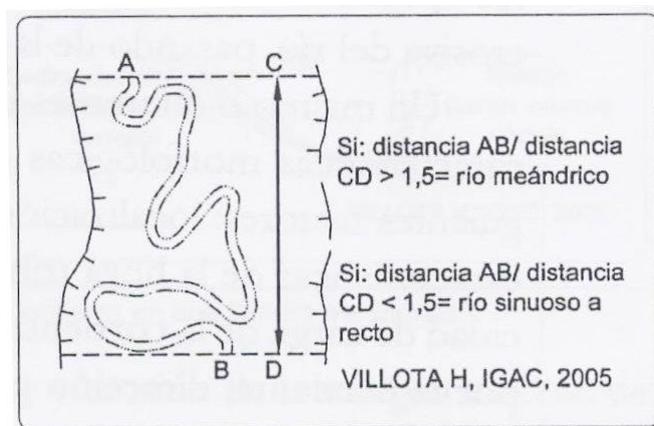


Figura 3.14 Sinuosidad de un río
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Una sinuosidad de 1,5 o más, indica que los ríos son meándricos, también deben tener algo de simetría en sus curvas. Una sinuosidad de 1,5 o menos indican que son ríos sinuosos o rectos. El tamaño de los meandros es directamente proporcional a la dimensión de las

corrientes, y el ancho del serpenteo es de 15 – 20 veces el ancho promedio de la corriente que los origina.

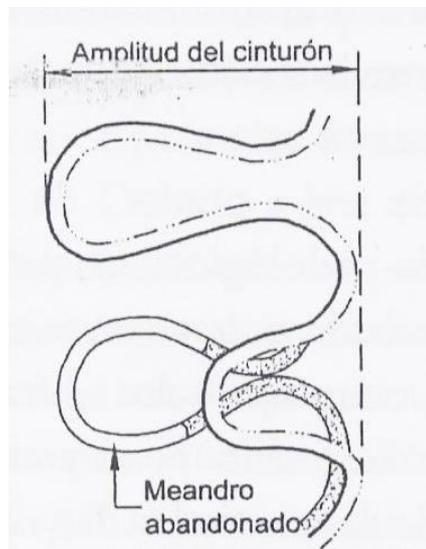


Figura 3.15 Cinturón de meandros
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

La tendencia al serpenteo en ríos maduros está dada por los siguientes factores:

Puntos duros: zonas rocosas, piedras de gran tamaño o materiales resistentes a lo largo de la orilla de la corriente.

Flujos tributarios: ríos o afluentes menores que ingresan lateralmente al flujo principal tienden a desviar el curso de éste.

Factor hemisférico: La rotación de la Tierra tiende a cambiar el flujo de corrientes.

Gradiente: Si disminuye la pendiente, corre más lento y hace que se desvíe por sitios de irregulares declives del terreno. También es responsable de los desbordamientos.

Lo cual, ocasiona la erosión con la profundización y aumento de su cauce.

Para ríos jóvenes, se afecta también con el fenómeno de incisión, el cual comienza por infiltrarse en la nueva ruta del río y con la creciente se ensancha, siendo repetitivo este suceso.

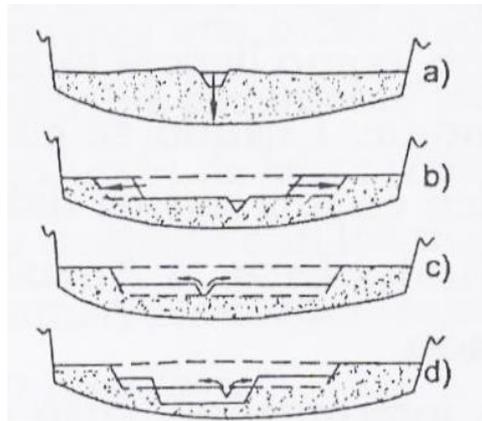


Figura 3.16 Desarrollo de terrazas agradacionales

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Llanura Aluvial Meandrica

Esto se da en cuando se tienen pendientes suaves, inferior al 0,1%, con formación de dunas en aluviones de material de arenas finas, limos y arcillo-limoso. Generan bastantes meandros con la erosión y sedimentación simultánea en sus propias orillas (externa a interna respectivamente). Este depósito de material en las orillas se conocen como orillares o barras de meandro.

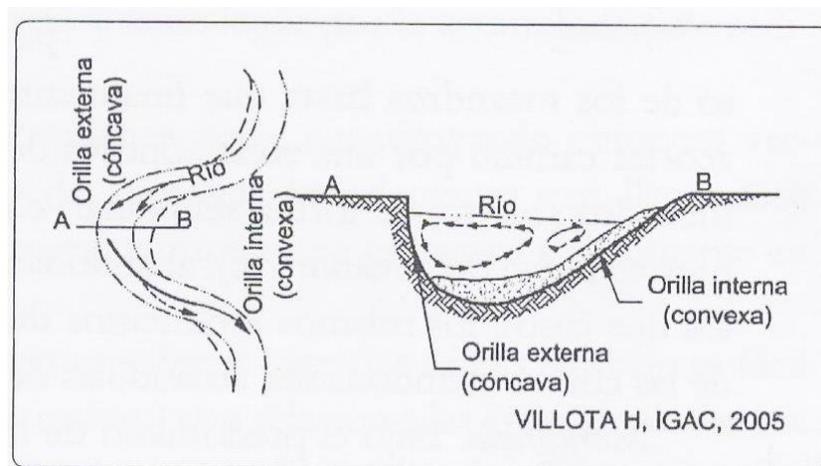


Figura 3.17 Vista en planta y sección, del lecho de un meandro

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Los orillares o barras se depositarán en la orilla interna del siguiente meandro y no en el lado opuesto. Además de formarse con depósitos sucesivos de cada creciente.

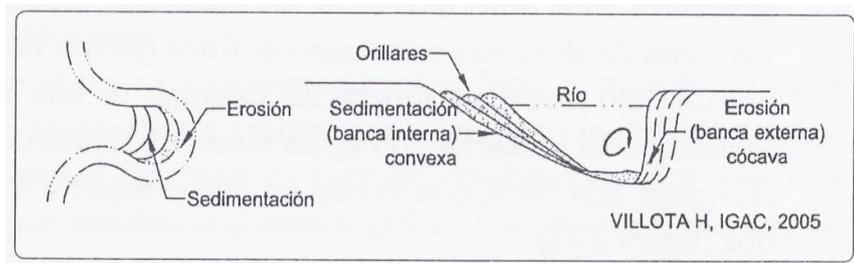


Figura 3.18 Desarrollo de orillares en una llanura meandrica

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Las corrientes transversales que forman las barras, están formadas por la acción helicoidal producida por la fuerza centrífuga de la corriente del río. Estas corrientes transversales pueden alcanzar un 15% de la velocidad media del río. En ríos grandes se han alcanzado hasta movimientos laterales de hasta 750m/año.

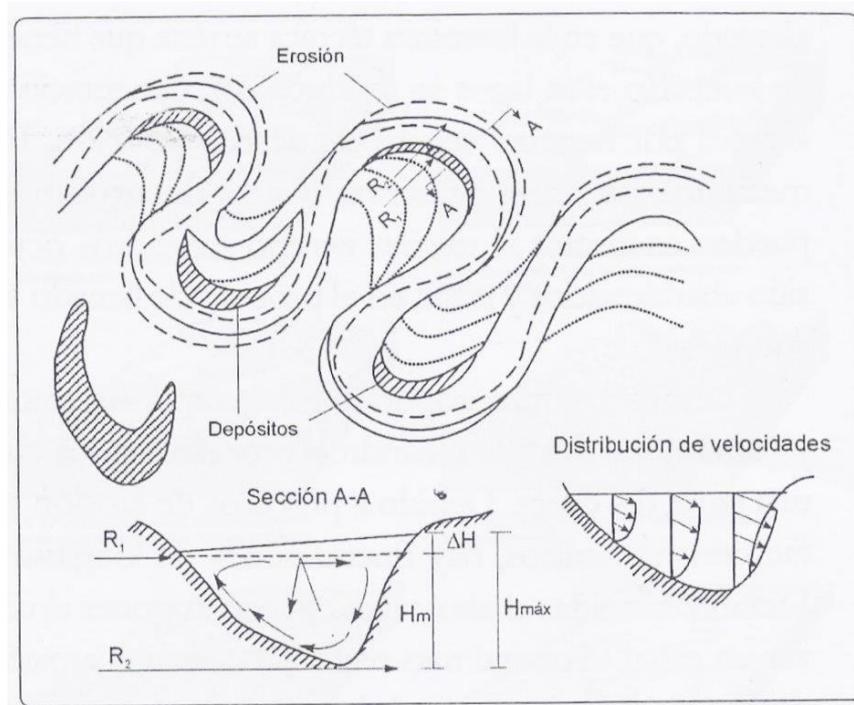
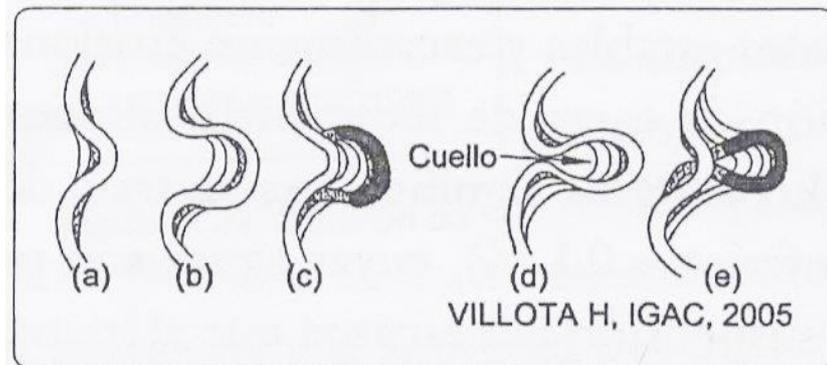


Figura 3.19 Proceso de meandrificación de un río
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Los meandros afectan a curvas sucesivas de una corriente con el fenómeno de erosión y sedimentación, hasta que en alguna crecida por estrangulamiento en un meandro bien cerrado, el río acorta camino por la zona más corta o cóncava de los orillares, dejando a un lado del mismo un meandro semilunar o un meandro como pantano.



▲ **Figura 2.23** Proceso de estrangulamiento de meandros.

Figura 3.20 Proceso de estrangulamiento de meandros
Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Las dimensiones de las barras son proporcionales a las corrientes.

Resumiendo los problemas observados, en el cuadro siguiente, indicaremos posibles soluciones a los mismos para cada mina a explotarse:

	PUNTOS CRITICOS		
	AZOLVE	DESBORDE	DESLIZAMIENTOS
EL PLACER	X	X	
LA CLARA	X	X	
LOS FRANCOS	X	X	
SAN MATEO	X		X
PABLO 7	X	X	
EL CAUCHO	X		X
PUENTE CAMARONES	X		X
PATRICIA PILAR	X		X

Cuadro 3.20 Puntos críticos en los cauces en las minas

CAPITULO 4

4. ESTUDIO DE POSIBLES SOLUCIONES

4.1 Explotación del Material y Cierre Técnico de las Actividades en el Cauce.

La explotación de estos ríos se ha dado con ayuda de las maquinarias de excavación, tales como excavadoras hidráulicas, cargadoras frontales, retroexcavadoras, tractores de oruga o bulldozer, con la ayuda de volquetas y demás. Cada una de estas, dependiendo de las condiciones del sitio a explotarse, si poseen amplias playas de suelo firme o no.

Una de las problemáticas es la mala explotación del sitio, sea por usar equipos o técnicas inapropiadas. Se debe conocer la hidráulica de los ríos, sus condiciones de bordes u orillas para proteger su talud, y demás aspectos ambientales como la fauna y la flora, ya que éstas ayudan a proteger los márgenes contra efectos de erosión

responsables de las inundaciones ocasionadas en periodos de crecientes. Además otros efectos en la mala explotación están la turbiedad que se genera y se nota aguas abajo, el descenso del nivel freático en los alrededores viéndose afectados los pozos de agua, aumento en la velocidad de arrastre al disminuir la pendiente aguas abajo. Cuadro 4.1

Efectos locales	Efectos aguas arriba	Efectos aguas abajo
- Erosión de orillas	- Incremento del gradiente hidráulico	- Erosión del lecho
- Descenso del nivel freático	- Mayor velocidad del flujo	- Incremento de la turbiedad y de los sedimentos suspendidos
- Menor velocidad del flujo	- Erosión remontante	- Mayor inestabilidad de las bancas y el lecho
- Descenso de los niveles del fondo y del agua	- Acorazamiento del lecho	- Obstrucción de captaciones y vertimientos por sedimentos en suspensión
- Socavación de puentes y estructuras	- Socavación de orillas y ensanchamiento del cauce	- Descenso de los niveles del fondo y del agua
- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos	- Erosión de afluentes	- Socavación de puentes y estructuras
	- Descenso de los niveles del fondo y del agua	- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos
	- Socavación de puentes y estructuras	
	- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos	

Cuadro 4.1 Efectos potenciales debido a la extracción de materiales en ríos

Fuente: Tomás Ochoa Rubio, Año 2011

Junto con esto, la presencia de vehículos aumentando el tráfico en la zona, el ruido, residuos de combustibles, etc.

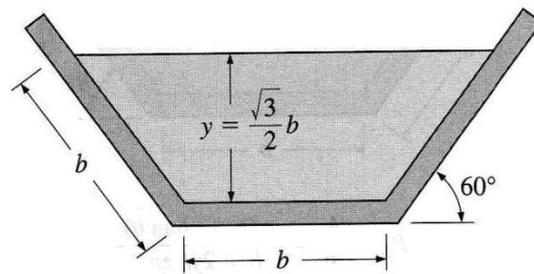
Un correcto sistema de explotación tomará en cuenta la geometría del cauce: al ancho natural máximo del río, su profundidad respecto al borde de inundación y su pendiente; además de la dirección del flujo y los obstáculos que éste vaya a tener aguas abajo.

Se deberá tomar en cuenta el asunto del caudal ecológico de un río, que está íntimamente relacionado con los procesos geomorfológicos, físicos, químicos y biológicos del ecosistema, por lo que se le considera una variable fundamental que condiciona la distribución y la abundancia de las especies de ribera y regula su integridad ecológica (Power et al., 1995; Resh et al., 1998). Los cinco componentes que definen el régimen de caudales y regulan los procesos en los ecosistemas acuáticos son la: magnitud, frecuencia, duración, predictibilidad y tasa de variación (Poff y Ward, 1989; Richter et al., 1996; Walker et al., 1995): la alteración de cualquiera de ellos modifica el funcionamiento, la estructura o la composición del ecosistema.

Además de tomar en cuenta las especificaciones del MTOP y el reglamento del ARCOM para explotación de materiales áridos y pétreos, daremos unas indicaciones a tomar en cuenta al momento de una explotación en estos sitios.

Geometría

Desde el punto de vista hidráulico los cauces con sección truncada en “V” o medio hexágono, son más aptas dadas las condiciones que el terreno presta para este tipo de secciones.



$$R_h = \frac{y}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}b \quad A_c = \frac{3\sqrt{3}}{4}b^2$$

Figura 4.1 Sección en v truncada con sus características hidráulicas

Considerando una ventaja que se puede añadir una berma intermedia lo que sería una sección de canal compuesta, para tener mayor capacidad de conducción de requerirse o simplemente para tener una mayor seguridad y ser más eficientes.

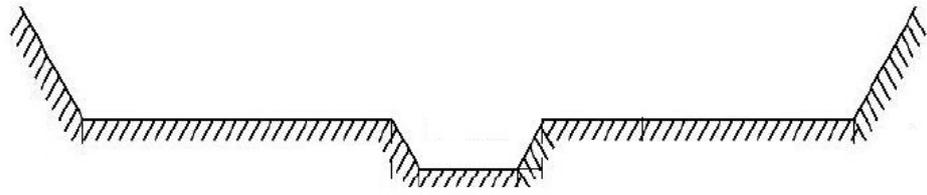


Figura 4.2 Sección compuesta de canal en v

Los taludes deberán tener la inclinación suficiente para que las personas puedan transitar libremente por las orillas, y de ser el caso, que vehículos atraviesen el río también de manera cómoda. También se tomará en cuenta que el talud sobre la berma intermedia tendrá que contar con las protecciones de taludes correspondientes para evitar desbordes e inundaciones, y en el talud inferior proteger contra la erosión del flujo perenne del río.

La longitud y profundidad varía de acuerdo a cada caso de las ocho minas que estamos analizando. Y se mostrarán más adelante.

Se da esta sección como referencia general para los sitios en consideración dado que las condiciones geomorfológicas son muy similares.

Se podría tener una estimación del volumen de materiales depositados periódicamente al tomarse una medición en un sitio ya explotado en forma definida: longitud, ancho y profundidad. Georreferenciadas para ayudarnos a ubicar su posición en caso que la crecida sea fuerte y cambie la ubicación del cauce.

Para una estimación actual, se contará con maquinaria en el sitio explotando un área determinada y midiendo la profundidad máxima de excavación por medio de su alcance en el brazo, esto en varios puntos de dicha área. En base a la cantidad de volquetas cargadas tendremos una estimación de la cantidad de material posible a extraer en dicho sitio. Se aclara que depende también del relieve, pendiente del fondo del cauce, o sea de la morfología del terreno.

4.2 Protección del Cauce.

Para proteger zonas susceptibles a inundaciones debemos tener en cuenta el tipo de protección que la vamos a dar al río, el cual es quien en temporadas de crecientes ocasiona estos peligros.

Tenemos obras de tipo estructural y no estructural.

Tipo Estructural, son las obras que realizaríamos con anticipación a los sucesos y que requieren de gran presupuesto en este caso del estado, tales como: presas de retención, almacenamiento y derivación; modificaciones de cauces, entubamientos, bordos, muros, modificación de puentes y alcantarillas.

Tipo No Estructural, son las que pueden realizarse durante o poco antes de ocurrir el suceso, como apertura de cauces en terrenos aledaños para que el agua fluya, abrir canales en pozas que almacenarían el agua de la creciente y demás avisos para que las personas salgan de las zonas inundables hacia zonas altas. Acciones como las que efectúa la secretaria de gestión de riesgo en nuestro país.

Las obras estructurales tienden a reducir las inundaciones en zonas pobladas y más o menos extensas, en cambio las obras no estructurales disminuyen o evitan las pérdidas de vías humanas y materiales.

Vamos a manejar en este caso, las obras de tipo estructural en base a las necesidades del caso.

Dado que las obras estructurales interfieren directamente con el río para así impedir su paso sea por confinamiento, encauzamiento, almacenamiento o modificando su velocidad de desplazamiento y caudal; tenemos aquí algunas soluciones a aplicarse:

Muros Perimetrales, se realizan alrededor de poblaciones y zonas importantes. Pueden ser hechos con arcilla o lastre compactado, hormigón o mixtos.

Muros longitudinales, se realizan a lo largo de uno o ambos márgenes del río. Como por ejemplo: vegetación, enrocados, losas de concreto, gaviones, o muros pantallas. En taludes estables (1v:2h ; 1v:4h)

Desvíos temporales, se lo realiza hacia lagunas o zonas bajas cerca de los ríos para aliviar el caudal de la creciente. Esta regresa después al río.

Desvíos permanentes, se desvía una parte del caudal hacia un lago o canal y permanece allí.

Corte o modificación de meandro, incrementa la pendiente del río y por tanto su capacidad de conducción hidráulica.

Presas, evitan crecientes al retener dicho volumen generado. También retienen sedimentos evitando el azolvamiento. Pueden realizarse en formas escalonadas.

Limpieza de ríos, esteros, canales y obstáculos, ayudan a mejorar la capacidad de conducción en ríos.

Dragados de ríos, evitan el desbordamiento de ríos e inundaciones.

Canalización o encauce, se utilizan en ríos u otros, que cruzan poblaciones.

Reforestación de taludes, márgenes y cuencas, retarda y disminuye el escurrimiento. Reduce el aporte de sedimentos al cauce.

Tras el análisis de los puntos críticos, podemos elegir medidas de protección para los cauces de ríos estudiados anteriormente en base a lo establecido en esta parte del capítulo.

Algunas obras de protección pueden ser las siguientes:



Figura 4.3 Sección simple de canal en v

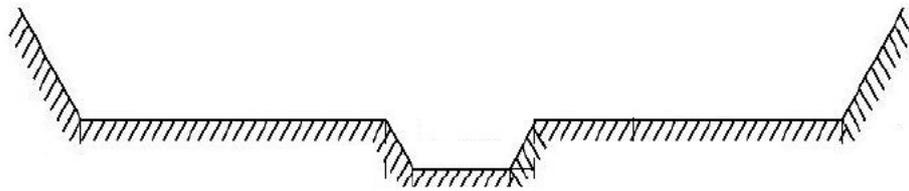


Figura 4.2 Sección compuesta de canal en v

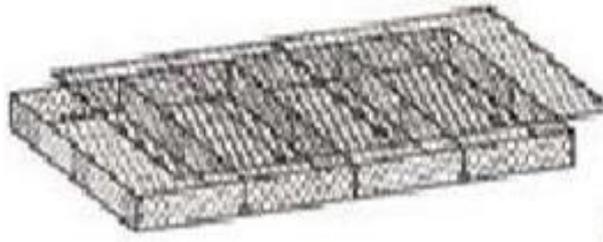


Figura 4.4 Malla de gavión tipo colchón
($e \leq 5,0 \text{ M}$)

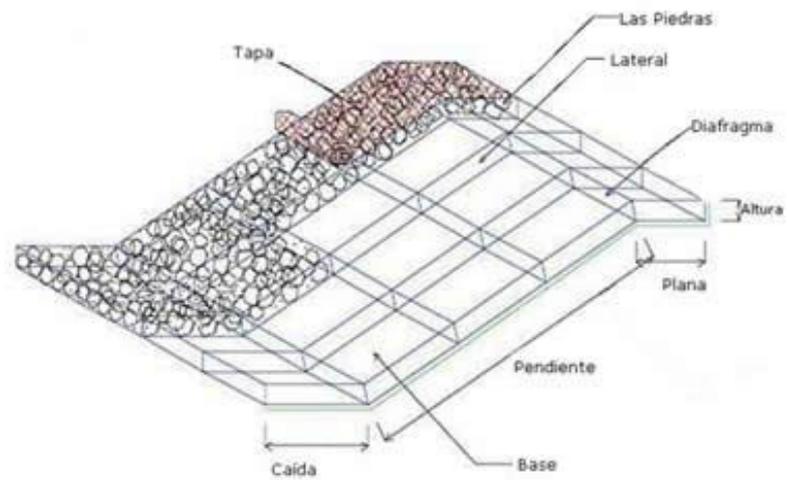


Figura 4.5 Malla de gavión de protección superior e inferior
($e \leq 5,0 \text{ m}$)



Figura 4.6 Muro longitudinal



Figura 4.7 Muro de enrocado

Fuente:El Autor

En el siguiente cuadro se resumen las posibles soluciones de protección de cauces para cada mina a explotarse:

	OBRAS DE PROTECCION			
	AZOLVE	DESBORDE	DESIZAMIENTOS	SECCIÓN
EL PLACER	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	ENROCADO O MURO LONGITUDINAL	TALUD <= (1V:2H)	COMPUESTA
LA CLARA	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	ENROCADO O MURO LONGITUDINAL	TALUD <= (1V:2H)	COMPUESTA
LOS FRANCOS	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	ENROCADO O MURO LONGITUDINAL	TALUD <= (1V:2H)	COMPUESTA
SAN MATEO	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)		MALLA DE GAVIONES INF. Y SUP., FORESTACIÓN Y CORTE DE MEANDRO	SIMPLE
PABLO 7	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	ENROCADO O MURO LONGITUDINAL	TALUD <= (1V:2H) Y CORTE DE MEANDRO	COMPUESTA
EL CAUCHO	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)		TALUD <= (1V:2H) CON MALLA DE GAVIONES (e<=0,50M) Ó MURO PANTALLA	SIMPLE
PUENTE CAMARONES	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	<i>ENROCADO O MURO LONGITUDINAL</i>	TALUD <= (1V:2H) CON MALLA DE GAVIONES (e<=0,50M)	COMPUESTA
PATRICIA PILAR	DRAGADO (EXPLOTACIÓN CONTROLADA)	<i>ENROCADO O MURO LONGITUDINAL</i>	TALUD <= (1V:2H)	SIMPLE

Cuadro 4.2 Posibles soluciones a los problemas en cauces en las minas

4.3 Reubicación del Sitio de Explotación de Conformidad con el Patrón Morfológico del Río.

La sinuosidad de los ríos varía en función del tipo de suelo, afluentes que se suman al río, la rotación de la tierra y las pendientes. Para este análisis tomaremos en cuenta los más representativos de los datos anteriores, de acuerdo a la geomorfología de los ríos. Todos menos la rotación de la tierra por ser un parámetro de medición y observación complicado.

	LONGITUD DEL RIO	LONGITUD DEL VALLE	SINUOSIDAD
EL PLACER	13.20	10.20	1.29
LA CLARA	12.00	10.00	1.20
LOS FRANCOS	6.60	5.05	1.31
SAN MATEO	16.15	10.00	1.62
PABLO 7	12.04	9.00	1.34
EL CAUCHO	15.05	10.00	1.51
PUENTE CAMARONES	16.40	10.30	1.59
PATRICIA PILAR	16.50	10.50	1.57

Cuadro 4.3 Sinuosidad de los ríos que atraviesan los sitios de minas

Dado que en un mismo río tenemos el efecto de erosión y sedimentación de cada lado del mismo, y dependiendo de qué lado del río está el ingreso a la mina, además de cual lado del río afecta más en la orilla; trataremos de reubicar el sitio de explotación en la

mina para poder mejorar las condiciones hidráulicas del río y de explotación. Esto lo haremos basados también en las consideraciones de mayor influencia del sitio respecto a los beneficios de la explotación y la localidad.

	MEANDRO	CULTIVO	REUBICACIÓN	OBSERVACION
EL PLACER	NO	SI	NO	CAUCE AMPLIO Y MEDO PROFUNDO
LA CLARA	NO	NO	NO	CAUCE MUY AMPLIO Y PROFUNDO
LOS FRANCOS	NO	SI	NO	CAUCE AMPLIO Y MEDO PROFUNDO
SAN MATEO	SI	SI	SI	CAUCE AMPLIO Y PROFUNDO
PABLO 7	SI	SI	SI	CAUCE MUY AMPLIO Y MEDIO PROFUNDO
EL CAUCHO	NO	SI	NO	CAUCE AMPLIO Y MEDO PROFUNDO
PUENTE CAMARONES	NO	SI	NO	CAUCE MUY AMPLIO Y PROFUNDO
PATRICIA PILAR	NO	NO	NO	BORDE CON ROCA IGNEA Y CAUCE PROFUNDO

Cuadro 4.4 Condiciones de reubicación de los ríos que atraviesan los sitios de minas

Como podemos observar, en base a lo indicado, es factible controlar la dirección del flujo de los ríos en las minas San Mateo Y Pablo 7, esto con un cambio debido que poseen meandros que se pueden acortar para mejorar las condiciones del río y disminuir y/o eliminar afectaciones tanto al proceso de explotación como a los alrededores en cuanto a protección de deslizamientos y cultivos.

También podemos observar que la mina de San Mateo se encuentra dentro del perímetro urbano, incumpliendo las especificaciones del MTOP.

CAPITULO 5

5. ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES

Como hemos visto anteriormente, existen diferentes ventajas y desventajas por el cual explotar un depósito aluvial o mina de río.

Ventajas:

- Eliminar el azolve para así mejorar el flujo de los ríos y evitar desbordamientos y deslizamientos de talud.
- Encauzar de forma adecuada un río para conducirlo en la dirección deseada para evitar daños aguas abajo.
- Aprovechar el material explotado en obras para la población, como construcción de caminos, puentes, edificaciones, etc.

Desventajas:

- Afectación al ecosistema (fauna y flora)
- Mal procedimiento de explotación

Siempre y cuando realicemos un proceso de explotación de manera eficiente podremos eliminar las desventajas y obtener buenos resultados en dicha explotación.

5.1 Consideraciones Específicas

Veremos algunas consideraciones, las más relevantes de los siguientes reglamentos del estado ecuatoriano que intervienen directa e indirectamente en los procedimientos de explotación:

- Reglamento especial para la explotación de materiales áridos y pétreos
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP-001-F-2002.

Reglamento Especial Para La Explotación De Materiales Áridos Y Pétreos.

Art. 2.- Material Árido y pétreo: Se considera material árido aquel que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas y se caracteriza por su estabilidad química, resistencia mecánica y tamaño; y, se consideran materiales pétreos, los agregados minerales que son suficientemente consistentes y resistentes a agentes atmosféricos, provenientes de macizos rocosos, generalmente magmáticos. Tanto materiales áridos como materiales pétreos pueden ser utilizados como materia prima en actividades de construcción.

Art. 4.- Lecho o Cauce de Río: Se entiende por lecho o cauce de un río al canal natural por el cual discurren las aguas del mismo, en el que se encuentran materiales granulares resultantes de la disgregación y desgaste de rocas de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Art. 8.- Competencia Del Ministerio De Recursos Naturales No Renovables.- Corresponde a este Ministerio, al tenor de lo dispuesto en el artículo 7 de la Ley de Minería, otorgar, administrar y extinguir derechos mineros, dentro del ámbito de su competencia, en forma previa a la explotación de los mismos en lechos o cauces de ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras.

Conforme establece el artículo 9 de la Ley de Minería, corresponde a la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), efectuar el control del cumplimiento de las concesiones.

Art. 16.- Jurisdicción y competencia regulatoria.- En materia de áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, ejercen jurisdicción y competencia regulatoria, el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, la Agencia de Regulación y Control Minero y los Gobiernos Municipales con las atribuciones y funciones que les señalan la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de Minería y sus Reglamentos y las presentes disposiciones y de acuerdo con las transferencias de competencias a ellos sean asignados.

Art. 17.- Jurisdicción contencioso administrativa.- Las controversias que pudieren suscitarse entre los sujetos de derechos mineros y las autoridades administrativas en materia minera, serán resueltas por los tribunales distritales de lo contencioso administrativo.

Art. 18.- Competencia para el control.- De conformidad con las normas de este Reglamento, los Gobiernos Municipales tienen competencia para el control de la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en los ámbitos que les fueren asignados, los que podrán ser asistidos para el indicado fin de control, por la Agencia de Regulación y Control Minero.

Art. 19.- Coordinación.- En observancia a las disposiciones del artículo 5 de la Ley de Minería, los gobiernos municipales, al formar parte de la estructura del sector minero, en las competencias que les correspondan, para la aplicación de dicha ley, deberán efectuar y mantener la coordinación necesaria con el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, con la Agencia de Regulación y Control Minero, con el Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero. Metalúrgico; y, con la Empresa Nacional Minera ENAMI EP.

Art. 21.- Explotación.- La explotación, comprende el conjunto de operaciones, trabajos labores mineras, destinadas a la preparación y desarrollo del yacimiento y a la extracción transporte de minerales.

Art. 23.- Cierre de minas.- El cierre de minas en caso de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, consiste en el término de las actividades mineras, y

el consiguiente desmantelamiento de las instalaciones utilizadas, además de la aplicación del plan de cierre y de ser el caso la reparación ambiental, se encuentra bajo la regulación y control de los gobiernos municipales, estará sustentada en el respectivo título y se ejercerá bajo la coordinación que se deja establecida en el artículo 19 de este Reglamento, de acuerdo con el plan de cierre debidamente aprobado por la autoridad ambiental competente.

Art. 39.- Control coordinado con el Ministerio del Ambiente.- En coordinación con el Ministerio del Ambiente, los Gobiernos Municipales podrán controlar que los concesionarios y contratistas de materiales áridos y pétreos en lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en forma previa al inicio de sus actividades de explotación, hayan elaborado y presentado los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental, en forma establecida en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador. Una vez que se haya desconcentrado o descentralizado dichas actividades, se ejercerán en los términos de la desconcentración o descentralización por parte de los Gobiernos Municipales.

Art. 40.- Control de la obligación de revegetación y reforestación.- Los Gobiernos Municipales, dentro de su competencia, y en el evento de que la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras requiriera de trabajos que obliguen al retiro de la capa vegetal y la tala de árboles, podrán controlar el cumplimiento de la obligación de los concesionarios y contratistas mineros de proceder a la revegetación y reforestación de dicha zona, preferentemente con especies nativas, conforme lo establecido en la normativa ambiental y al plan de manejo ambiental, en el ámbito de su competencia.

Art. 42.- Control sobre conservación de flora y fauna.- Los Gobiernos Municipales, en ejercicio de la competencia debidamente otorgada, podrán controlar que los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental de las respectivas concesiones de áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, contengan información acerca de las especies de flora y fauna existentes en la zona, así como realizar los estudios de monitoreo y las respectivas medidas de mitigación de impactos en ellas.

Art. 44.- Control sobre la explotación ilegal de materiales áridos y pétreos – Sin perjuicio de las competencias asignadas a otros organismos, los Gobiernos Municipales podrán efectuar el control de explotaciones ilegales de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, por parte de quienes realicen operaciones, trabajos y labores de explotación sin título alguno para ello o sin el permiso legal correspondiente, debiendo informar de tales explotaciones ilegales a la Agencia de Regulación y Control Minero, para fines de aplicación de las normas de los artículos 57 de la Ley de Minería y 99 de su Reglamento General- Las afectaciones al ambiente y el daño al ecosistema y biodiversidad producidos a consecuencia de la explotación ilícita o invasiones, serán considerados como agravantes al momento de dictar las resoluciones respecto del amparo administrativo.

Art. 45.- Control sobre el objeto de la titularidad de la concesión.- En el evento de que en el área materia del título de la concesión minera de explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, como resultado de la labores mineras se efectuare la explotación de otras sustancias

minerales no metálicas o metálicas, los concesionarios o contratistas están obligados a informar en forma inmediata del particular a la Agencia de Regulación y Control Minero a fin de que el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables proceda a realizar las acciones legales y administrativas que el caso requiera en procura de optar por la reforma del título de la concesión o al cambio de modalidad concesional, precautelando los intereses del Estado, con los efectos que ello implique, particularmente sobre la competencia de regulación y control en función de los cambios que dicha situación amerite por parte de los Gobiernos Municipales.

Art. 48.- Explotación bajo el régimen especial de pequeña minería.- Para la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras bajo la modalidad de pequeña minería, se observarán las disposiciones pertinentes del Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal aplicables a esta forma de actividad minera, debiendo estarse a las de este Reglamento Especial, para fines del traslado de las competencias otorgadas a los Gobiernos Municipales. Las ordenanzas municipales que se expidan a) respecto deberán contener disposiciones que hagan posible armonizar las normas de la Ley de Minería y sus Reglamentos para el traslado efectivo de las competencias de autorización, regulación y control respecto de la fase de explotación de éstos materiales áridos y pétreos.

Art. 49.- Explotación bajo el régimen especial de minería artesanal.- La competencia para la autorización, regulación y control de las actividades de minería artesanal para la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, que se podrán trasladar a los Gobiernos Municipales, vista su naturaleza y características especiales, estará regulada en las respectivas ordenanzas municipales, en concordancia con las

normas del Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal, y contará con el apoyo de la Agencia de Regulación y Control Minero y de los Ministerios, entidades y dependencias que mencionan en el inciso segundo del artículo 19 de dicho Reglamento

Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos Y Puentes Mop-001-F-2002.

MOP816 Sub-Bases De Agregados

1. Mezcla de materiales provenientes de depósitos naturales.
2. Se complementa con el capítulo 400.
3. Cumplir granulometría de la tabla 403-1.1.
4. Comprobar granulometría mediante ensayo INEN 696 y 697, tomando muestra ya colocada en camino.
5. Ensayo de Abrasión <50%. Norma INEN 860 y 861. (500 vueltas).
6. Pasante No. 40, debe ser no plástico, o $LL < 25$, $IP < 6$ de acuerdo a INEN 691 y 692.
7. Si se pasaran los valores anteriores, se mezcla con material adecuado.
8. Clase 1 o 2, al menos el 30% debe ser triturado

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Cuadro 5.1 Tabla 403-1.1 del MTOP. Clasificación granulométrica para Sub-bases

Fuente: Mop-001-F-2002

MOP814 Bases De Material Granular

1. Mezcla de materiales provenientes de depósitos naturales.
2. Se complementa con el capítulo 400.
3. Fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable.
4. Se criba antes de triturar.
5. Cumplir granulometría de la tabla 404 (LIBRO MTOP).
6. Comprobar granulometría mediante ensayo INEN 696 y 697, tomando muestra ya colocada en camino

7. Ensayo de Abrasión < 40%. Norma INEN 860 y 861. (500 vueltas).
8. Perdida < 12% en ensayo durabilidad (5 ciclos inmersión / lavado sulfato), Norma INEN 863 .
9. Pasante No 40, debe ser no plástico, o LL< 25, IP< 6 de acuerdo a INEN 691 y 692.
10. Si se pasaran los valores anteriores, se mezcla con material adecuado.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

A.-Base Clase 1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4" (19.0 mm.)	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

B.-Base Clase 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
¾"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

C.-Base clase 3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

D.-Base Clase 4

Cuadro 5.2 Tablas de clasificación granulométrica para bases:
A.-Bases Clase 1; B.-Bases Clase 2; C.-Bases Clase 3; D.-Bases Clase 4.

Fuente: Mop-001-F-2002

**MOP811 Agregados Para Hormigón Asfáltico Mezcla En
Planta**

TIPO A: Gradación tabla 404-5.1/405-5.1.

100% agregado grueso triturado

Agregado fino, arena natural, triturada o relleno

mineral (cemento - AASHTO M17).

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	90 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)		90 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	56 - 80	--	90 - 100
1/2" (12.5 mm.)	--	56 - 80	--
3/8" (9.5 mm.)	--	--	56 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
Nº 8 (2.36 mm.)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
Nº 50 (0.30 mm.)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80	--	90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Cuadro 5.3 Tablas de clasificación granulométrica para agregados de hormigón asfáltico.

Fuente: Mop-001-F-2002

TIPO B: 50% agregado grueso triturado, el resto natural.

Agregado fino arena natural, triturado.

TIPO C: Agregado grueso triturado o natural.

Agregado fino arena natural, triturado.

Además de Cumplir con las siguientes condiciones:

Ensayos de acuerdo al método Marshall	T R A F I C O					
	PESADO		MEDIO		LIVIANO	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
N° de golpes	75		50		35	
Estabilidad (libras)	1.800	--	1.200	--	750	--
Flujo (pulgada/100)	8	16	8	18	8	20
% vacíos con aire:						
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

Cuadro 5.4 Requisitos para hormigón asfáltico mezclado en planta.

Fuente: Mop-001-F-2002

- Los agregados serán fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente.
- Agregados secos o uso de secadoras. humedad < 1%.
- Ensayo de abrasión < 40%. Norma INEN 860. (500 vueltas)
- Perdida < 12% en ensayo durabilidad (5 ciclos inmersión / lavado con sulfato), Norma INEN 863.
- Ensayo resistencia a la peladura AASHTO T182 (> 95% material bituminoso debe permanecer impregnado).
- 85% agregado grueso, por lo menos una cara fracturada.

- 80% agregado grueso, por lo menos 2 caras fracturadas. ASTM D5821.
- Angularidad pasante No 8 \geq 45%, Norma ASTM C1252.
- Equivalente de arena pasante No 4, AASHTO T 176 (ASTM D2419).

	Equivalente de Arena	
	Tráfico Liviano y Mediano	Tráfico Pesado
Base	35	40
Capa de Rodadura	45	50

Cuadro 5.5 Equivalente de arena para los agregados para hormigón asfáltico mezclado en planta.

Fuente: Mop-001-F-2002

- Material deletéreo < 1%.

Mezcla En Planta

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	3/8" Máximo	1/4" Máximo
1/2" (12.7 mm.)	100	--
3/8" (9.5 mm.)	90 - 100	100
1/4" (6.3 mm.)	55 - 75	85 - 100
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 50	--
Nº 8 (2.38 mm.)	15 - 32	15 - 32
Nº 16 (1.18 mm.)	0 - 15	0 - 15
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 3	0 - 3

Cuadro 5.6 Clasificación granulométrica para los agregados para hormigón asfáltico mezclado en planta.

Fuente: Mop-001-F-2002

MOP812-2

Agregados Para Tratamientos

Bituminosos Superficiales.

1. Mezcla de materiales provenientes de depósitos naturales.
2. Cumplir granulometría de la tabla 403-1.1 (Subbases).
3. Los agregados se compondrán de fragmentos angulosos o semiangulosos y ásperos; limpios, resistentes y duros.
4. Estarán libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas, así como de material mineral, cubierto de arcilla u otro material inconveniente.
5. Granulometría CUADRO 5 .7:

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada					
	A	B	C	D	E	F
1 ½" (38.1 mm.)	100	--	--	--	--	--
1" (25.4 mm.)	90-100	100	--	--	--	--
¾" (19.0 mm.)		90-100	100	--	--	--
½" (12.7 mm.)	0-15	20-55	90-100	100	100	--
3/8" (9.5 mm.)	--	0-15	40-75	90-100	90-100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	--	--	0-15	0-20	10-30	75-100
Nº 8 (2.38 mm.)	--	--	0-5	0-5	0-8	0-10
Nº 200 (0.075 mm.)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2

Cuadro 5.7 Clasificación granulométrica de los agregados para tratamientos bituminosos superficiales.

Fuente: Mop-001-F-2002 TABLA 405-3

6. Ensayo de abrasión < 35%. Norma INEN 860. (500 vueltas).
7. Pasante no 40 - debe ser no plástico, o LL< 25 , IP< 6 de acuerdo a INEN 691 y 692.
8. Perdida < 12% en ensayo durabilidad (5 ciclos inmersión / lavado con sulfato), Norma INEN 863.

9. Ensayo resistencia a la peladura AASHTO T182 (> 95% material bituminoso debe permanecer impregnado).
10. Relleno mineral debe cumplir con AASHTO M17.

MOP819 Gaviones

- Densidad Min. 2.5 gr/cm³.
- Max Tamaño Piedra 50% > Abertura Malla .
- Ensayo de Abrasión < 50%. Norma INEN 860 Y 861. (500 vueltas).
- Perdida < 12%, en ensayo de durabilidad (5 Ciclos inmersión / Lavado con sulfato), Norma INEN 863.

MOP304-1 No Explotar A 1500m De Un Puente

MOP313 Fuentes De Materiales

313-02 No explotar en Zonas Protegidas

500m de Poblaciones

2km de Tomas de Agua

313-02.1 *Plan De Explotación:*

- Descripción de la planificación de los sitios de ubicación de las instalaciones sanitarias básicas, oficinas, bodegas, talleres, sistemas de drenaje, vías de acceso y circulación, estacionamientos, equipos, sitios de acopio, etc.
- Planimetrías del lugar, instalaciones y equipo a usarse.
- Descripción de los métodos de explotación aplicarse.
- Volumen mensual y anual de extracción y rechazo (m3).
- Maquinaria a emplearse.
- Medidas ambientales y seguridad industrial a considerarse.
- Programa de restauración ambiental.
- Cronograma y costos previstos.
- Para la ubicación de plantas de trituración, clasificación o acopio, debe incluirse el diagrama de emplazamiento de dichos equipos

5.2 Ensayos Del Laboratorio

Para obtener información técnica sobre calidad de los materiales a explotarse, realizaremos varios ensayos a una muestra representativa que acarrearán las tractomulas en los sitios antes mencionados, conocidos como minas de material pétreo.

Los ensayos son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor
- C.B.R.
- Abrasión

Veremos brevemente cada uno de estos ensayos.

Ensayo De Granulometría.

Consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que componen una muestra de suelo o agregado con la finalidad de ver si cumplen ciertas especificaciones para lo cual se va a utilizar dicha muestra.

Este ensayo se puede hacer por vía húmeda cuando se trata de suelos finos, o por vía seca usando tamices, dado que tenemos una muestra de granos gruesos.

Al analizar por tamices en gravas, necesitamos una cantidad de 5.000 a 10.000 gramos de la muestra. Hacemos pasar por los tamices con aberturas de: 3, 2 1/2, 2, 1 1/2, 1, 3/4, 1/2, 3/8, 1/4 en pulgadas, y # 4, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 100, y 200.

Su procedimiento está Normado por la ASTM D422. Y la Norma INEN 696.

Clasificación SUCS

			Símbolo	% finos		
		Bien graduada	GW	< 5	Cu > 4; Cc entre 1 y 3	
	GRAVA	Mal graduada	GP	< 5	Falla Cu ó Cc	
GRUESO		Limosa	GM	> 12	Límites con pasante	Bajo Li. A
> 50 %	malla 4	Arcillosa	GC	> 12	malla 40	Sobre "
		Bien graduada	SW	< 5	Cu > 6; CC entre 1 y 3	
	ARENA	Mal graduada	SP	< 5	Falla Cu ó Cc	
		Limosa	SM	> 12	Límites con pasante	Bajo Li. A
		Arcillosa	SC	> 12	malla 40	Sobre "
Malla no. 200						
	Limo	Inorgánico de alta plasticidad, MH				
FINO		Inorgánico de baja a media plasticidad, ML				
> 50 %	Arcilla	Inorgánico de alta plasticidad, CH				
		Inorgánico de baja a media plasticidad, CL				
	Arcilas y limos inorgánicos					
	(en carta de plasticidad bajo			De alta plasticidad, OH		
	línea A pero cercana a ella)			De baja a media plasticidad, OL.		
Los finos se clasifican según sus límites en la Carta de Plasticidad						
	Turba y suelos altamente orgánicos, Pt				300 ≥ WL ≤ 500	
					100 ≥ IP ≤ 200	
DOBLE SIMBOLOGIA						
1.- % Finos entre 5 y 12 %, por ejemplo : GW-GC: SP-SM						
2.- % Grava = % arena, por ejemplo: GW-SW; GM-SM						
3.- Casos de frontera en carta de plasticidad: CH-MH, CL-ML						
MAS SIMBOLOGIAS						
Combinaciones de 1 y 2 , por ejemplo: GW-GM-SW-SM						
2 Y 3 , por ejemplo: GC-GM-SC-SM						
1 y 3 , por ejemplo: SW-SC-SM						
1,2 Y 3 , por ejemplo: GP-GC-GM-SP-SC-SM						

Cuadro 5.8 Clasificación de suelos SUCS

Fuente: Mecánica De Suelos Practica Ing. Carmen Terreros De Varela. 2da.Edic.

Límites De Atterberg

Se utiliza para conocer el comportamiento de un suelo fino basados en cuatro estados de consistencia según su humedad.

Cuando está seco, se encuentra en un estado sólido, si se le agrega agua poco a poco va cambiando su estado a semisólido, plástico y líquido. La transición de un estado a otro se denomina límite de Atterberg. Tenemos tres límites: límite de retracción o contracción (LC), límite plástico (LP) y límite líquido (LL).

Tenemos dos parámetros adicionales que son producto de las relaciones entre los límites, como el Índice Plástico (IP) y la Consistencia Relativa (Cr)

$$Cr = (LL - W_n) / IP$$

$$IP = (W_n - LP) / IP$$

Siendo W_n la humedad natural

Con esto podemos mostrar una tabla a manera de ayuda para identificar la consistencia de un suelo:

W(%)	Cr	Consistencia
= LP	1	Duro
< LP	> 1	Muy Duro
= LL	0	Muy Blando
> LL	< 0	Muy Blando
	0,5	Blando
	0,5 - 0,8	Medio

Cuadro 5.8 Escala de consistencias de los suelos según sus límites de Atterberg y consistencia relativa.

Fuente: Mecánica De Suelos Practica Ing. Carmen Terreros De Varela. 2da.Edic.

Su procedimiento está Normado por la ASTM D4318. Y la Norma INEN 691 Y 692.

Ensayo De Proctor

Determina la compactación máxima de un terreno en relación a su humedad con la finalidad de aumentar su peso específico, aumentando así su resistencia y disminuyendo la capacidad de deformación.

Existen dos tipos de ensayos de Proctor, según la cantidad de energía a usar para una cierta aplicación, y según la granulometría del material.

- Proctor estándar
- Proctor Modificado

Método	A	B	C	D
Material	Pasa tamiz No.4	Pasa tamiz No.4	Pasa tamiz 3/4"	Pasa tamiz 3/4"
Molde usado	4"	6"	4"	6"
Número de golpes/capa	25	56	25	56
Standard:				
# de capas	3	3	3	3
Energía de compactación (libras-pie/pie ³)	12.375	12.317	12.375	12.317
Martillo: 5,5 libras.	Altura de caída = 12"			
Modificado:				
# de capas	5	5	5	5
Energía de compactación (libras-pie/pie ³)	56.250	55.986	56.250	55.986
Martillo: 10 libras	Altura de caída = 18"			

Cuadro 5.9 Condiciones para el ensayo de compactación de Proctor.

Fuente: Mecánica De Suelos Practica Ing. Carmen Terreros De Varela. 2da.Edic.

Para materiales $> \frac{3}{4}$ ", se debe corregir el Proctor.

Su procedimiento está Normado por la ASTM D1557 para Proctor modificado. Y AASHTO T180.

Ensayo C.B.R

Mide la capacidad de soporte de un suelo o la resistencia la corte, bajo condiciones de humedad y densidad controladas. Nos da una idea de la calidad del mismo.

Se tiene varios tipos de CBR en función de la calidad de los suelos: suelos inalterados, remoldeados, gravosos y arenosos, cohesivos poco o nada plásticos, cohesivos plásticos, y terrenos compactados.

El procedimiento consiste en medir la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua durante cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento.

La muestra se sumerge para poder proveer la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo después de la construcción,

por tal, después de compactar el suelo y de haberlo sumergido se lo penetra con un pistón que conectado a un sensor, genera una gráfica donde se representa la carga respecto la profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro de la muestra.

La gráfica obtenida por lo general es una curva con el tramo inicial recto y el tramo final cóncavo hacia abajo, cuando el tramo inicial no es recto se le corrige.

Con la gráfica observamos los valores de la carga que soportaba el suelo cuando el pistón se había hundido 2.5 mm y 5mm y los expresamos en tanto por ciento (%), tomando como índice CBR el mayor de los porcentajes calculados.

Su procedimiento está Normado por la ASTM D1883.

Ensayo De Abrasión

Mide el desgaste de los agregados gruesos como resultado de la degradación, impacto y fricción de unas esferas metálicas dentro de un cilindro giratorio. Es un indicador de la calidad del agregado.

Se utiliza para materiales que van a estar en contacto continuo como pisos y pavimentos.

GRADUACIÓN	No. de esferas	Peso de la carga (gramos)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Cuadro 5.10 Condiciones para el ensayo de abrasión de los ángulos

Fuente: ASTM C131

Su procedimiento está Normado por la ASTM C131. Y la INEN 861

Para estos ensayos, los resultados a obtenerse de cada mina se espera que cumplan con las especificaciones del MOP, los cuales son:

ESPECIFICACIONES DEL MOP							
	GRANULOMETRÍA	I.P	L.L	C.B.R.	DENSIDAD SECA MAXIMA	DESGASTE MÁXIMO	CAPITULO MOP
MEJORAMIENTO	Pasante 100% de 4" Pasante < 20% de No 200	< 9	<= 35 %	> 20 %	95%		402
SUB-BASE (3)	Tabla 403-1.1	< 6	<= 25 %	>= 30 %	100%	< 50%	403
BASE (4)	Tabla 404-1.4	< 6	<= 25 %	>= 80 %	100%	< 40 %	404
GAVIONES	Diam. Min. 5cm	-	-	-	-	< 40 %	508

Cuadro 5.11 Especificaciones del MTOP por tipo de material

5.3 Análisis De La Información

La información obtenida en los ensayos, son representativas para toda el área de cada mina dado que se considera homogénea por estar dentro del mismo cauce, y en base a las características físicas y mecánicas será lo que se analizará para observar el grado de calidad para uso en obras civiles antes mencionadas.

Se tomaron 2 sacos de 50kg para cada muestra de cada mina, en total son 16 sacos para el muestreo. Cada muestra se tomó del sitio,

o los sitios en algunos casos, en los que se estaban explotando estos materiales para su uso en obras varias en toda la provincia.

Esto y más, basados en las técnicas de muestreo de la Norma INEN 686

En el cuadro adjunto se exponen los resultados para estos ensayos:

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS									
	ESPECIFICACIÓN ó NORMA	PABLO 7	SAN MATEO	LA CLARA	EL PLACER	PATRICIA PILAR	EL CAUCHO	LOS FRANCOS	PUENTE CAMARONES
GRANULOMETRIA	ASTM D422 / INEN 696								
% HUMEDAD		1.96	1.42	1.12	4.5	5.55	2.95	1.38	2.75
LIMITES DE ATTERBERG	ASTM D4318 / INEN 691								
LIMITE LIQUIDO		NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LIMITE PLASTICO		NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
INDICE DE PLASTICIDAD		NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CLASIFICACION AASHTO		A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
CLASIFICACION SUCS		GW	GW	GW-GM	GW	GW	GW	GP	GW
PROCTOR	ASTM D1557								
TIPO		MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	MOD
DENSIDAD SECA MÁXIMA (GR/CC)		2243	2237	2257	2225	2186	2146	2231	2197
% HUMEDAD ÓPTIMA		5.98	5.94	5.64	8.68	5.3	5.6	5.5	5.4
C.B.R.	ASTM D1883								
ESPONJAMIENTO (%)		0	0	0	0	0	0	0	0
PENETRACIÓN									
100% (KG/M3)		2243	2237	2257	2225	2186	2146	2231	2197
95% (KG/M3)		2130	2125.15	2144	2114	2086.7	2038.7	2119.45	2110
% ABRASION	ASTM C131 / INEN 861	13.38	17.22	14.44	15	13.26	16.22	13.5	15.46

Cuadro 5.12 Resultados de los ensayos elaborados para cada mina.

Conjuntamente con estos resultados, se presenta en base a la granulometría especificada por el MOP, la aproximación que han resultado tener estos materiales a los de SubBase Clase 3 y Base clase 4:

TAMIZ	(mm)	% PASANTE									
		SUB-BASE CLASE 3		PABLO 7	SAN MATEO	LA CLARA	EL PLACER	PATRICIA PILAR	EL CAUCHO	LOS FRANCOS	PUENTE CAMARONES
3"	76.2	100.00	100.00	90.20	87.00	86.70	86.40	85.80	86.10	76.20	87.00
2 1/2"	63.5			75.20	81.20	80.70	80.40	80.10	80.10	71.70	80.50
2"	50.8			69.40	75.30	75.20	74.90	74.30	74.40	68.80	74.40
1 1/2"	38.1			61.00	69.40	68.80	68.50	68.40	68.40	62.30	68.30
1"	25.4			52.90	59.60	59.00	58.10	60.70	58.70	54.50	59.20
3/4"	19.05			46.80	51.60	51.70	51.30	52.70	50.80	48.60	52.10
1/2"	12.5			40.30	44.20	44.40	42.90	45.30	43.40	42.10	44.50
3/8"	9.5			36.10	39.40	40.50	38.20	40.90	38.90	38.10	39.60
1/4"	6.35										
#4	4.75	30.00	70.00	27.00	28.80	31.70	28.60	30.80	28.60	31.00	28.80
#8	2.36										
#10	2			16.70	24.10	24.20	20.10	25.30	21.50	23.60	20.00
#20	1.19										
#30	0.6										
#40	0.425			4.70	7.80	13.70	6.70	16.30	9.90	8.80	7.10
#50	0.3			3.20	5.10	12.00	4.70	11.50	6.30	6.10	4.60
#100	0.15			1.70	2.40	10.50	3.20	5.80	3.10	3.60	2.60
#200	0.075	0.00	20.00	1.10	1.00	9.30	2.40	2.60	1.80	2.00	1.80

Cuadro 5.13 Granulometría del material de las minas en estudio y de sub-base clase 3, según especificaciones del MTOP.

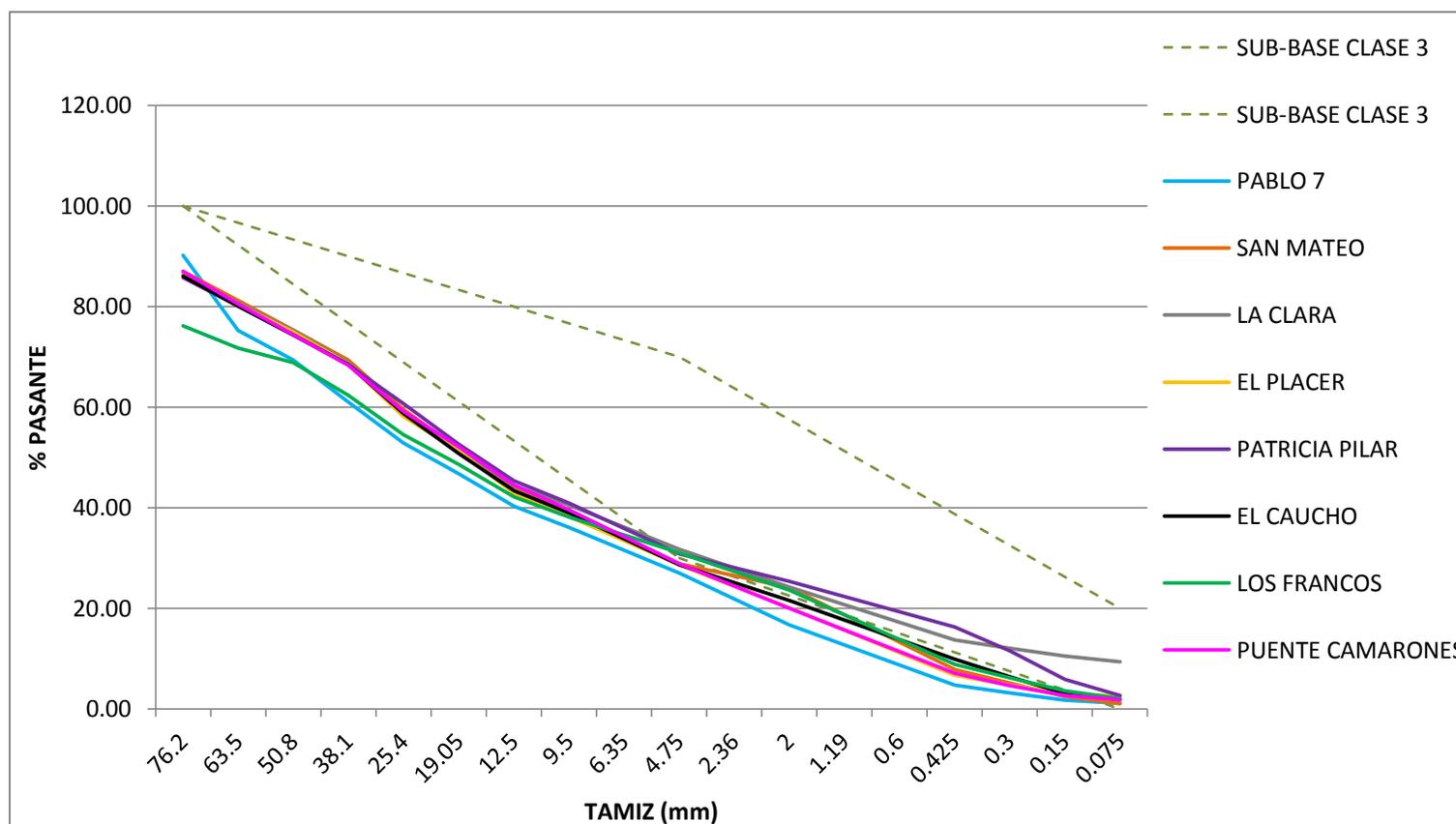


Gráfico 5.1 Gráfica de las granulometrías de los materiales de las minas en estudio para sub-base clase 3.

TAMIZ	TAMIZ(mm)	% PASANTE									
		BASE CLASE 4		PABLO 7	SAN MATEO	LA CLARA	EL PLACER	PATRICIA PILAR	EL CAUCHO	LOS FRANCOS	PUENTE CAMARONES
3"	76.2			90.20	87.00	86.70	86.40	85.80	86.10	76.20	87.00
2 1/2"	63.5			75.20	81.20	80.70	80.40	80.10	80.10	71.70	80.50
2"	50.8	100.00	100.00	69.40	75.30	75.20	74.90	74.30	74.40	68.80	74.40
1 1/2"	38.1			61.00	69.40	68.80	68.50	68.40	68.40	62.30	68.30
1"	25.4	60.00	90.00	52.90	59.60	59.00	58.10	60.70	58.70	54.50	59.20
3/4"	19.05			46.80	51.60	51.70	51.30	52.70	50.80	48.60	52.10
1/2"	12.5			40.30	44.20	44.40	42.90	45.30	43.40	42.10	44.50
3/8"	9.5			36.10	39.40	40.50	38.20	40.90	38.90	38.10	39.60
1/4"	6.35										
#4	4.75	20.00	50.00	27.00	28.80	31.70	28.60	30.80	28.60	31.00	28.80
#8	2.36										
#10	2			16.70	24.10	24.20	20.10	25.30	21.50	23.60	20.00
#20	1.19										
#30	0.6										
#40	0.425			4.70	7.80	13.70	6.70	16.30	9.90	8.80	7.10
#50	0.3			3.20	5.10	12.00	4.70	11.50	6.30	6.10	4.60
#100	0.15			1.70	2.40	10.50	3.20	5.80	3.10	3.60	2.60
#200	0.075	0.00	15.00	1.10	1.00	9.30	2.40	2.60	1.80	2.00	1.80

Cuadro 5.14 granulometría del material de las minas en estudio y de base clase 4, según especificaciones del MTOP.

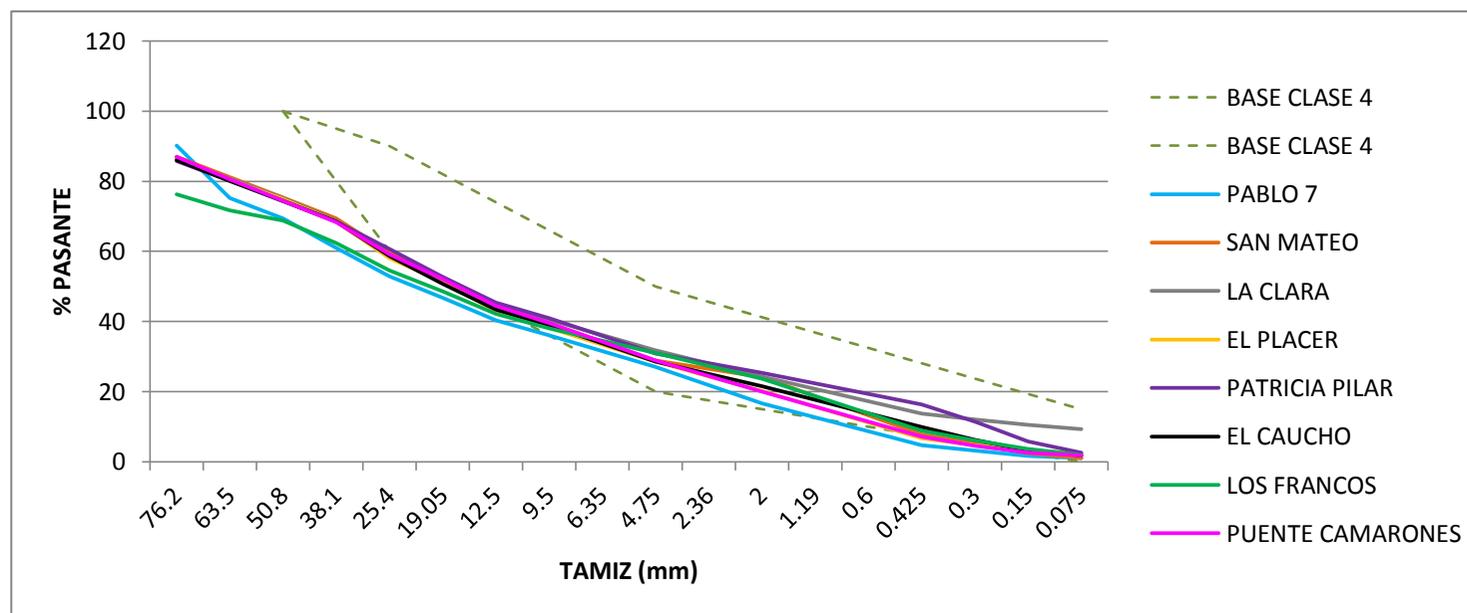


Gráfico 5.2 Gráfica de las granulometrías de los materiales de las minas en estudio para base clase 4.

5.4 Clasificación De Los Materiales De Acuerdo A Su Uso En Las Diferentes Áreas De La Construcción.

Las minas de río han sido utilizadas por varios años como fuentes naturales de materiales de construcción. Estos materiales han sido aptos para todo tipo de construcción debido que naturalmente han sido favorecidos en su granulometría, resistencia mecánica y demás propiedades. Se utilizan en:

Caminos:

Lastrados y re-lastrados de caminos vecinales

Material de mejoramiento, sub-Base y Base para caminos de tercer, segundo y primer orden.

Agregado para hormigón hidráulico y asfáltico.

Estructuras:

Enrocados

Gaviones

Puentes

Alcantarillas simples, ducto cajón doble y triple.

Diferentes obras con uso de agregados como Muros de hormigón, bordillos, cunetas, casas, edificios, etc.

Utilizando la clasificación ya conocida en la Especificación del MOP, mencionamos la clasificación esperada de materiales obtenidos en estas minas en base a los ensayos realizados de granulometría:

- Material de Mejoramiento
- Material de Sub-Base
- Material de Base
- Piedra Bola para Gaviones
- Piedra de Escollera

Estos materiales serán considerados para mejorarlos en su granulometría a fin obtener alcanzar resultados acordes a las Normas especificadas, esto con un procedimiento óptimo.

5.5 Estimación Del Volumen De Materiales Depositados Actualmente

La cantidad de materiales depositados en los cauces de los ríos estudiados, son variable año a año, debido a la irregularidad de las condiciones invernales. Aunque existe una cantidad permanente de material acumulado el cual se explota periódicamente hasta terminar con ello. Un indicador en la variable de la profundidad es el alcance de las excavadoras para explotar una mina. Por lo general una excavadora promedio tiene un alcance de 12 metros, en profundidad para extraer materiales, lo cual se pudo observar en las diferentes minas recorridas. Lo cual hace pensar que la profundidad estimada de excavación es de 10 metros, por tener un margen de seguridad. Lo cual varía en cada mina.

Si tomamos una medida simple de cada mina en función de las profundidades de excavación de las minas estudiadas; presentamos a continuación un cuadro que refleja una estimación del volumen de explotación para cada mina.

	DATOS DE EXPLOTACION				
	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	PROFUNDIDAD PROMEDIO (M)	AREA MINA (M2)	VOLUMEN EXPLOTACIÓN (M3)
EL PLACER	30.00	1,000.00	4.00	30,000.00	120,000.00
LA CLARA	30.00	900.00	1.50	27,000.00	40,500.00
LOS FRANCOS	50.00	1,500.00	2.00	75,000.00	150,000.00
SAN MATEO	100.00	800.00	4.00	80,000.00	320,000.00
PABLO 7	200.00	800.00	2.00	160,000.00	320,000.00
EL CAUCHO	60.00	800.00	7.00	48,000.00	336,000.00
PUENTE CAMARONES	120.00	800.00	8.50	96,000.00	816,000.00
PATRICIA PILAR	80.00	400.00	2.00	32,000.00	64,000.00
OBSERVACIONES:	LOS DATOS FUERON OBTENIDOS POR INSPECCIÓN DEL SITIO EN LOS CUALES EXCAVADORAS ESTUVIERON TRABAJANDO DURANTE LA VISITA.				

Cuadro 5.15 Volumen de explotación obtenido para cada mina.

5.6 Esquematizar Los Resultados Obtenidos Para Una Rápida Selección A Nivel Provincial

Dado los resultados de los ensayos y tomando en cuenta que las minas de material están ubicadas a lo largo de la Provincia de Los Ríos, realizaremos una distribución a lo largo de la misma para optimizar la ejecución de los proyectos en base a los siguientes factores:

- Tener el menor recorrido de transporte de material hacia cada sitio de la provincia donde existen obras con el fin de ahorrar costos de transporte.
- Seleccionar una mina adecuada al tipo de material a usarse en cada obra, y que tenga la menor distancia de recorrido entre mina y obra.

Estas consideraciones están plasmadas en el Plano de Ubicación de Minas de Material, adjunto en la sección de anexos, en el cual se distribuye a nivel provincial, cada una de las ocho minas estudiadas en este trabajo de investigación, y las cuales ofrecen el mejor análisis en base a la cercanía de las minas a las vías y obras a ejecutarse por parte del Gobierno Provincial de Los Ríos.

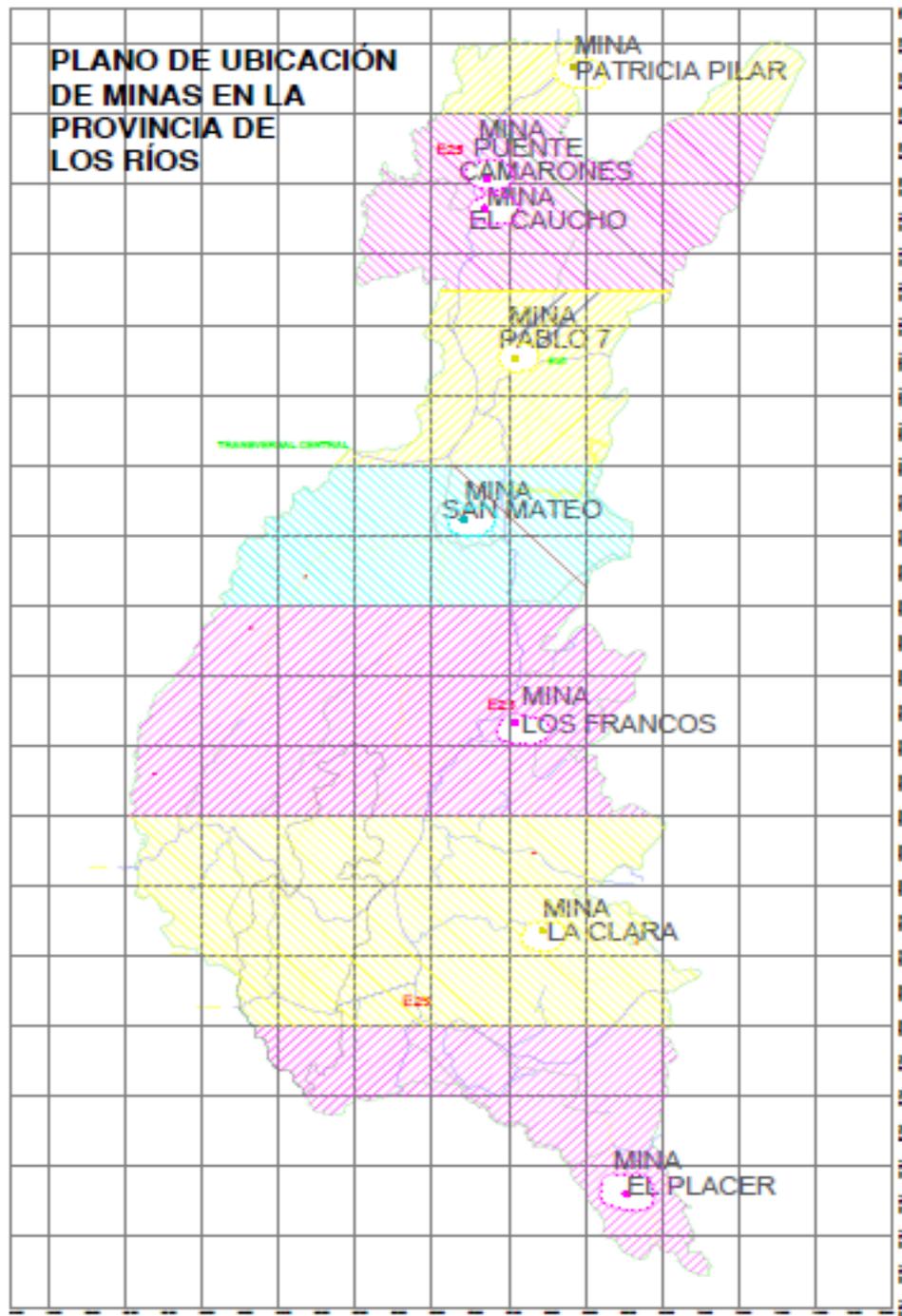


Figura 5.1 Esquema de ubicación de las minas en la provincia de los ríos.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. Luego de haber obtenido los resultados mediante ensayos, y haber analizado las diferentes problemáticas que se desarrollan en los sitios de explotación o minas en torno a su cauce, se procede a realizar las conclusiones y recomendaciones más apropiadas a lo expuesto en esta Tesis:

6.1 Conclusiones

1. Los problemas de azolve se pueden resolver por medio del dragado o explotación controlada, en base a las especificaciones del MOP. Esto se dará mientras se extrae el material de las minas para el uso en obras que el Gobierno Provincial de Los Ríos ejecute.
2. Para los problemas de desbordamiento de los ríos en épocas invernales, se ha tomado como solución la implementación de enrocados o muro de escollera, así como muros longitudinales a lo largo del río en el tramo que presente el peligro de desbordarse.
3. Para los deslizamientos de taludes, se ha implementado la ejecución de pendientes menores a 1V:2H, dado que son materiales arcillosos en la mayoría de las minas, puesto que son materiales finos acumulados en la parte superior por arrastre último en las crecientes. Para ciertas minas, dadas las condiciones de taludes cuyo borde inferior se encuentra sumergido por el río, se indica la solución de incluir muro de gaviones para estabilizar el talud igualmente de 1V:2H.

4. La gradación es muy buena, algo que podemos notar en las curvas granulométricas de las gráficas 5.1 y 5.2, dado que se aproximan a una SubBase y Base según las especificaciones del MOP, siendo materiales naturalmente explotados del río sin procesos de clasificación o tratamiento alguno.

5. Nos damos cuenta que los materiales de cada una de las ocho minas está libre de arcillas, son no plástico.

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
PABLO 7	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.
SAN MATEO	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.
LA CLARA	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada y limosa (GW-GM). Con contenido apreciable de finos no plásticos.	Material No Plastico.
EL PLACER	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.
PATRICIA PILAR	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.
EL CAUCHO	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.
LOS FRANCOS	El material a explotarse consiste en un material limpio de finos. Mal graduados (GP).	Material No Plastico.
PUENTE CAMARONES	El material a explotarse consiste en una grava bien graduada (GW), prácticamente limpio de finos. Menor al 5%.	Material No Plastico.

6. Las densidades obtenidas en las pruebas de compactación, son elevados dentro de los parámetros establecidos, comparándolos con las densidades de las rocas comúnmente estudiadas (ver ANEXO 11). Lo cual indica que son excelentes materiales.

	COMPACTACIÓN	
PABLO 7	Posee una densidad seca máxima de 2,243 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,98	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
SAN MATEO	Posee una densidad seca máxima de 2,237 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,94	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
LA CLARA	Posee una densidad seca máxima de 2,257 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,64	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
EL PLACER	Posee una densidad seca máxima de 2,225 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 8,68	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
PATRICIA PILAR	Posee una densidad seca máxima de 2,186 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,30	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
EL CAUCHO	Posee una densidad seca máxima de 2,146 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,60	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
LOS FRANCOS	Posee una densidad seca máxima de 2,231 kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,50	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación
PUENTE CAMARONES	Posee una densidad seca máxima de 2,197kg/m ³ , con un porcentaje de humedad de 5,40	Se puede decir que tiene un alto grado de compactación

7. Los valores del C.B.R., son buenos, ya que han alcanzado en casi todos, el 80% en su 95% del valor de Proctor. Lo cual me indica que con ese grado de compactación, soporta excelentemente los valores de carga en laboratorio, y por ende, se espera que bajo los procedimientos adecuados en obra, se alcance estos mismos valores.

	C.B.R.
PABLO 7	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 80%, con 0% de esponjamiento
SAN MATEO	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 80%, con 0% de esponjamiento
LA CLARA	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 80%, con 0% de esponjamiento
EL PLACER	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 85%, con 0% de esponjamiento
PATRICIA PILAR	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 80%, con 0% de esponjamiento
EL CAUCHO	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 80%, con 0% de esponjamiento
LOS FRANCOS	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 81%, con 0% de esponjamiento
PUENTE CAMARONES	Posee un porcentaje de C.B.R. al 95%, del 78%, con 0% de esponjamiento

8. El desgaste por el ensayo de abrasión está dentro de lo que especifica la norma del MOP, es un excelente material para obras de construcción civil, como se esperaba dado el tipo de suelo donde se hallan las minas, ubicadas en el mapa de suelos. Además que se aprecia son materiales que bajan directamente de las montañas, las cuales muestran formaciones de rocas ígneas.

	ABRASIÓN
PABLO 7	Posee un porcentaje de desgaste de 13,38
SAN MATEO	Posee un porcentaje de desgaste de 17,22
LA CLARA	Posee un porcentaje de desgaste de 14,44
EL PLACER	Posee un porcentaje de desgaste de 15,00
PATRICIA PILAR	Posee un porcentaje de desgaste de 13,26
EL CAUCHO	Posee un porcentaje de desgaste de 16,22
LOS FRANCOS	Posee un porcentaje de desgaste de 13,50
PUENTE CAMARONES	Posee un porcentaje de desgaste de 15,46

9. Todos los materiales de muestra extraídos de las ocho minas, presentan características físico mecánicas similares y de muy buena calidad, en base a los resultados mostrados por los ensayos. Los cuales son aptos bajo las especificaciones del MOP para usos en obras civiles.

10. El volumen de material que podrían arrojar las minas escogidas en esta investigación, se considera suficiente para los trabajos a efectuarse en el periodo anual, dado que para el

próximo año se tendría nuevos azolves y la oportunidad de contar con material para próximos años. Además se ha calculado un volumen promedio de 270.800,00 m³, utilizados durante el año, y por cálculo rápido, estaríamos hablando del mantenimiento de caminos vecinales de aproximadamente 50.000,00 km.

6.2 Recomendaciones

1. Para todos los cauces de los ríos en las minas, se recomienda utilizar al momento de su cierre y durante su explotación, dejar elaborado una sección de cauce compuesta, tipo “V” truncada, puesto que se conoce que es la mejor sección para ayudar a manejar volúmenes de crecientes de forma eficiente.

2. Dadas la condiciones del flujo de los ríos, los cuales actualmente y mayormente en las crecientes, provocan daños aguas abajo del sitio de explotación, se recomienda como medida de prevención el cruce o acortamiento del cauce de ciertos tramos de río por la facilidad que brinda al tener un meandro cerrado; en las minas como en San Mateo y Pablo 7. Esto se da para proteger los bordes del peligro al desbordamiento y pérdida de cultivos en ese sector.

3. Con estos materiales y con procedimientos modernos de criba y trituración, se puede llegar a obtener excelentes resultados para una calidad óptima con poco esfuerzo para su transformación

debido a la gradabilidad y resistencia natural que estos materiales poseen.

4. Los materiales de agregados obtenidos de las minas Pablo 7, San Mateo, La Clara, El Placer, El Caucho, Los Francos, Puente Camarones, que presentan mínima variación entre ellos, deben ser tratados para su mejoramiento y clasificación de SubBase clase 3 y base clase 4 de las especificaciones generales MTOP-001-F-2002.

5. La mina Puente Camarones, para mejorar el C.B.R. se deberá incrementar un 5% del pasante $\frac{3}{4}$ y retenido del tamiz #4 y realizar nuevamente el C.B.R. para que cumpla con la norma del MOP, capítulo 404, en la que el parámetro que debe de cumplir para que sea una base debe del 95% del C.B.R ser mayor e igual al 80%.

6. Examinando la gráfica de Sub Base y Base de los materiales de cada mina, se podría mejorar el material explotado para que sus parámetros coincidan con las especificaciones del MOP, esto lo haríamos agregando la cantidad de material pasante (en peso),

que necesita para que su cura ingrese a la curva de la especificación.

7. La construcción de muros longitudinales, se recomienda que se lo realice con material del sitio, granular de mayor diámetro existente. Para evitar desperdicios al dejar de lado estos cantos, y ejercer protección actuando como muros de gravedad.

8. Se recomienda tomar en cuenta las especificaciones ambientales del MOP, capítulo 600, sección 613. Para mantener las áreas aledañas al sitio de explotación acorde a los establecido.

ANEXOS

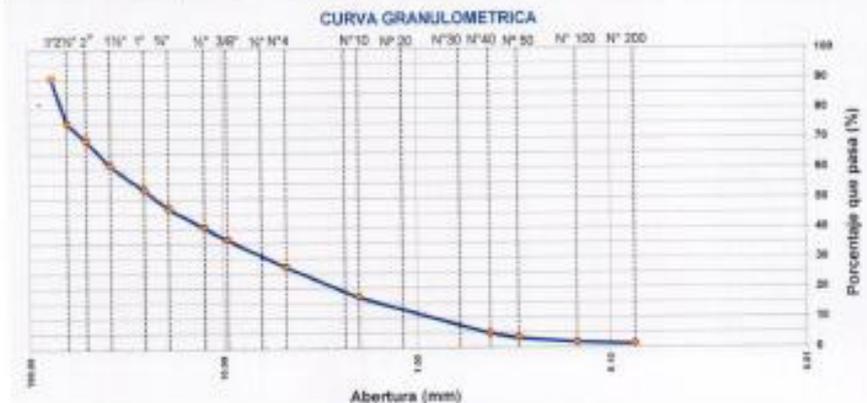
ANEXO 1: ENSAYOS MINA PABLO 7



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL									
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPJL				SOLICITADO POR:			FECHA:	
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS				IVAN ARMILLO V.		GLADYS SILVA M.		DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO - MINA PABLO 7				TESISTA		TESISTA		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GROSOS									
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. FINEZ.	%RET. AC.	% C. PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76.200	2298.0	9.8	9.8	90.2		PESO TOTAL = 22918.0 gr		
2 1/2"	63.500	3460.0	15.1	24.8	75.2		PESO FINO = 356.0 gr		
2"	50.800	1332.0	5.8	30.6	69.4		LÍMITE LÍQUIDO = NP %		
1 1/2"	38.100	1024.0	4.4	39.0	61.0		LÍMITE PLÁSTICO = NP %		
1"	25.400	1883.0	8.1	47.1	52.9		ÍNDICE PLÁSTICO = NP %		
3/4"	19.050	1399.0	6.1	53.2	46.8		CLASIF. AASHTO = A-2.4		
1/2"	12.500	1478.0	6.5	59.7	40.3		CLASIF. SUCCS = GW		
3/8"	9.500	987.0	4.2	63.9	36.1		MÁX. DENS. SECA = 2.243 g/cm ³		
1/4"	6.300						HUMEDAD OPT. = 6.98%		
# 4	4.750	2096.0	9.2	73.0	27.0		CBR AL 100% 0.1" =		
# 8	2.300						CBR AL 90% 0.1" =		
# 10	2.000	136.0	10.2	83.3	16.7		Ensayo Haba #200 P.S. Seco P.S. Lavado % 200		
# 20	1.190								
# 30	0.600								
# 40	0.420	100.0	12.1	95.3	4.7		IMPUREZAS ORGÁNICAS		
# 50	0.300	30.0	1.5	96.8	3.2		N° COLOR ORGÁNICO = -		
# 100	0.150	19.0	1.4	98.3	1.7		COLOR ESTABILIZ = -		
# 200	0.075	9.8	0.7	99.0	1.1		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % HUMOS		
<# 200		14.0	1.1	100.0			20.8 20.4 1.96%		
FRACCIÓN		344.0							
TOTAL		22918.0							





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

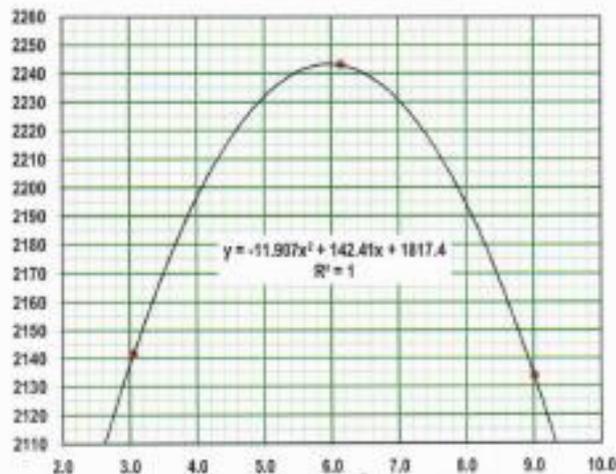
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GFLR SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMIJO V. GLADYS SILVA M. DIC/2014
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO MINA PABLO 7 TESISTA TESISTA

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPENTE #	3	v	1			
MASA DE RECIPENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	35.45	25.47	36.02			
MASA DE RECIPENTE + MUESTRA SECA (P2)	35.91	34.35	34.36			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0.54	1.12	1.66			
MASA DE RECIPENTE (P4)	18.24	16.12	15.95			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	17.67	18.23	18.41			
% DE HUMEDAD (W = P3 ÷ P5 × 100)	3.06	6.14	9.02			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.06	6.14	9.02			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3	3	3			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	11216	11574	11451			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P6 = P5 - P7)	4544	4902	4789			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P6 ÷ V)	2207	2381	2326			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	2141	2243	2134			



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
2243 Kg./m³
% de Humedad Óptima
5.98 %



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVL			
OBRA :	TESIS RCT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO_MINA PABLO 7	TESISTA	TESISTA
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LBS
VOL. MOLDE:	2135 CM3		

C.B.R

Nº de Golpes por capa		56	25	12		
ANTES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XG		
	Recipiente + Peso humedo	269.00	284.00	284		
	Recipiente + Peso seco	275.00	272.00	271.00		
	Agua	14.00	12.00	13.00		
	Recipiente	35.00	33.40	34.10		
	Peso seco	240.00	238.60	236.90		
	Contenido de agua (%)	5.83	5.03	5.49		
DESPUES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XW		
	Recipiente + Peso humedo	317.7	295.4	290.1		
	Recipiente + Peso seco	301.60	272.20	275.60		
	Agua	15.90	14.20	14.50		
	Recipiente	34.30	34.30	35.60		
	Peso seco	267.50	237.90	240.00		
	Contenido de agua (%)	5.94	5.97	6.04		
HINCHAMIENTO						
	Lectura Inicial	0.001	0.000	0.000		
	24 horas	0.000	0.000	0.000		
	48 horas	0.000	0.000	0.000		
	72 horas	0.000	0.000	0.000		
	96 horas					

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2,243Kg/lon3

HUMEDAD OPTIMA : 5,98 %

Quito: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 30.3 Vía Portuñal, conéjgo a la Cafa Santa Cecilia • Casillo: 0901-3865

Fax: (591-0) 2854629 • Teléfono: 2269289 - 2530141 - 2851994 - 2854462 - 2854360 - 2854515 - 2854466 - 2854501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (591-0) 2530283 • Teléfono: 2550401 - 2550271

Quito: Av. 6 de Diciembre N35-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casillo: 17-61-1076 • Teléfono: (591-2) 2521488 - 2561199 - 2527966 - 2530618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Tejando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	puigs	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	703.11	444.55	195.06	36.34	22.97	10.08
2.54	0.10	1202.09	848.26	467.23	62.12	43.84	24.15
3.81	0.15	2109.32	1306.42	730.32	109.01	67.52	37.74
5.08	0.20	2907.69	1755.50	961.67	150.27	90.72	49.70
7.62	0.30	4273.08	3365.84	1887.05	220.83	173.95	97.52
10.16	0.40	5663.83	4254.93	2535.72	293.74	219.89	131.06
12.70	0.50	7117.26	5602.18	3111.82	367.82	289.52	160.82

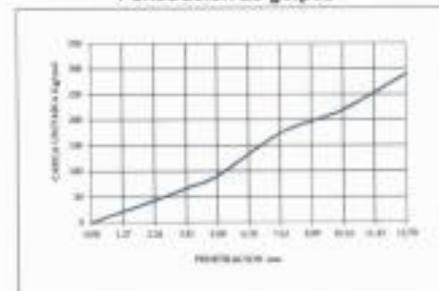
Penetracion 56 golpes



C.B.R. de penetración = 95,04%

HINCHAMIENTO = 0 %

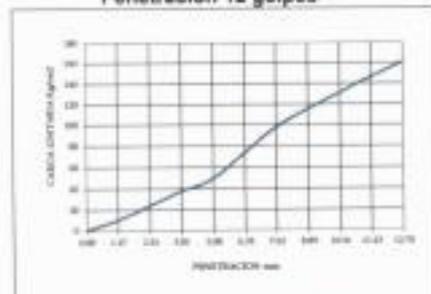
Penetracion 25 golpes



C.B.R. de penetración = 87,24%

HINCHAMIENTO = 0%

Penetracion 12 golpes



C.B.R. de penetración = 55,44%

HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2243 g/m³

95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2130 Kg/m³

C.B.R. 95% = 80%

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 30,5 Fle. Portuaria, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3963

Fax: (593-4) 2634629 • Teléfonos: 2269269 - 2630341 - 2631994 - 2634462 - 2634560 - 2634518 - 2634466 - 2634501

Campus "Las Peñas" Malacón 00 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530401 - 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (591-2) 2521408 - 2361199 - 2527966 - 2530628

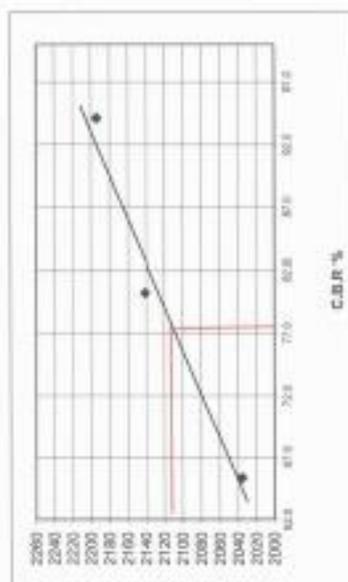


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

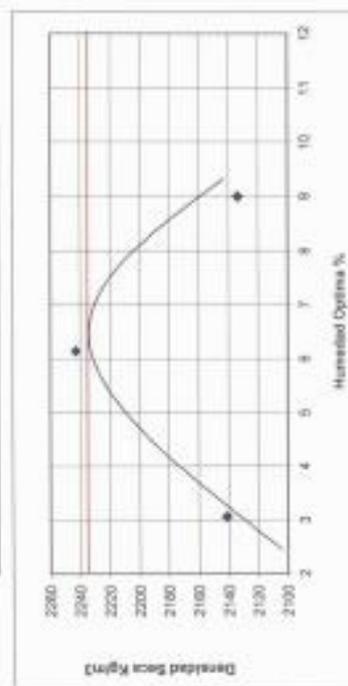
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2194	94.06
25	2141	80.24
12	2036	85.32
100 % D.S.M (Proctor Modificado):	2.243 Kg/m ³	
95 % D.S.M. (Proctor Modificado):	2.130 Kg/m ³	



C.B.R. 95% = 80





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILIO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO MINA PABLO 7	TESISTA	TESISTA
ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES			

A	Peso del Material antes del ensayo (g)	5000	
B	Peso del Material no desgastado después del ensayo (g)	4331	
C= A-B	Perdida por desgaste (g)	669	
D= C/A.100	Idem (%)	13.38	
	Medida		

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 10.5 Vía Perimetral, congreso a la Cofa. Santa Cecilia • Cañilla: 0901-5863

Fax: (091-6) 2854629 • Teléfonos: 2369269 - 2850341 - 2831894 - 2834482 - 2854360 - 2834318 - 2854686 - 2854301

Campus "Las Peñas" Maldonado 100 y Loja • Fax: (091-6) 2330283 • Teléfonos: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (091-2) 2321486 - 2361198 - 2327986 - 2330618

ANEXO 2: ENSAYOS MINA SAN MATEO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Temporando la sociedad del conocimiento"

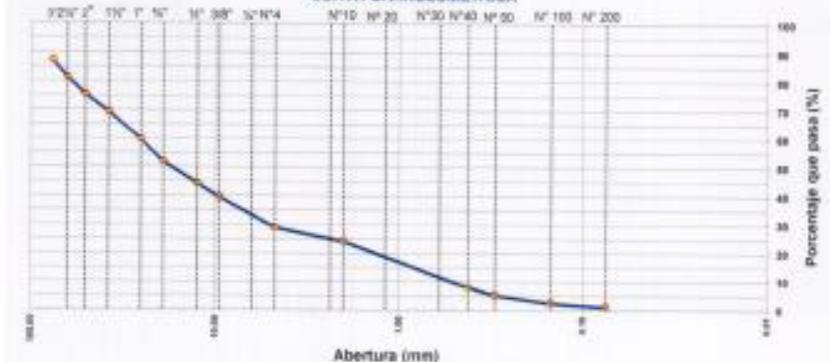
www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPUR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA SAN MATEO	TESISTA	TESISTA
DIC/2014			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GRUESOS

TAMIZ	ÁREA (cm²)	RESIDUO	WGT. S&M	WGT. AC	% C/PASA	ESPECIFICIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	78.200	2480	13.0	13.0	87.0		PESO TOTAL = 19004.0 gr
2 1/2"	69.900	1997.0	10.5	18.8	81.2		PESO FINO = 366.0 gr
2"	66.800	1139.0	6.0	24.7	75.3		
1 1/2"	38.100	1112.0	5.8	30.8	69.4		LÍMITE LÍQUIDO = NP %
1"	25.400	1677.0	8.8	40.3	59.0		LÍMITE PLÁSTICO = NP %
3/4"	19.050	1512.0	8.0	48.4	51.6		ÍNDICE PLÁSTICO = NP %
1/2"	12.500	1412.0	7.4	55.8	44.2		CLASIF. AASHTO = A-2-4 []
3/8"	9.500	301.0	1.7	60.6	39.4		CLASIF. UNICUS = GW
1/4"	6.280						MAX. DENS. SECA = 2.237 gr/cc
# 4	4.750	2674.0	14.0	71.2	28.8		HUMEDAD OPT = 6.94%
# 8	2.360						CBR AL 100% 3" =
# 10	2.000	80.0	0.4	75.9	24.1		CBR AL 99% 0.1" =
# 20	1.190						Ensayo Mata #100 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 30	0.850						
# 40	0.420	306.0	1.6	90.2	7.8		IMPUREZAS ORGÁNICAS:
# 50	0.300	35.0	0.2	95.0	5.1		Y COLOR ORGÁNICO =
# 100	0.150	34.0	0.2	97.6	2.4		COLOR ESTÁNDAR =
# 200	0.075	17.0	0.1	99.0	1.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humid.
< # 200		13.0	0.1	100.0			25.7 25.3 1.42%
FRACCIÓN		352.0					
TOTAL		19004.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Templando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL		
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA SAN MATEO	GLADYS SILVA M.
		TESISTA
		TESISTA
		FECHA:
		DIC/2014

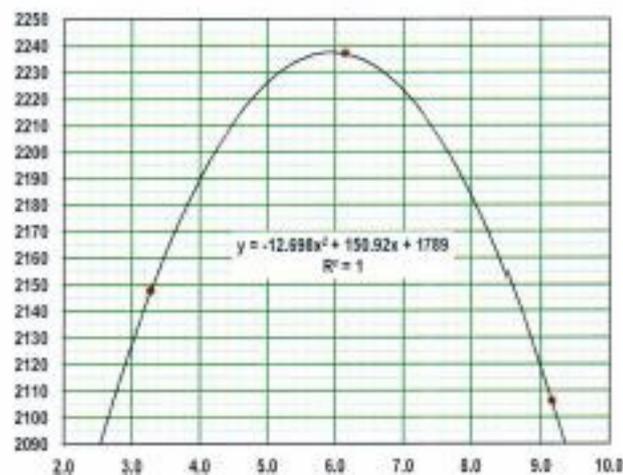
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MASA DEL CILINDRO (P)	8572
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	3050
MASA DEL MARTILLO (B)	4.5
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm)	45.72
TIPO DEL ENSAYO	Modificado
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	95

Observaciones:
 Norma de Referencia
 ASTM D 1557-07
 ASTM D 1557-04
 AAS-PO 1 195 04
 AAS-PO 1 195 03

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	a	b	c			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	36.21	36.25	36.12			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	35.55	34.28	33.52			
MASA DE AGUA (P3 + P1 - P2)	0.66	0.97	1.60			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	15.44	18.50	16.05			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 + P2 - P4)	20.11	15.78	17.40			
% DE HUMEDAD (W = P3 / P5 * 100 + P5)	3.28	6.15	9.18			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.28	6.15	9.18			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3	3	3			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	11239	11581	11405			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4567	4889	4733			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (D8 = P8 / V)	2218	2374	2289			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (D6 = D8 / (1 + W / 100))	2148	2237	2106			



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
2237 Kg./m³
 % de Humedad Óptima
5.94 %

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 1", Km. 10.5 Vía Portuaria, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Cañilla: 0901-5363

Fax: (593-4) 2654629 • Teléfonos: 2269280 - 2650541 - 2651994 - 2654482 - 2654560 - 2654518 - 2654466 - 2654501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2350491 - 2350271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-0376 • Teléfonos: (593-2) 2321400 - 2361199 - 2327968 - 2330678



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GPUJ SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMIGO V. GLADYS SILVA M. DIC/2014
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO_MINA SAN MATEO TESISTA TESISTA
 No CAPAS : 5 PESO DEL MARTILLO : 10 LIBS
 VOL. MOLDE: 2135 CMS

C.B.R

Nº de Golpes por capa	8	28	12			
ANTES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XG		
	Recipiente + Peso humedo	258.00	273.90	279		
	Recipiente + Peso seco	247.20	260.00	269.00		
	Agua	10.80	13.90	10.00		
	Recipiente	35.00	33.40	34.10		
	Peso seco	212.20	226.60	234.90		
	Contenido de agua (%)	5.09	5.99	4.26		
Nº Molde	1	2	3			
Molde + Suelo humedo	12162	11568	11832			
Molde gr.	7145	7150	7200			
Suelo humedo	5017	4838	4632			
Suelo seco = 100xW/(100-w)	4774	4566	4443			
Contenido de Agua w	5.09	5.99	4.26			
Densidad humeda	2336	2266	2170			
Densidad Seca	2223	2139	2081			
DESPUES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XW		
	Recipiente + Peso humedo	317.7	286.4	290.1		
	Recipiente + Peso seco	301.80	272.20	275.60		
	Agua	15.90	14.20	14.50		
	Recipiente	34.30	34.30	35.80		
	Peso seco	267.50	237.90	240.00		
	Contenido de agua (%)	5.94	5.97	6.04		
Molde + Suelo humedo	12094	12586	13459			
Molde gr.	6871	7094	7812			
Suelo humedo	5223	4992	5647			
Suelo seco = 100xW/(100-w)	1421	1448	1561			
Contenido de Agua w	5.94	5.97	6.04			
Densidad humeda	2358	2368	2353			
Densidad Seca	2226	2253	2219			
HINCHAMIENTO						
Letura Inicial	0.001	0.000	0.000			
24 horas	0.000	0.000	0.000			
48 horas	0.000	0.000	0.000			
72 horas	0.000	0.000	0.000			
96 horas						

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.237Kglom³

HUMEDAD OPTIMA : 5.94 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 3", Km. 10.5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3963

Fax: (593-4) 2654629 • Teléfonos: 2269269 – 2650341 – 2651994 – 2634802 – 2654560 – 2654518 – 2634686 – 2654501

Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2350491 – 2350271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-036 • Teléfonos: (593-2) 2321408 – 2361199 – 2327966 – 2330678



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

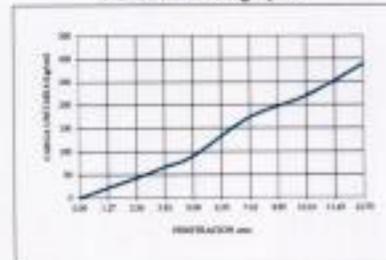
ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	pulg	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	703.11	444.55	195.06	36.34	22.97	10.08
2.54	0.10	1202.09	848.26	467.23	62.12	43.84	24.15
3.81	0.15	2109.32	1305.42	730.32	109.01	67.52	37.74
5.08	0.20	2907.69	1755.50	961.67	150.27	90.72	49.70
7.62	0.30	4273.06	2365.94	1367.05	220.83	173.95	97.52
10.16	0.40	5683.83	3254.93	1835.72	293.74	219.89	131.05
12.70	0.50	7117.26	4402.18	2411.62	367.82	289.52	160.82

Penetración 56 golpes



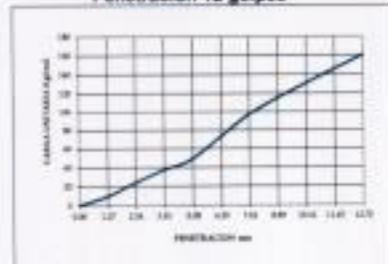
C.B.R. de penetración = 94,06%
HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 80,24%
HINCHAMIENTO = 0%

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 65,32%
HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2237 g/m³
95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2125,15 Kg/m³

C.B.R. 95% = 80%

Aprobado por:

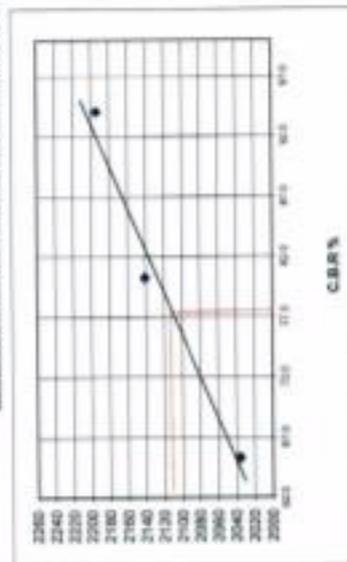


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

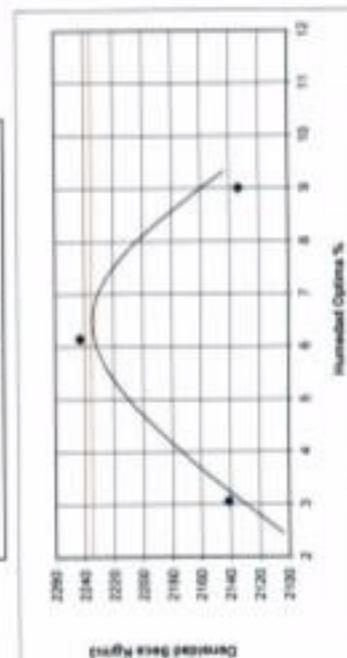
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2134	84.06
35	2141	80.24
12	2036	69.32
100 % D.S.M (Proctor Modificado)	2.237 Kg/m ³	
95 % D.S.M (Proctor Modificado)	2.131 Kg/m ³	



C.B.R.L. 95% = 80



Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 3", Av. 30,5 Via Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0601-5863

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfonos: 2269269 - 2830141 - 2831994 - 2834482 - 2834300 - 2834318 - 2834486 - 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2330491 - 2510271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-35 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2321408 - 2361109 - 2527966 - 2330618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPUJ	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO MINA SAN MATEO	TESISTA TESISTA	

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES

A	Peso del Material antes del ensayo (g)	5000
B	Peso del Material no desgastado después del ensayo (g)	4139
C= A-B	Perdida por desgaste (g)	861
D= C/A.100	Idem (%)	17.22

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 10.5 Vía Perimetral, contiguo a la C/ta. Santa Cecilia • Casilla: 0901-5863

Fax: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2269260 – 2850541 – 2851094 – 2854482 – 2854560 – 2854518 – 2834466 – 2854501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2330491 – 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1036 • Teléfonos: (593-2) 2321400 – 2361199 – 2527986 – 2330618

ANEXO 3: ENSAYOS MINA LA CLARA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Tejiendo la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

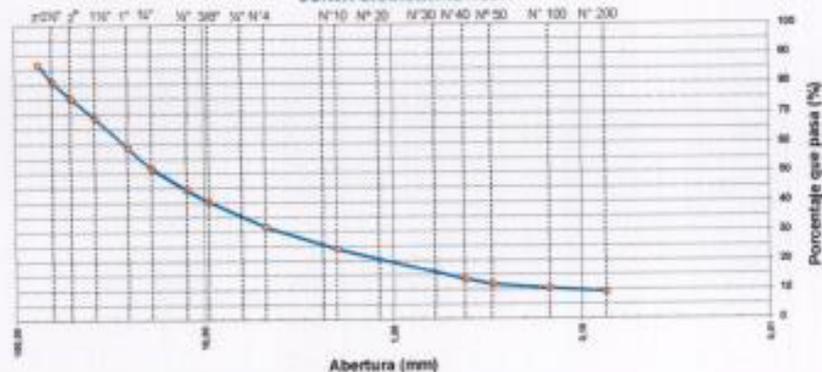
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPUR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILLO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LA CLARA	TESISTA	TESISTA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GRUESOS

OBRA :	Prefectura de la Provincia de los Ríos	FECHA :	28/11/2014
UBICACIÓN :	Provincia de los Ríos - Babahoyo - Mina la Clara		
MATERIAL :	Lastre		
SOLICITADO :	Ing. Gladys Silva		

TAM/Ø	ØØØT mm	PESO ØØØT	ØØØT (%)	ØØØT (%)	% Ø ØØØ	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	2439	13.3	13.3	86.7		PESO TOTAL = 18357.0 gr
2 1/2"	63.500	1087.0	6.0	19.3	80.7		PESO FINO = 306.0 gr
2"	50.800	1028.0	5.5	24.8	75.2		
1 1/2"	38.100	1178.0	6.4	31.2	68.8		LIMITE LIQUIDO = NP %
1"	25.400	1812.0	9.9	41.1	58.9		LIMITE PLASTICO = NP %
3/4"	19.000	1329.0	7.2	48.3	51.7		INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.500	1334.0	7.3	55.6	44.4		CLASF. AASHTO = A-2-4
3/8"	9.500	729.0	4.0	59.5	40.5		CLASF. SUCCS = GW - GM
1/4"	6.350						ØØØ DENS. SECA = 2.257 g/cm³
# 4	4.750	1694.0	8.7	68.3	31.7		HUMEDAD OPT = 5.64%
# 8	2.360						ØØØ AL 100% S.T. =
# 10	2.000	77.0	7.5	75.8	24.2		ØØØ AL 60% S.T. =
# 20	1.180						Ensayo Malla #200 P.S. Seco P.S. Levado % 200
# 30	0.850						
# 40	0.425	108.0	10.5	80.3	19.7		IMPUREZAS ORGANICAS =
# 50	0.300	18.0	1.8	82.0	18.0		F. COLOR ORANGE =
# 100	0.150	15.0	1.5	83.5	16.5		COLOR ESTIMADO =
# 200	0.075	12.0	1.2	84.7	15.3		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humid.
# 300		9.0	0.9	85.6	14.4		18.3 18.1 1.12%
FRACCION		230.0					
TOTAL		18357.0					

CURVA GRANULOMETRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
CARRERA D INGENIERÍA CML		
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V. GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LA CLARA	TESISTA TESISTA
FECHA: DIC/2014		

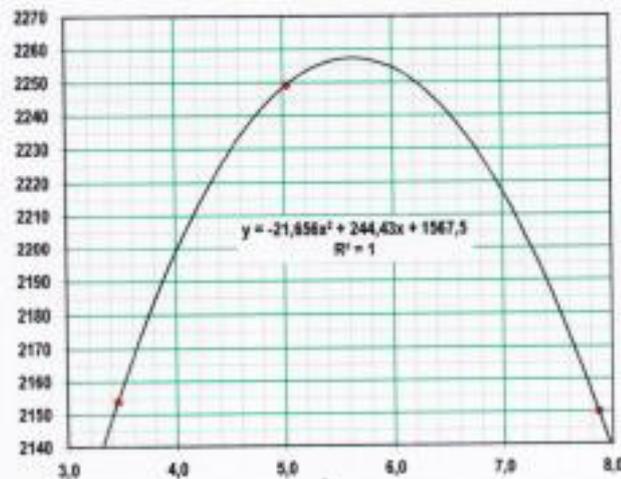
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MASA DEL CILINDRO (P)	6672
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2058
MASA DEL MARTILLO (M)	4.5
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO (mm)	45.72
TIPO DEL ENSAYO	Modificado
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Observaciones:
 Fecha de Inicio:
 Inicio 18/11/14
 Fin 18/11/14
 Asesor 18/11/14

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	g	h	a			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	43,46	45,42	38,76			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	42,63	44,13	37,31			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,83	1,29	1,44			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,63	18,50	16,01			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	24,00	25,63	16,30			
% DE HUMEDAD (W = P3 / P5 * 100)	3,46	5,03	7,87			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3,46	5,03	7,87			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2	2	2			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	11260	11536	11447			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P6 - P4)	4588	4664	4775			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P6 / V)	2228	2362	2319			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh / (1 + W / 100))	2154	2249	2150			



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
2257 Kg./m³
% de Humedad Óptima
5,64 %

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 97", Km. 10,5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-5863

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfonos: 2269269 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834486 - 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530263 • Teléfonos: 2330491 - 2330277

Quito: Av. 4 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2321400 - 2361190 - 2327966 - 2330678



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA				
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL				
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:	
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V.	GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LA CLARA	TESISTA	TESISTA	
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LBS	
VOL. MOLDE:	2316 CM3			
C.B.R				
Nº de Golpes por capa	96	25	13	
ANTES DE LA INMERSION				
HUMEDAD	Nº Recipiente	f	a	b
	Recipiente + Peso humedo	48,67	48,58	49,28
	Recipiente + Peso seco	47,25	48,95	47,49
	Agua	1,62	1,63	1,79
	Recipiente	18,33	19,05	15,44
	Peso seco	28,92	27,90	32,05
	Contenido de agua (%)	5,60	5,84	5,59
Nº Molde	1	2	3	
Molde + Suelo humedo	11855	11543	11396	
Molde gr.	8931	8898	8872	
Suelo humedo	4924	4645	4484	
Suelo seco = 100(W/100+w)	4963	4389	4247	
Contenido de Agua w	5,60	5,84	5,59	
Densidad humeda	2371	2266	2169	
Densidad Seca	2245	2131	2045	
DESPUES DE LA INMERSION				
HUMEDAD	Nº Recipiente	o	n	v
	Recipiente + Peso humedo	42,34	46,03	41,32
	Recipiente + Peso seco	40,33	43,75	39,24
	Agua	2,01	2,28	2,08
	Recipiente	16,10	16,14	16,12
	Peso seco	24,23	27,61	23,12
	Contenido de agua (%)	8,30	8,26	9,00
Molde + Suelo humedo	11903	11762	11548	
Molde gr.	8931	8898	8872	
Suelo humedo	4972	4854	4676	
Suelo seco = 100(W/100+w)	4002	3804	3798	
Contenido de Agua w	8,30	8,26	9,00	
Densidad humeda	2394	2357	2251	
Densidad Seca	2210	2178	2066	
HINCHAMIENTO				
Lectura Inicial	0,000	0,000	0,000	
24 horas	0,000	0,000	0,000	
48 horas				
72 horas				
96 horas				

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2257Kg/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 8,64 %

Grupo de Campus "Guatavo Galindo 9", Km. 30,5 Vía Perimetral, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Cañilla • Cañilla (091)-3863

Fax: (593-6) 2834629 • Teléfono: 2269289 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834500 - 2834118 - 2834686 - 2834501

Campus "Las Peñas" Molinos 100 y Loja • Fax: (593-6) 2550283 • Teléfono: 2330491 - 2550271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-35 y Av. El Rey Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-1036 • Teléfono: (593-3) 2521408 - 2361109 - 2527886 - 2530610



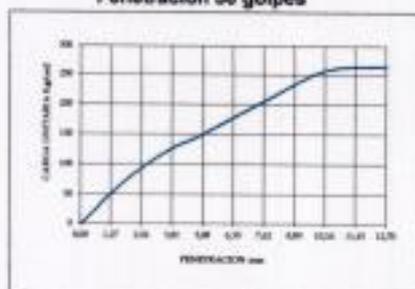
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

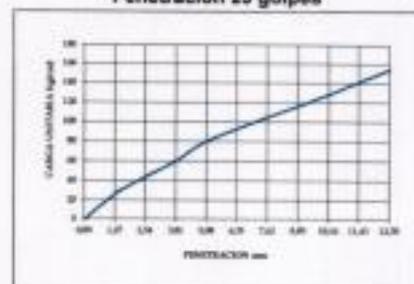
ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	pulg	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,27	0,05	1020,64	521,66	181,45	52,75	26,96	9,38
2,54	0,10	1837,15	861,87	340,21	94,94	44,54	17,58
3,81	0,15	2472,22	1179,41	498,98	127,76	60,95	25,79
5,08	0,20	2925,83	1584,98	680,43	151,21	80,88	35,16
7,62	0,30	3991,83	2041,28	907,24	206,30	105,49	46,89
10,16	0,40	4989,79	2494,90	1224,77	257,87	128,94	63,30
12,70	0,50	5137,67	2893,88	1519,62	265,51	154,72	78,53

Penetracion 56 golpes



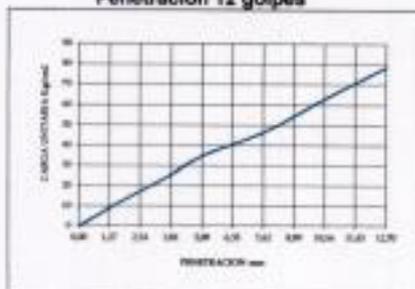
C.B.R. de penetración = 143,37%
HINCHAMIENTO = 0,00 %

Penetracion 25 golpes



C.B.R. de penetración = 76,89%
HINCHAMIENTO = 0,00%

Penetracion 12 golpes



C.B.R. de penetración = 33,34%
HINCHAMIENTO = 0,00 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2257g/m3
95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2144 Kg/m3

C.B.R. 95% = 96,00%

Aprobado por:

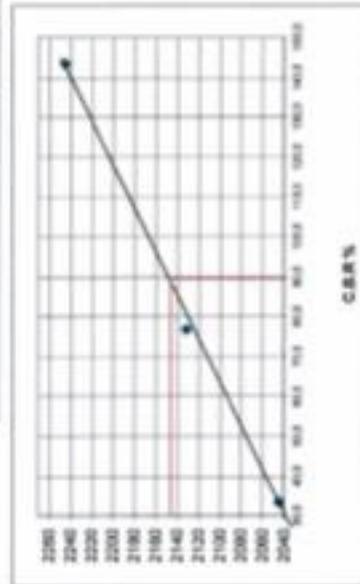


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

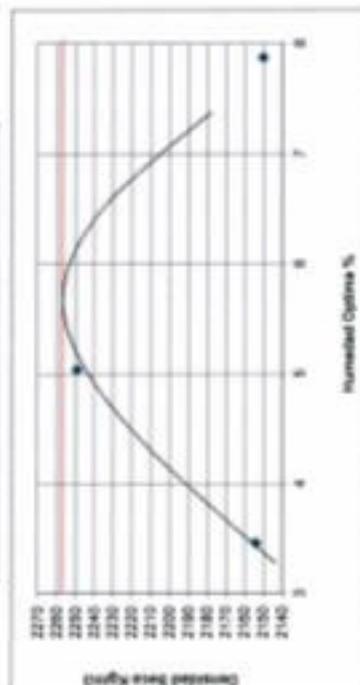
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/cm ³	C.B.R. %
50	2245	143.37
25	2131	76.69
12	2045	33.34
100 % D.S.M. (Proctor Modificado)		2257 Kg/cm ³
95 % D.S.M. (Proctor Modificado)		2144 Kg/cm ³



C.B.R. 95% = 90.00





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO_MINA LA CLARA	TESISTA	TESISTA
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTELO :	10 LBS
A	Peso del material antes del ensayo (g)	8000	
B	Peso del material no desgastado después del ensayo (g)	4278	
C=A-B	Perdida por desgaste (g)	722	
D=C/A.100	IDEM %	14.44	
	Medida		

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 1", Km. 10.5 Vía Perimetral, contiguo a la Cofa. Santa Cecilia • Teléfono: 0901-3883

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfonos: 2269269 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834486 - 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2350401 - 2310271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Teléfono: (593-2) 2521400 - 2561199 - 2527986 - 2530618

ANEXO 4: ENSAYOS MINA EL PLACER



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

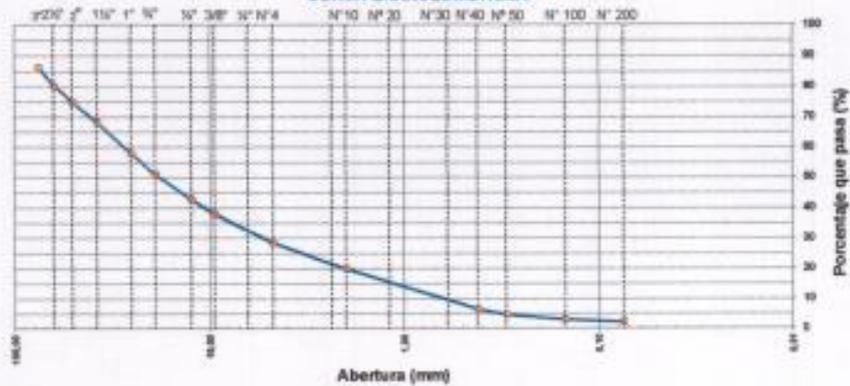
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL**

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GFLR SOLICITADO POR: IVAN ARMILLO V. GLADYS SIENA M. FECHA: DIC/2014
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS TESISISTA TESISISTA
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO MINA EL PLACER TESISISTA TESISISTA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GROSOS

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PASC	%RET. AC	% D' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	2540	13,6	13,0	86,4		PESO TOTAL = 18716,0 gr
2 1/2"	63.500	1130,0	6,0	19,6	80,4		PESO FINO = 308,0 gr
2"	50.800	1000,0	5,5	25,1	74,9		gr
1 1/2"	38.100	1308,0	6,9	31,5	68,5		LIMITE LIQUIDO = NP %
1"	25.400	1551,0	10,4	41,9	58,1		LIMITE PLASTICO = NP %
3/4"	19.050	1276,0	6,8	48,8	51,2		INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.500	1588,0	8,3	57,1	42,9		CLASIF. AASHTO = A-2-4 ()
3/8"	9.500	878,0	4,7	61,8	38,2		CLASIF. SUCCS = GW
1/4"	6.350						MAX. DENSI. SECA = 2,225 g/cc
# 4	4.750	1807,0	9,7	71,4	28,6		HUMEDAD OPT = 8,66%
# 8	2.360						CBR AL 100% 0.1" =
# 10	2.000	91,0	0,5	79,9	20,1		CBR AL 90% 0.1" =
# 20	1.180						Ensayo Malla #20 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 30	0.850						
# 40	0.420	145,0	13,5	80,3	9,7		IMPUREZAS ORGANICAS
# 50	0.300	21,0	2,0	95,3	4,7		V. COLOR ORGANICO = -
# 100	0.150	16,0	1,5	96,5	3,2		COLOR BETONAR = -
# 200	0.075	6,0	0,8	97,6	2,4		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd
# # 200		26,0	2,4	100,0			18,1 18,2 4,9%
FRACCION TOTAL		382,0					
TOTAL		18716,0					

CURVA GRANULOMETRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GPUR SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMILIO V. GLADYS SILVIA M. DIC/2014
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO MINA EL PLACER TESISTA TESISTA

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

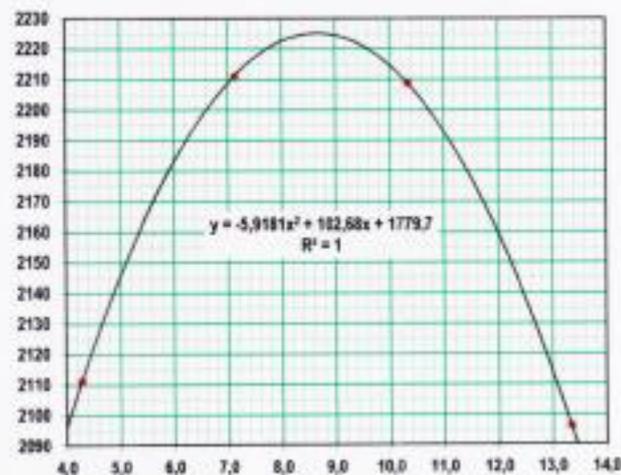
MASA DEL CILINDRO (P7)	6672
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2059
MASA DEL MARTILLO (M)	4,5
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	Modificado
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Observaciones:

Norma de Referencia
ASTM D 1556-11
ASTM D 1557-11
ASTM D 1558-11
ASTM D 1559-11

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	1	2	3	4		
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	35,12	38,08	37,01	45,77		
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	34,43	36,62	34,99	42,98		
MASA DE AGUA (P3 + P1 - P2)	0,69	1,27	2,02	3,21		
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,33	18,01	15,44	18,50		
MASA DE MUESTRA SECA (P5 + P2 - P4)	16,10	17,81	19,55	24,08		
% DE HUMEDAD (W = P3 + 100 + P5)	4,29	7,13	10,33	13,34		
% DE HUMEDAD PROMEDIO	4,29	7,13	10,33	13,34		
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0	3	3	3		
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	11205	11549	11690	11564		
MASA DE SUELO HÚMEDO (P6 + P6 - P7)	4533	4877	5018	4892		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P6 + V)	2202	2369	2437	2376		
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh + (1 + W + 100))	2111	2211	2209	2096		



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima

2225 Kg/m³

% de Humedad Óptima

8,68 %

Grupo de Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 30,5 Vía Perimetral, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Cuenca: 0901-5863

Fax: (091-6) 283-6629 • Teléfono: 2269269 - 2830141 - 2831094 - 2834482 - 2834500 - 2834118 - 2834686 - 2834501

Campus "Las Peñas" Molinos 100 y Loja • Fax: (091-6) 2550283 • Teléfono: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-35 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cuenca: 17-01-1036 • Teléfono: (091-3) 2521408 - 2361109 - 2327986 - 2330610



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILLO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO_MINA EL PLACER	TESISTA	TESISTA
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LBS
VOL. MOLDE:	2316 CMS		
C.B.R			

Nº de Golpes por capa	96	25	12		
ANTES DE LA INMERSION					
HUMEDAD	Nº Recipiente	g	d	y	
	Recipiente + Peso humedo	50,61	51,51	59,63	
	Recipiente + Peso seco	48,09	48,94	55,27	
	Agua	2,52	2,57	3,36	
	Recipiente	18,63	18,56	16,18	
	Peso seco	29,46	30,38	39,09	
	Contenido de agua (%)	8,55	8,46	8,60	
Nº Molde	1	2	3		
Molde + Suelo humedo	12031	11745	11512		
Molde gr.	6931	6898	6872		
Suelo humedo	5100	4847	4640		
Suelo seco = 100xW/(100+w)	4698	4469	4273		
Contenido de Agua w	8,55	8,46	8,60		
Densidad humeda	2455	2354	2234		
Densidad Seca	2262	2170	2057		
DESPUES DE LA INMERSION					
HUMEDAD	Nº Recipiente	b	g	i	
	Recipiente + Peso humedo	56,12	58,75	51,21	
	Recipiente + Peso seco	53,14	55,33	48,55	
	Agua	2,98	3,42	2,66	
	Recipiente	18,25	18,63	15,90	
	Peso seco	34,89	36,70	32,65	
	Contenido de agua (%)	8,54	9,32	8,15	
Molde + Suelo humedo	12048	11942	11835		
Molde gr.	6931	6898	6872		
Suelo humedo	5115	5044	4963		
Suelo seco = 100xW/(100+w)	3792	3690	3741		
Contenido de Agua w	8,54	9,32	8,15		
Densidad humeda	2463	2450	2390		
Densidad Seca	2269	2241	2209		
HINCHAMIENTO					
Lectura Inicial	0,000	0,000	0,000		
24 horas	0,000	0,000	0,000		
48 horas					
72 horas					
96 horas					

DENSIDAD SEGA MAXIMA : 2225Kg/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 8,59 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 10,5 Vía Portuaria, congreso a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3863

Fax: (593-4) 2674629 • Teléfonos: 2269260 - 2650141 - 2651994 - 2654802 - 2654560 - 2654518 - 2634666 - 2654501

Campus "Las Peñas" Matucón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2350401 - 2310271

Quito: Av. 4 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-0376 • Teléfonos: (593-2) 2327408 - 2361100 - 2327966 - 2330618



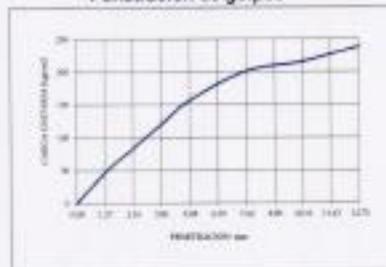
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	puigs	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	907.24	680.43	385.57	46.89	35.16	19.93
2.54	0.10	1610.34	1270.13	725.79	83.22	69.04	37.51
3.81	0.15	2313.45	1769.11	975.28	119.56	91.43	50.40
5.08	0.20	3016.56	2245.41	1202.09	155.89	116.04	62.12
7.62	0.30	3878.43	3084.60	1633.02	200.44	159.41	84.39
10.16	0.40	4150.60	3855.75	2018.60	214.50	199.25	104.32
12.70	0.50	4604.22	4465.13	2336.13	237.94	230.91	120.73

Penetración 56 golpes



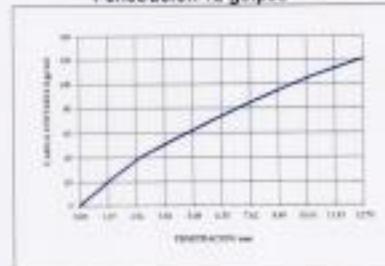
C.B.R. de penetración = 147.82%
HINCHAMIENTO = 0.00 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 110.00%
HINCHAMIENTO = 0.00%

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 58.90%
HINCHAMIENTO = 0.00 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M (Proctor Modificado): 2225g/m³
95% D.S.M (Proctor Modificado): 2114 Kg/m³

C.B.R. 95% = 85.00%

Aprobado por:

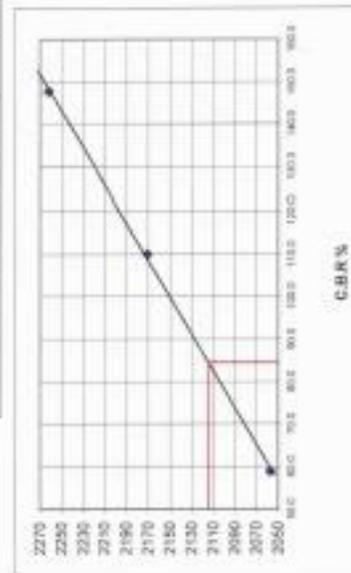


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

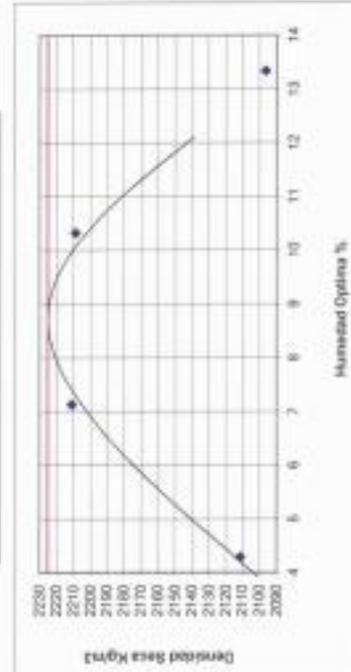
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2262	147.82
25	2170	110.03
12	2057	58.9
100 % D.S.M. (Proctor Modificado):	2225 Kg/m ³	
85 % D.S.M. (Proctor Modificado):	2114 Kg/m ³	



C.B.R. 85% = 85,00





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPUI	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO MINA EL PLACER	TESISTA TESISTA	
ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES			

A	Peso del Material antes del ensayo (g)	5000	
B	Peso del Material no desgastado después del ensayo (g)	4256	
C= A-B	Perdida por desgaste (g)	744	
D= C/A.100	Idem (%)	15	
	Medida		

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 10,5 Vía Perimetral, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Teléfono: 099-3383

Piña: (091-4) 2834629 • Teléfono: 2289260 - 2830141 - 2831094 - 2834482 - 2834560 - 2834318 - 2834485 - 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 00 y Loja • Fax: (091-4) 2330283 • Teléfono: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Teléfono: (091-2) 2321408 - 2361199 - 2327986 - 2330618

ANEXO 5: ENSAYOS MINA PATRICIA PILAR



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL**

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

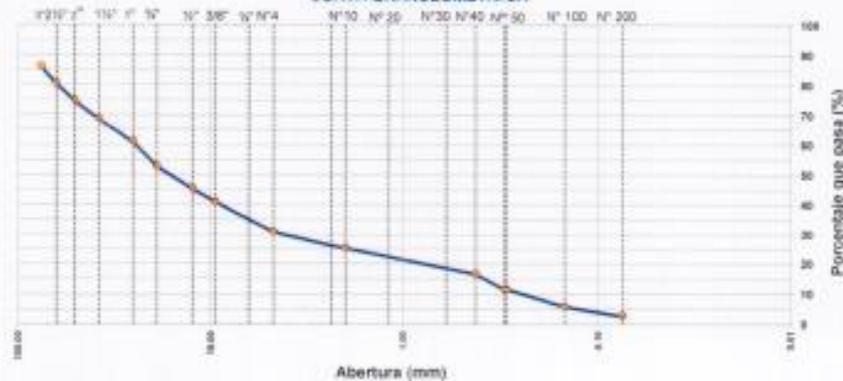
www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO MINA PATRICIA PILAR	TESISTA	TESISTA
			DIC/2014

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GROSOS

TAMIZ	ABERT. (mm)	REGRESO	RET. PARC.	RET. AJ.	% P/ PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
75	75.000	2709	14.2	14.2	85.8		PESO TOTAL = 19102.0 gr
2 1/2"	63.500	1089.0	5.7	19.9	90.1		PESO FINO = 345.0 gr
7"	50.800	1934.0	9.9	25.7	74.3		
1 1/2"	38.100	1127.0	5.9	31.6	68.4		LÍMITE LÍQUIDO = NP %
1"	25.400	1489.0	7.8	39.4	60.7		LÍMITE PLÁSTICO = NP %
3/4"	19.000	1528.0	8.0	47.4	52.7		ÍNDICE PLÁSTICO = NP %
1/2"	12.500	1412.0	7.4	54.7	45.3		CLASIF. AASHTO = A-2.4
3/8"	9.500	833.0	4.4	59.1	40.9		CLASIF. SUCCS = GW
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA = gr/cc
#4	4.750	1934.0	10.1	69.2	30.8		HUMEDAD OPT =
#8	2.390						OSR AL 100% S.T =
#10	2.000	82.0	5.5	74.8	25.2		OSR AL 95% S.T =
#20	1.190						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200
#30	0.900						
#40	0.420	100.0	8.9	83.7	16.3		IMPUREZAS ORGANICAS
#60	0.300	34.0	4.8	88.5	11.5		V. COLOR ORGANICO = -
#100	0.150	64.0	5.7	94.2	5.8		COLOR ESPANAR = -
#200	0.075	30.0	3.2	97.4	2.6		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd
> #200		28.0	2.6	100.0			30.0 16.0 5.88%
FRACCIÓN		316.0					
TOTAL		19102.0					

CURVA GRANULOMETRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

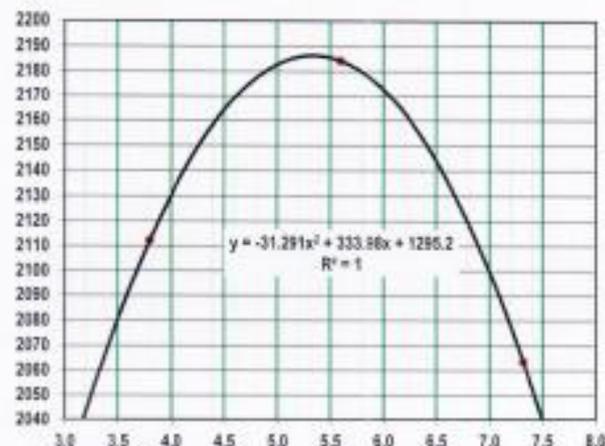
OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GPUR SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMEJO V. GLADYS SILVA M. DIC/2014
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO, MINA PATRICIA PILAR TESIISTA TESIISTA

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MASA DEL CILINDRO (PT)	5445	Observaciones: Norma de Referencia ASTM D 1556-01 ASTM D 1585-01 AASHTO T 99-06 AASHTO T 99-03
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2132.7	
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4.5	
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45.72	
TIPO DEL ENSAYO	Estándar	
# DE CAPAS	5	
# DE GOLPES POR CAPA	56	

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	3	v	f			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	174.52	169.38	170.25			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	169.34	162.12	166.68			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5.18	7.26	6.37			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	32.87	32.45	32.83			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	136.37	129.67	128.05			
% DE HUMEDAD (W = P3 ÷ P5 × 100)	3.80	5.60	7.32			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.80	5.60	7.32			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2	4	6			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	10121	10354	10168			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P6 - P4 × V)	4676	4919	4723			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P6 ÷ V)	2193	2306	2215			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	2112	2184	2054			



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
2186 Kg./m³
 % de Humedad Óptima
5.3 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 9", Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3803

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfono: 2269269 - 2830341 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834486 - 2834501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2330283 • Teléfono: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfono: (593-2) 2321481 - 2361199 - 2327985 - 2330678



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA PATRICIA PILAR	TESISTA	TESISTA
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LBS
VOL. MOLDE:	2.135 CM3		

C.B.R

Nº de Golpes por capa	66	96	12		
ANTES DE LA INMERSION					
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XG	
	Recipiente + Peso húmedo	276.00	293.00	291.4	
	Recipiente + Peso seco	271.00	286.00	284.80	
	Agua	5.00	7.00	6.60	
	Recipiente	35.00	33.40	34.10	
	Peso seco	236.00	252.60	250.70	
	Contenido de agua (%)	2.12	2.77	2.63	
Nº Molde	1	2	3		
Molde + Suelo húmedo	12182	11988	11632		
Molde gr.	7145	7150	7200		
Suelo húmedo	5017	4838	4632		
Suelo seco = 100w/(100+w)	4913	4708	4513		
Contenido de Agua w	2.12	2.77	2.63		
Densidad húmeda	2336	2266	2170		
Densidad Seca	2288	2205	2114		
DESPUES DE LA INMERSION					
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XV	
	Recipiente + Peso húmedo	315.7	270.4	275	
	Recipiente + Peso seco	300.80	246.20	260.10	
	Agua	14.90	24.20	14.90	
	Recipiente	34.30	34.30	35.60	
	Peso seco	286.50	211.90	224.50	
	Contenido de agua (%)	5.59	11.42	6.64	
Molde + Suelo húmedo	12084	12768	12678		
Molde gr.	6671	6930	6912		
Suelo húmedo	5213	5838	5766		
Suelo seco = 100xw/(100+w)	1422	1872	1777		
Contenido de Agua w	5.59	11.42	6.64		
Densidad húmeda	2322	2254	2330		
Densidad Seca	2199	2023	2186		
HINCHAMIENTO					
Lectura Inicial	0.001	0.000	0.000		
24 horas	0.000	0.000	0.000		
48 horas	0.000	0.000	0.000		
72 horas	0.000	0.000	0.000		
96 horas					

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.186Kg/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5,3 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 1", Av. 30.5 Via Perimetral, congreso a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3863
 Fax: (593-6) 2834629 • Teléfonos: 2269269 - 2830541 - 2831094 - 2834482 - 2834360 - 2834118 - 2834666 - 2834301
 Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-6) 2530283 • Teléfonos: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2321408 - 2361199 - 2327966 - 2330618



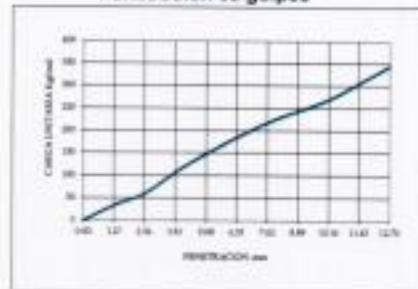
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

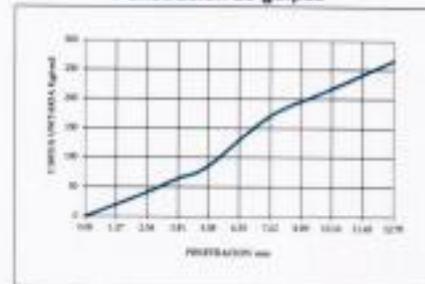
ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	pulg	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	657.75	399.18	149.69	33.99	20.63	7.74
2.54	0.10	1186.72	802.90	421.86	59.78	41.49	21.80
3.81	0.15	2063.98	1261.06	694.96	106.66	65.17	35.40
5.08	0.20	2862.33	1664.76	916.31	147.92	86.03	47.35
7.62	0.30	4227.72	3320.46	1841.69	218.49	171.60	95.18
10.16	0.40	5230.21	4209.57	2490.36	270.30	217.55	128.70
12.70	0.50	6663.64	5148.56	3066.45	344.37	266.08	158.47

Penetración 56 golpes



C.B.R. de penetración = 99.56%
HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 98.65 %
HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 56.40%
HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2186 g/m³
95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2066,7 Kg/m³

C.B.R. 95% = 80%

Aprobado por:

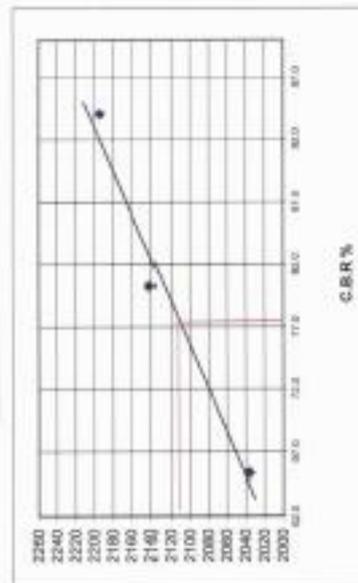


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

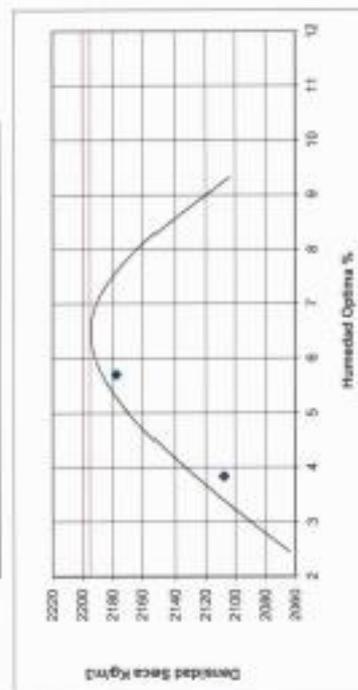
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Número de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2194	94.06
25	2141	80.24
12	2036	85.32
100 % D.S.M (Proctor Modificado):		2,186 Kg/m ³
95 % D.S.M. (Proctor Modificado):		2,068 Kg/m ³



C.B.R. 95%= 80



Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 97", Av. 10.5 Via Perimetral, congreso a la Cofa Santa Cecilia • Casilla: 0901-3963
 Fax: (593-4) 2654629 • Teléfono: 2269269 - 2650341 - 2651694 - 2654462 - 2654360 - 2654316 - 2654466 - 2654301
 Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530263 • Teléfono: 2530401 - 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-61-1076 • Teléfono: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2527966 - 2530618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V. GLADYS SILOVA M.	DI/C/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA PATRICIA PILAR	TESISTA	TESISTA

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES

A.	Peso del material antes del ensayo (g)	5000	
B	Peso del material no desgastado después del ensayo (g)	4337	
C=A-B	Perdida por desgaste (g)	663	
D=C/A.100	IDEM %	13.26	
	Medida		

ANEXO 6: ENSAYOS MINA EL CAUCHO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Templeando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

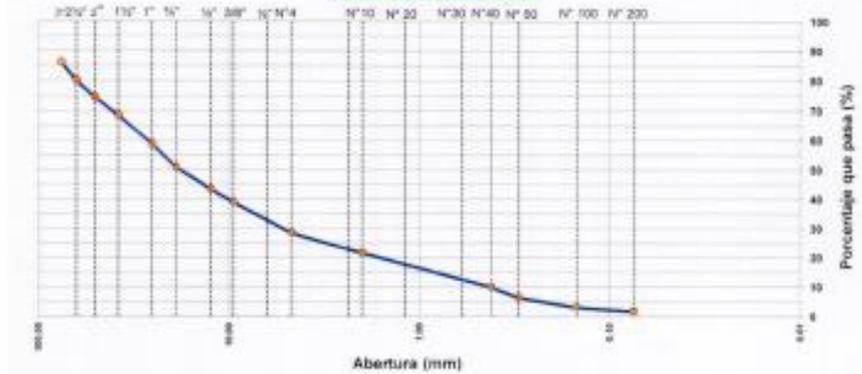
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILIO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO - MINA EL CAUCHO	TESISTA	TESISTA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GRUESOS

OBRA :	Prefectura de la Provincia de los Ríos	FECHA :	10/12/2014,
UBICACIÓN :	Provincia de los Ríos - Babahoyo - Mina el Caucho		
MATERIAL :	Lastre		
SOLICITADO :	Ing. Gladys Silva		

TAMIZ	ÁRETA (mm)	PESO RET.	UMED. FINE	UMED. GR.	% Q. PASH.	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	2539	13.9	13.9	86.1		PESO TOTAL = 18317.0 gr
2 1/2"	63.500	1114.0	6.1	19.9	80.1		PESO FINO = 357.0 gr
2"	50.800	1597.0	8.7	25.8	74.4		
1 1/2"	38.100	1088.0	6.0	31.5	68.4		LÍMITE LÍQUIDO = NP %
1"	25.400	1785.0	9.8	41.3	58.7		LÍMITE PLÁSTICO = NP %
3/4"	19.000	1439.0	7.9	49.2	50.8		ÍNDICE PLÁSTICO = NP %
1/2"	12.500	1384.0	7.5	56.7	43.4		CLASIF. AASHTO = A-2.4 []
3/8"	9.500	814.0	4.4	61.1	38.9		CLASIF. SUCCS = GW
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA = gr/cc
# 4	4.750	1894.0	10.3	71.4	28.6		HUMEDAD OPT =
# 8	2.360						CBRAL 100% S T =
# 10	2.000	88.0	7.0	76.5	21.5		CBRAL 95% S T =
# 20	1.180						Ensayo Malla #20 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 30	0.600						
# 40	0.420	145.0	11.6	90.1	9.9		IMPUREZAS ORGÁNICAS:
# 50	0.300	45.0	3.6	95.7	5.3		Nº COLOR ORGÁNICO = -
# 100	0.150	41.0	3.3	97.0	3.1		COLOR ESTEREA = -
# 200	0.075	16.0	1.3	98.2	1.8		% HUMEDAD P.S.H. P.S.B. % Humid.
# # 200		22.0	1.6	100.0			19.9 19.7 2.96%
FRACCIÓN		335.0					
TOTAL		18317.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

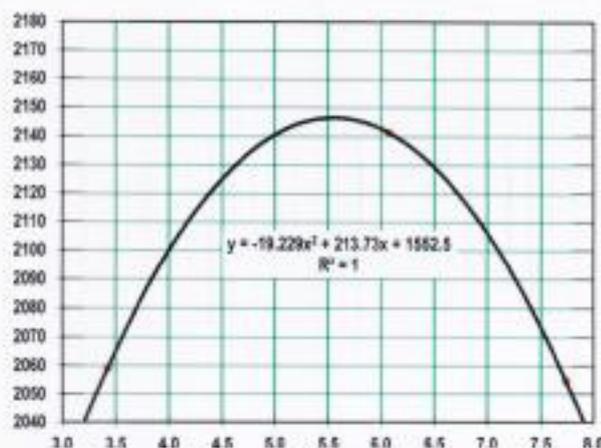
www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILIO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LAGRE DE RÍO. MINA EL CAUCHO	TESISTA.	TESISTA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			

MASA DEL CILINDRO (PT)	5445
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2132.7
MASA DEL MARTILLO (Kg)	4.5
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO (mm)	45.72
TIPO DEL ENSAYO	Estándar
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Observaciones:
 Norma de Referencia
 ASTM D 9991
 ASTM 155741
 ASTM D 9934
 MARTILLO 9000

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION						
PUNTO#	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	3	4	1			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	199.85	174.68	198.37			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	195.32	166.53	198.63			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4.53	8.15	9.74			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	32.97	32.45	32.83			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	132.35	134.08	125.80			
% DE HUMEDAD (W = P3 ÷ P5 × 100)	3.42	6.08	7.74			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.42	6.08	7.74			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2	4	6			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9986	10289	10188			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P6 = P6 - P7)	4541	4844	4721			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P6 ÷ V)	2129	2271	2214			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W × 100))	2059	2141	2055			



RESULTADOS
Densidad Seca Máxima 2146 Kg/m³
% de Humedad Óptima 5.6 %

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 9", Av. 10.5 Via Perimetral, congreso a la Cofa. Santa Cecilia • Casilla: 0901-3863
 Fax: (593-4) 2854629 • Teléfono: 2269289 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834486 - 2834301
 Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2330283 • Teléfono: 2330460 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-61-1076 • Teléfono: (593-2) 2321488 - 2361199 - 2527986 - 2330618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impartiendo la excelencia del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPUR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILIO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO_MINA EL CAUCHO	TESISTA	TESISTA
Nº CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LBS
VOL. MOLDE:	2135 CM3		

C.B.R

Nº de Golpes por capa	46	38	12			
ANTES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XG		
	Recipiente + Peso humedo	267.20	283.50	289.1		
	Recipiente + Peso seco	261.50	279.00	284.80		
	Agua	5.70	4.50	4.30		
	Recipiente	35.00	33.40	34.10		
	Peso seco	226.50	245.60	250.70		
	Contenido de agua (%)	2.52	1.83	1.72		
Nº Molde	1	2	3			
Molde + Suelo humedo	12162	11988	11832			
Molde gr.	7145	7150	7200			
Suelo humedo	5017	4838	4632			
Suelo seco = 100xW/(100+w)	4894	4751	4554			
Contenido de Agua w	2.52	1.83	1.72			
Densidad humeda	2336	2266	2170			
Densidad Seca	2278	2225	2133			
DESPUES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XW		
	Recipiente + Peso humedo	315.7	280.4	285		
	Recipiente + Peso seco	300.80	267.20	269.80		
	Agua	14.90	13.20	15.20		
	Recipiente	34.30	34.30	35.60		
	Peso seco	266.50	232.90	234.20		
	Contenido de agua (%)	5.59	5.67	6.49		
Molde + Suelo humedo	12084	12968	13596			
Molde gr.	6871	7684	7412			
Suelo humedo	5213	5084	6186			
Suelo seco = 100xW/(100+w)	1422	1527	1851			
Contenido de Agua w	5.59	5.67	6.49			
Densidad humeda	2251	2295	2283			
Densidad Seca	2132	2172	2144			
HIRCHAMIENTO						
Lectura inicial	0.001	0.000	0.000			
24 horas	0.000	0.000	0.000			
48 horas	0.000	0.000	0.000			
72 horas	0.000	0.000	0.000			
96 horas						

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2,148Kg/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 5,6 %

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 9", Km. 10,5 Vía Perimetral, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Casilla: 0901-3983

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfonos: 2269269 – 2830141 – 2831894 – 2834682 – 2834560 – 2834118 – 2834685 – 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2350491 – 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-61-0076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 – 2361199 – 2527966 – 2330618



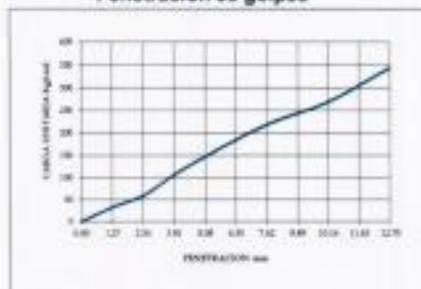
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

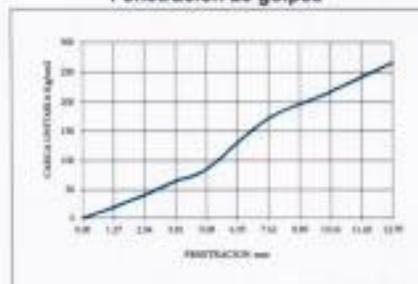
ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	puigs	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	657.75	399.18	149.69	33.99	20.63	7.74
2.54	0.10	1156.72	802.90	421.86	59.78	41.49	21.80
3.81	0.15	2063.98	1261.06	684.96	106.66	65.17	35.40
5.08	0.20	2862.33	1664.78	916.31	147.92	86.03	47.35
7.62	0.30	4227.72	3320.48	1841.69	218.49	171.60	95.18
10.16	0.40	5230.21	4209.57	2490.36	270.30	217.55	128.70
12.70	0.50	6663.64	5148.56	3066.45	344.37	266.08	158.47

Penetración 56 golpes



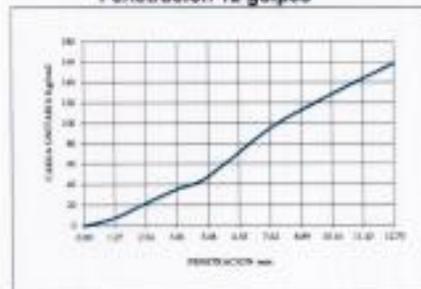
C.B.R. de penetración = 97.08%
HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 88.65 %
HINCHAMIENTO = 0%

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 75.69%
HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2146 g/m³
95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2038,7 Kg/m³

C.B.R. 95% = 80%

Aprobado por:

Guayaquil: Campus "Guatavo Galindo 1", Km. 10,5 Vía Portuaria, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3967

Fax: (593-4) 2654629 • Teléfono: 2269269 - 2650541 - 2651894 - 2634482 - 2654360 - 2654316 - 2654466 - 2654361

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530263 • Teléfono: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfono: (591-2) 2321406 - 2361199 - 2327986 - 2330618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

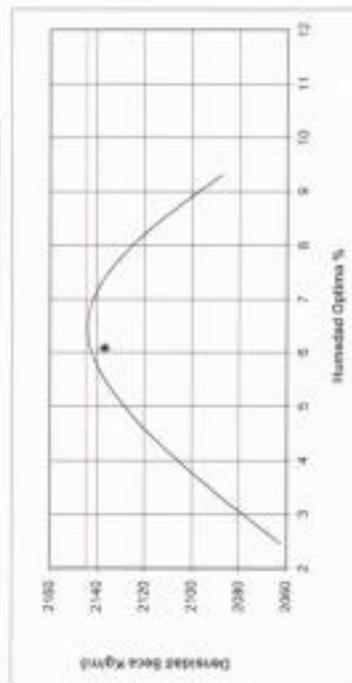
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2184	94.00
25	2141	80.24
12	2035	65.32
100 % D.S.M. (Proctor Modificado):	2,146 Kg/m ³	
95 % D.S.M. (Proctor Modificado):	2,039 Kg/m ³	



C.B.R. 96% = 80





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMEJO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO_MINA EL CAJUCHO	TESISTA TESISTA	

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES

A	Peso del material antes del ensayo (g)	5000	
B	Peso del material no desgastado despues del ensayo (g)	4189	
C=A-B	Perdida por desgaste (g)	811	
D=C/A.100	IDEM %	16.22	
	Medida		

Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 1", Km. 10,5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3383

Fax: (593-6) 2854629 • Teléfono: 2269269 - 2850141 - 2851094 - 2854482 - 2854560 - 2854518 - 2854486 - 2854501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-6) 2530283 • Teléfono: 2350401 - 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-61-1076 • Teléfono: (593-2) 2521400 - 2361199 - 2527966 - 2530678

ANEXO 7: ENSAYOS MINA LOS FRANCOS



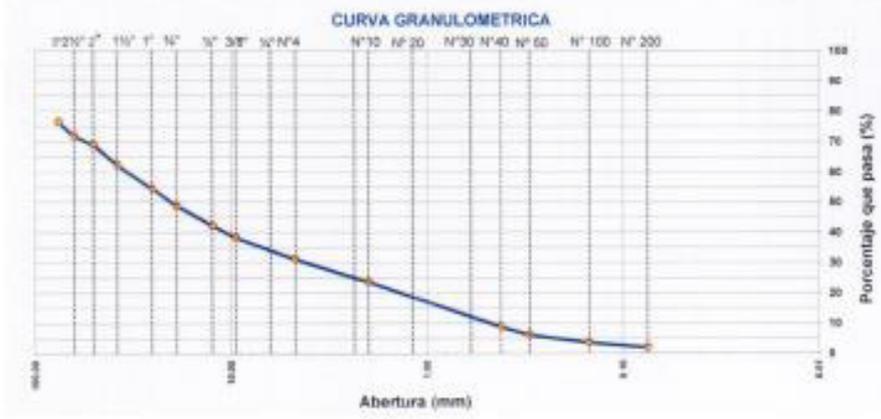
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL**

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMIJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LOS FRANCOS	TESISTA	TESISTA
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GRUESOS			

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	NRET. P.WG.	NRET. AC.	% DE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	5345.0	23.8	23.8	76.2		PESO TOTAL = 22453.0 gr
2 1/2"	63.500	1064.0	4.5	28.3	71.7		PESO FINO = 354.0 gr
2"	50.800	652.0	2.9	31.2	68.8		gr
1 1/2"	38.100	1463.0	6.5	37.7	62.3		LIMITE LIQUIDO = NP %
1"	25.400	1756.0	7.8	45.5	54.5		LIMITE PLASTICO = NP %
3/4"	19.050	1322.0	5.9	51.4	48.6		INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.500	1459.0	6.5	57.9	42.1		CLASIF. AASHTO = A-2.4 []
3/8"	9.500	891.0	4.0	61.9	38.1		CLASIF. SUCCS = GP
1/4"	6.300						MAX. DENS. SECA = gr/cc
# 4	4.750	1834.0	7.1	66.0	34.0		HUMEDAD OPT =
# 6	2.500						CBR AL 100% S.T. =
# 10	2.000	84.0	7.4	76.4	23.6		CBR AL 95% S.T. =
# 20	1.190						Ensayo Mala #200 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 30	0.850						
# 40	0.420	170.0	14.6	91.2	8.8		IMPUREZAS ORGANICAS
# 50	0.300	30.0	2.6	95.9	6.1		# COLOR ORGANICO = -
# 100	0.150	29.0	2.5	96.4	3.6		COLOR ESTEREO = -
# 200	0.075	18.0	1.6	98.0	2.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humid.
< # 200		22.0	2.0	100.0			18.9 18.7 1.38%
FRACCION		331.0					
TOTAL		22453.0					





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

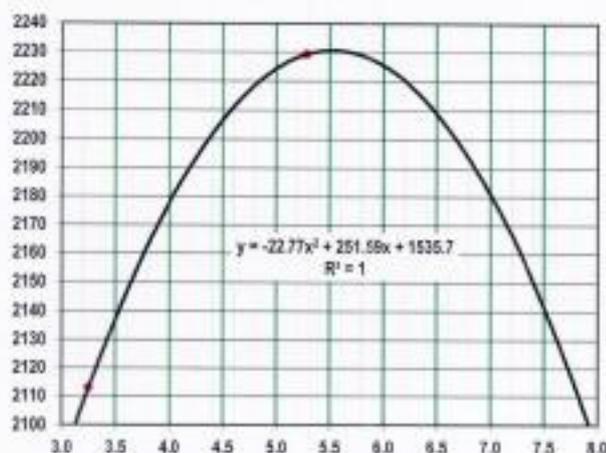
www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILLO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LOS FRANCOIS	TESISTA	TESISTA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			

MASA DEL CILINDRO (P1)	545
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2132.7
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4.5
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45.72
TIPO DEL ENSAYO	Estándar
# DE CAPAS	3
# DE GOLPES POR CAPA	56

Observaciones:
 Recusar (alumno)
 201301000000
 201301000000
 201301000000
 201301000000

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION						
PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPENTE #	3	v	f			
MASA DE RECIPENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	218.40	182.37	184.36			
MASA DE RECIPENTE + MUESTRA SECA (P2)	212.96	174.84	184.97			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5.44	7.53	9.39			
MASA DE RECIPENTE (P4)	32.97	32.45	32.83			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	179.99	142.39	112.14			
% DE HUMEDAD (W = P3 ÷ P5 × 100)	3.25	5.29	8.32			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.25	5.29	8.32			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2	4	6			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	10098	10451	10187			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4653	5005	4742			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (D8 = P8 ÷ V)	2182	2347	2223			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (D6 = D8 ÷ (1 + W ÷ 100))	2113	2229	2053			



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2231 Kg./m ³
% de Humedad Óptima	5.5 %



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILLO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA LOS FRANCO	TESISTA	TESISTA
No CAPAS :	5	PESO DEL MARTILLO :	10 LB5
VOL. MOLDE:	2.135 CM3		

C.B.R

Nº de Golpes por capa	99	25	12			
ANTES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XQ		
	Recipiente + Peso humedo	278.20	287.80	295.1		
	Recipiente + Peso seco	265.50	270.00	276.80		
	Agua	12.70	17.80	18.30		
	Recipiente	35.00	33.40	34.10		
	Peso seco	230.50	236.80	242.70		
	Contenido de agua (%)	5.51	7.40	7.54		
Nº Molde	1	2	3			
Molde + Suelo humedo	12162	11968	11832			
Molde gr.	7145	7150	7200			
Suelo humedo	5017	4838	4632			
Suelo seco = 100xW/(100+W)	4755	4505	4307			
Contenido de Agua w	5.51	7.40	7.54			
Densidad humeda	2336	2266	2170			
Densidad Seca	2214	2110	2018			
DESPUES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XW		
	Recipiente + Peso humedo	317.7	299.4	283.4		
	Recipiente + Peso seco	302.80	248.20	270.00		
	Agua	14.90	21.20	13.40		
	Recipiente	34.30	34.30	35.60		
	Peso seco	258.50	213.90	234.40		
	Contenido de agua (%)	5.55	9.91	5.72		
Molde + Suelo humedo	12884	11968	11998			
Molde gr.	6971	7030	6912			
Suelo humedo	9913	4938	5086			
Suelo seco = 100xW/(100+W)	1605	1573	1521			
Contenido de Agua w	5.55	9.91	5.72			
Densidad humeda	2399	2479	2385			
Densidad Seca	2273	2255	2256			
HINCHAMIENTO						
Lectura inicial	0.001	0.000	0.000			
34 horas	0.000	0.000	0.000			
48 horas	0.000	0.000	0.000			
72 horas	0.000	0.000	0.000			
96 horas						

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2,201Kg/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 9,5 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 1", Km. 30,5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Castillo: 0900-3863

Fax: (593-0) 2054629 • Teléfonos: 2269269 - 2070141 - 2051894 - 2034402 - 2054360 - 2054316 - 2054486 - 2054501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-0) 2330283 • Teléfonos: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 4 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Castillo: 17-61-1076 • Teléfonos: (593-2) 2321408 - 2361190 - 2527966 - 2530610



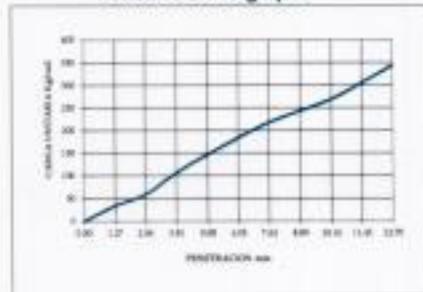
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA					
		56	12	25	56	12	25
mm	puigs	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2		
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.27	0.05	657.75	399.18	149.69	33.99	20.63	7.74
2.54	0.10	1156.72	802.90	421.86	59.78	41.49	21.80
3.81	0.15	2063.96	1261.06	684.96	106.66	65.17	35.40
5.08	0.20	2862.33	1664.78	916.31	147.82	86.03	47.35
7.62	0.30	4227.72	3320.46	1841.69	216.49	171.60	95.18
10.16	0.40	5230.21	4209.67	2490.36	270.30	217.56	126.70
12.70	0.50	6663.64	5148.66	3066.45	344.37	266.08	156.47

Penetración 56 golpes



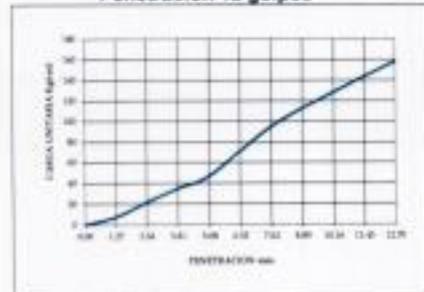
C.B.R. de penetración = 106,07%
HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 101,5 %
HINCHAMIENTO = 0%

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 85,32%
HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2231 g/m³
95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2119,45 Kg/m³

C.B.R. 95% = 81%

Aprobado por:

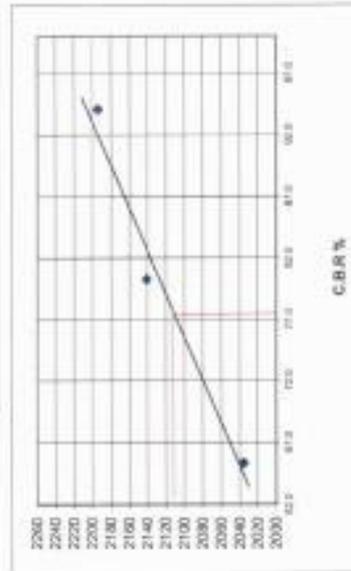


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

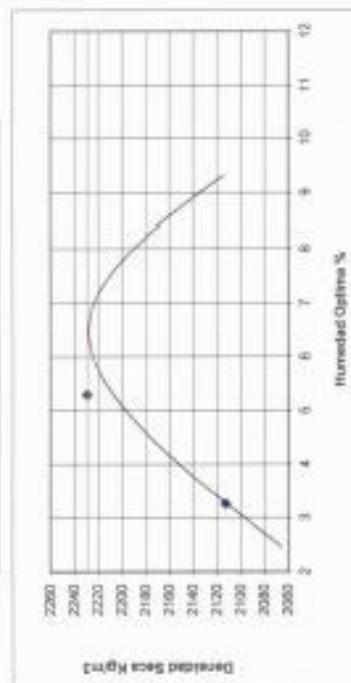
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2194	94.06
25	2141	80.24
12	2036	85.32
100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2.231 Kg/m ³		
95 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2.119 Kg/m ³		



C.B.R. 95%= 81



Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 9", Km. 10.3 Vía Portuaria, contiguo a la Cofa. Santa Cecilia • Casilla: 0901-3863
 Fax: (091-6) 2834629 • Teléfono: 2269269 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834486 - 2834301
 Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Laja • Fax: (091-6) 2330283 • Teléfono: 2330491 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfono: (091-2) 2521408 - 2561199 - 2527966 - 2530618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMILLO V. GLADYS SILVA M.	DIC/2014
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO MINA LOS FRANCO	TESISTA TESISTA	

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES

A	Peso del material antes del ensayo (g)	5000	
B	Peso del material no desmenuado despues del ensayo (g)	4325	
C=A-B	Perdida por desgaste (g)	675	
D=C/A.100	IDEM %	13.5	
	Medida		

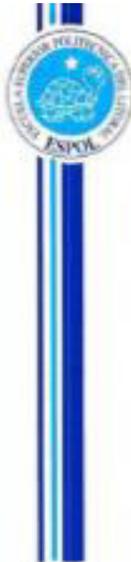
Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 3", Km. 10.5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3363

Fax: (593-4) 2834629 • Teléfono: 2269269 - 2830141 - 2831894 - 2834402 - 2834360 - 2834518 - 2834686 - 2834501

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2330283 • Teléfono: 2330401 - 2330271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-81-1076 • Teléfono: (591-2) 2521408 - 2361199 - 2527966 - 2330618

ANEXO 8: ENSAYOS MINA PUENTE CAMARONES



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL**

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

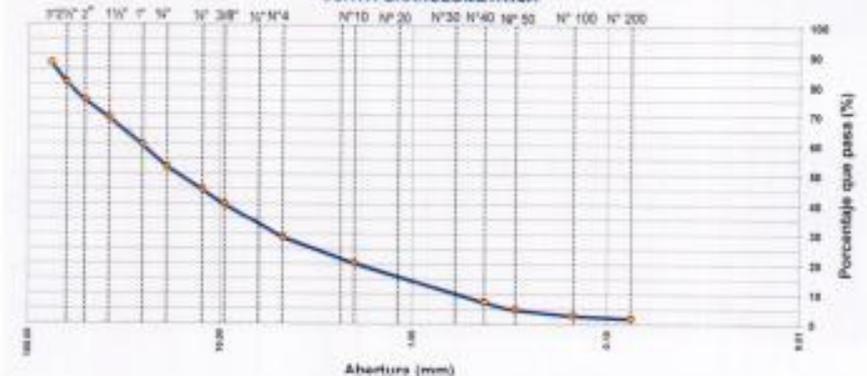
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FIC/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMijo V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO - MINA PUENTE CAMARONES	TESISTA	TESISTA
			DIC/2014

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ÁRIDOS FINOS Y GRUESOS

OBRA :	Prefectura de la Provincia de los Rios	FECHA :	10/12/2014,
UBICACION :	Provincia de los Rios - Babahoyo - Mina Puente Camarones		
MATERIAL :	Lastre		
SOLICITADO :	Ing. Gladys Silva		

TAMÑO	WEIGHT, gms.	WEIGHT RET.	PERCENT PASSED	PERCENT RET.	% OF PASS	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	18.200	2413	13.0	13.0	87.0		PESO TOTAL = 18028.0 g
2 1/2"	82.500	1209.0	6.6	19.6	83.4		PESO FINO = 308.0 g
2"	90.800	1119.0	6.0	25.6	74.4		
1 1/2"	38.100	1128.0	6.1	31.7	68.3		LIMITE LIQUIDO = NP %
1"	25.400	1661.0	9.1	40.8	59.2		LIMITE PLASTICO = NP %
3/4"	19.050	1313.0	7.1	47.9	52.1		INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.500	1410.0	7.8	55.5	44.5		CLASIF. AASHTO = A-2.4
3/8"	9.500	907.0	4.9	60.4	39.6		CLASIF. SUCCS = OW
1/4"	6.350						MAX. DEMS. SECA = g/100
# 4	4.750	2094.0	10.8	71.2	28.8		HUMEDAD OPT =
# 8	2.360						CCR AL 100% 0.1" =
# 10	2.000	94.0	0.5	80.0	20.0		CCR AL 95% 0.1" =
# 20	1.180						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Levado % 200
# 30	0.600						
# 40	0.420	138.0	12.9	92.9	7.1		IMPUREZAS ORGANICAS:
# 50	0.300	27.0	2.5	95.4	4.6		N° COLON ORGANICA =
# 100	0.150	21.0	2.0	97.4	2.6		COLOR ESTANDAR =
# 200	0.075	0.0	0.0	99.2	1.8		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humid.
# 300		19.0	1.8	100.0			19.4 18.9 2.78%
FRACCION		289.0					
TOTAL		18028.0					

CURVA GRANULOMETRICA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GPR SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMIJO V. GLADYS SILVA M.
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO_MINA FUENTE CAMARONES TESISTA TESISTA DIC/2014

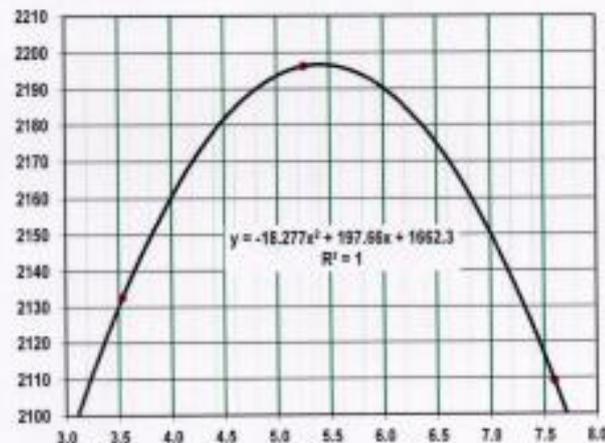
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MASA DEL CILINDRO (P7)	5445
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2132.7
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4.5
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45.72
TIPO DEL ENSAYO	Estándar
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	96

Observaciones:
 Método de compactación
 ASTM D-1556-01
 MÉTODO 100-94
 MÉTODO T-99-02

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

PUNTO #	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE #	3	4	5			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	187.63	176.54	140.56			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	182.35	169.35	141.32			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5.28	7.19	6.24			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	32.97	32.45	32.83			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	149.38	136.90	108.49			
% DE HUMEDAD (W = P3 * 100 / P5)	3.53	5.25	7.60			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.53	5.25	7.60			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2	4	6			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	10154	10375	10285			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4700	4930	4840			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 / V)	2208	2312	2269			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh / (1 + W / 100))	2133	2196	2109			



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
2197 Kg/m³
 % de Humedad Optima
5.4 %

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo 1", Km. 10.5 Vía Portuñal, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3863

Fax: (051-4) 2634629 • Teléfonos: 2269260 – 2630341 – 2631894 – 2634482 – 2634360 – 2634318 – 2634666 – 2634302

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (051-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 – 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (051-2) 2521488 – 2561190 – 2527986 – 2530618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA D INGENIERÍA CIVIL

OBRA : TESIS FICT/ESPOL - GPUR SOLICITADO POR: FECHA:
 UBICACIÓN : PROV. LOS RÍOS IVAN ARMILLO V. GLADYS SILVA M. DIC/2014
 MATERIAL : LASTRE DE RÍO_MINA FUENTE CAMARONES TESISTA TESISTA
 No CAPAS : 5 PESO DEL MARTILLO : 10 LBS
 VOL. MOLDE: 2135 CM3

C.B.R

Nº de Golpes por capa	96	36	12			
ANTES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XD	XC	XO		
	Recipiente + Peso humedo	277.20	283.50	290.1		
	Recipiente + Peso seco	261.50	260.00	274.60		
	Agua	15.70	14.50	15.50		
	Recipiente	35.00	33.40	34.10		
	Peso seco	226.50	235.60	240.70		
	Contenido de agua (%)	6.93	6.15	6.38		
Nº Molde	1	2	3			
Molde + Suelo humedo	12162	11988	11832			
Molde gr	7145	7150	7200			
Suelo humedo	5017	4838	4632			
Suelo seco = 100w/(100+w)	4692	4558	4355			
Contenido de Agua w	6.93	6.15	6.38			
Densidad humeda	2336	2266	2170			
Densidad Seca	2185	2135	2040			
DESPUES DE LA INMERSION						
HUMEDAD	Nº Recipiente	XC	XX	XW		
	Recipiente + Peso humedo	315.7	270.4	275		
	Recipiente + Peso seco	300.80	246.20	260.10		
	Agua	14.90	24.20	14.90		
	Recipiente	34.30	34.30	35.60		
	Peso seco	266.50	211.90	224.60		
	Contenido de agua (%)	5.59	11.42	6.64		
Molde + Suelo humedo	12064	11768	11598			
Molde gr	6671	6930	6912			
Suelo humedo	5213	4838	4686			
Suelo seco = 100xW/(100+W)	1422	1551	1444			
Contenido de Agua w	5.59	11.42	6.64			
Densidad humeda	2251	2069	2023			
Densidad Seca	2132	1875	1807			
HINCHAMIENTO						
Lectura Inicial	0.001	0.000	0.000			
24 horas	0.000	0.000	0.000			
48 horas	0.000	0.000	0.000			
72 horas	0.000	0.000	0.000			
96 horas						

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.197Kg/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 5.4 %

Grupopeñ: Campus "Gustavo Galindo 9", Av. 30.5 Via Perimetral, contiguo a la Cofa, Santa Cecilia • Cañilla: 0901-5863

Fax: (591-6) 2834629 • Teléfono: 2269269 - 2830141 - 2831894 - 2834482 - 2834360 - 2834318 - 2834686 - 2834301

Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (591-6) 2590283 • Teléfono: 2330491 - 2510271

Quito: Av. 6 de Diciembre N33-35 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-1036 • Teléfono: (591-3) 2921408 - 2861199 - 2527886 - 2530618



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

ABERTURA		NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
		56			12			25
mm	pulgs	CARGA DE PENETRACION EN KILOGRAMOS			CARGA UNITARIA EN KG/CM2			
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.27	0.05	612.38	394.65	145.16	31.65	20.40	7.50	
2.54	0.10	1111.36	757.54	417.33	57.43	38.15	21.57	
3.81	0.15	2016.60	1215.70	639.60	104.32	62.83	33.05	
5.08	0.20	2816.97	1619.41	898.16	145.58	83.69	46.42	
7.62	0.30	4182.35	3275.12	1787.25	216.14	169.26	92.36	
10.16	0.40	5184.65	4164.21	2445.00	267.95	215.20	126.36	
12.70	0.50	6618.28	5103.20	3021.09	342.03	263.73	156.13	

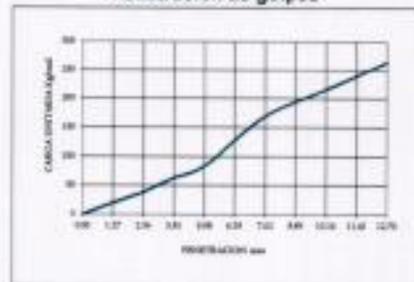
Penetración 56 golpes



C.B.R. de penetración = 94.05%

HINCHAMIENTO = 0 %

Penetración 25 golpes



C.B.R. de penetración = 80.24 %

HINCHAMIENTO = 0%

Penetración 12 golpes



C.B.R. de penetración = 65.32%

HINCHAMIENTO = 0 %

DETERMINACION DEL C.B.R.

100 % D.S.M. (Proctor Modificado): 2197 g/m³

95% D.S.M. (Proctor Modificado): 2110 Kg/m³

C.B.R. 95% = 78%

Aprobado por:

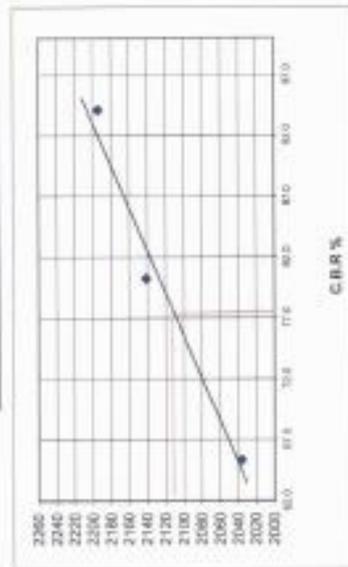


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

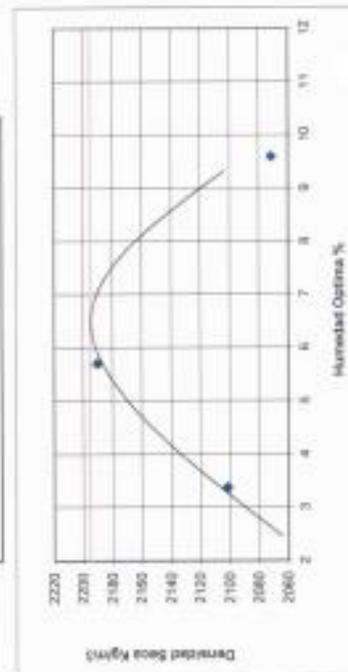
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

Numero de Golpes	D.S.M. Kg/m ³	C.B.R. %
56	2194	84.00
25	2141	80.24
12	2035	85.32
100 % D.S.M. (Proctor Modificado)	2,197 Kg/m ³	
95 % D.S.M. (Proctor Modificado)	2,110 Kg/m ³	



C.B.R. 95% = 78





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la sociedad del conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
CARRERA D INGENIERÍA CIVIL			
OBRA :	TESIS FICT/ESPOL - GPLR	SOLICITADO POR:	FECHA:
UBICACIÓN :	PROV. LOS RÍOS	IVAN ARMUJO V.	GLADYS SILVA M.
MATERIAL :	LASTRE DE RÍO, MINA PUENTE CAMARONES	TESISTA	TESISTA
DICIEMBRE 2014			

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ÁNGELES

A	Peso del material antes del ensayo (g)	6000	
B	Peso del material no desgastado despues del ensayo (g)	4227	
C=A-B	Pérdida por desgaste (g)	773	
D=C/A. 100	IDEM %	15.46	
	Medida		

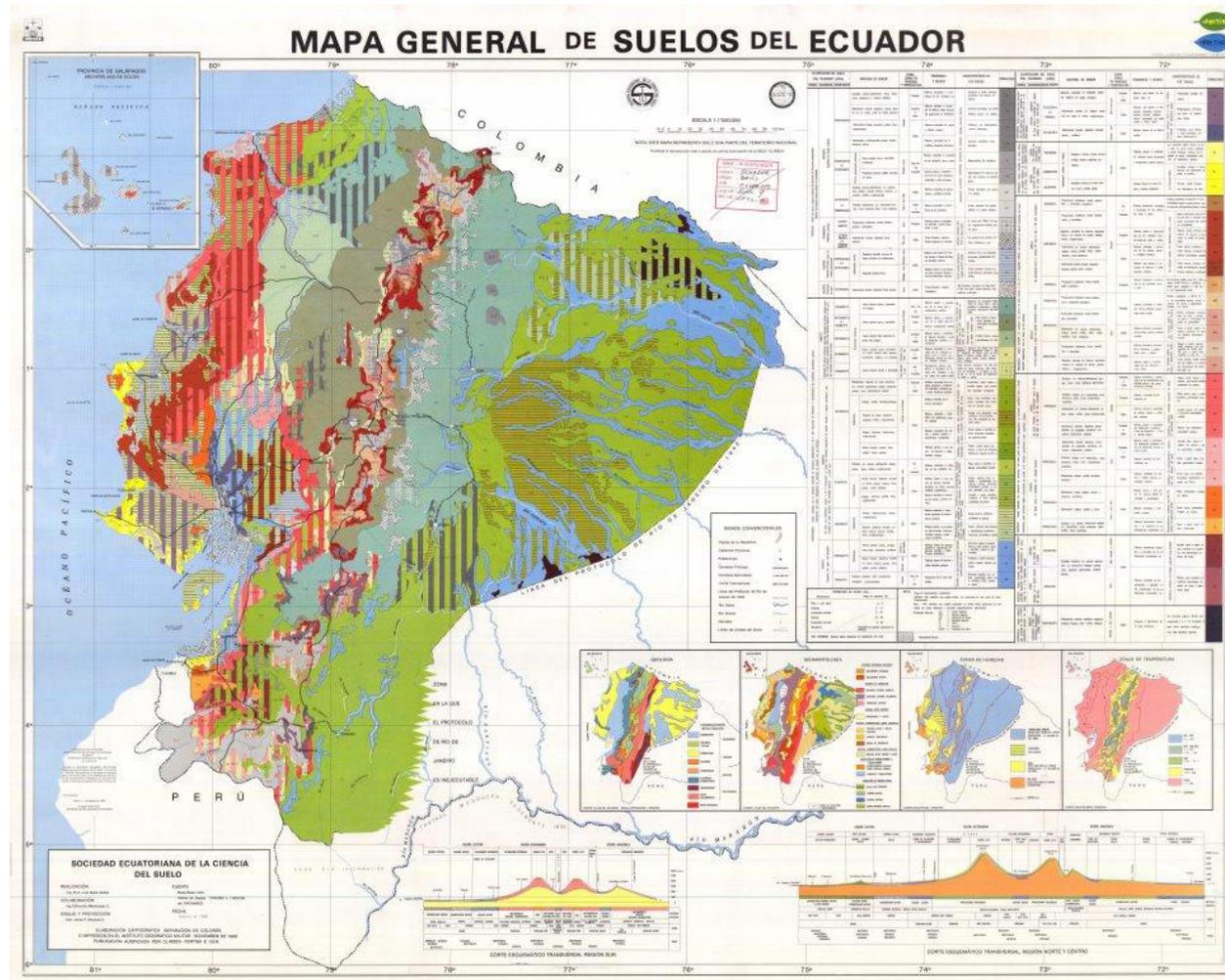
Guayaquil: Campus "Guillermo Galindo 1", Km. 10.5 Vía Perimetral, cortiège a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 0901-3883

Fax: (593-6) 285-6629 • Teléfono: 2269269 - 2850541 - 2851894 - 2854482 - 2854560 - 285-6118 - 2854486 - 2854501

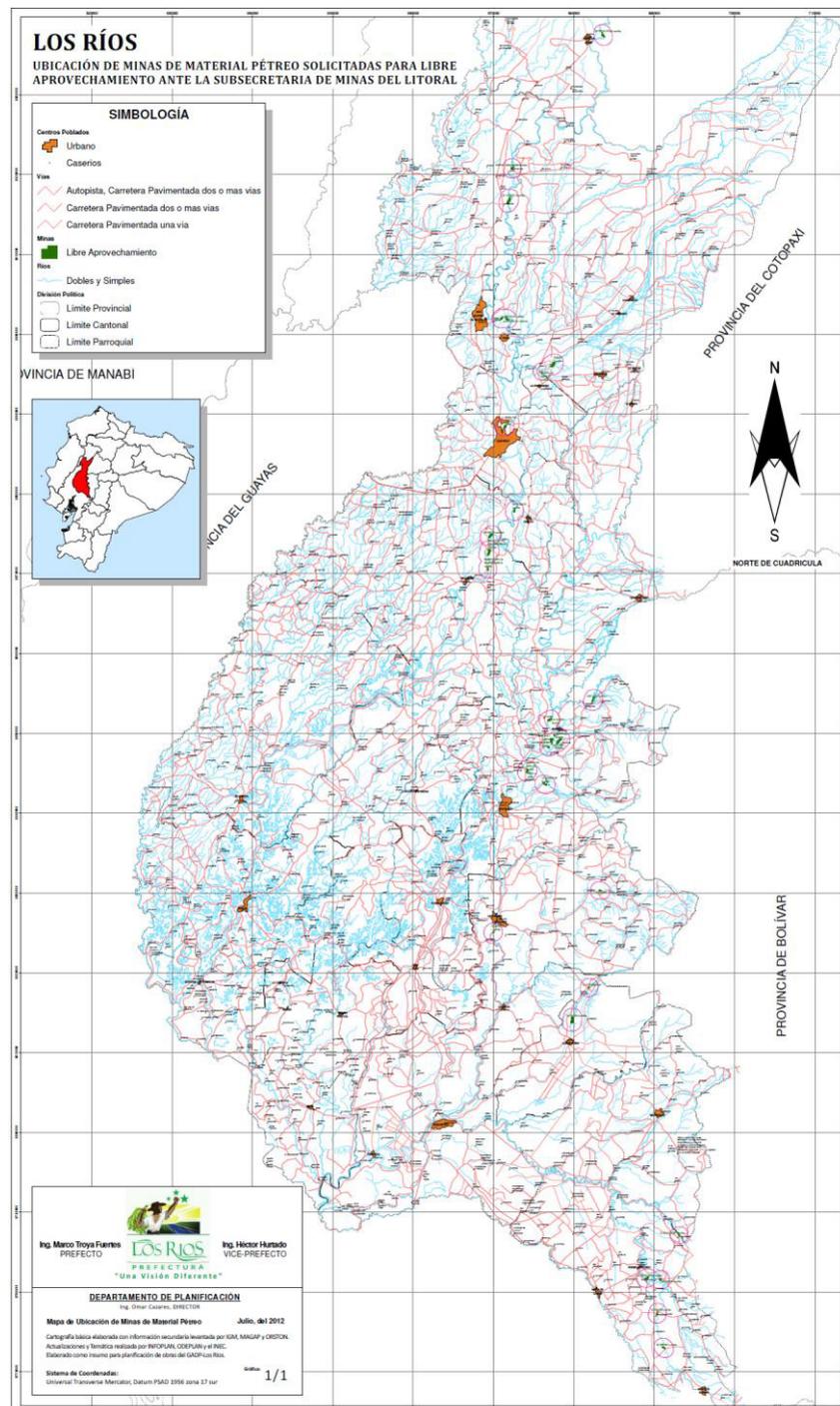
Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-6) 2530283 • Teléfono: 2530-691 - 2530271

Quito: Av. 6 de Diciembre N35-55 y Av. Elay Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfono: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2527986 - 2530618

ANEXO 9: MAPA DE SUELOS DEL ECUADOR



ANEXO 10: MAPA DE UBICACIÓN DE MINAS DE MATERIAL PÉTRICO SOLICITADAS PARA LIBRE APROVECHAMIENTO ANTE LA SUBSECRETARÍA DE MINAS DEL LITORAL



ANEXO 11: PROPIEDADES FISICAS DE LAS ROCAS

Tipo De Roca	Gravedad específica	Absorción * %	Prueba de abrasión Los Angeles %
Igneas			
Granito	2.65	0.3	38
Sienita	2.74	0.4	24
Diorita	2.9	0.3	-
Gabro	2.96	0.3	18
Peridotita	3.31	0.3	-
Felsita	2.66	0.8	18
Basalto	2.86	0.5	14
Diabasa	2.96	0.3	18
Sedimentarias			
Piedra caliza	2.66	0.9	26
Dolomita	2.7	1.1	25
Arcilla esquistosa	1.8 - 2.5	-	-
Arenisca Chert	2.54	1.8	38
Conglomerado	2.5	1.6	26
Brecha	2.68	1.2	-
	2.57	1.8	-
Metamórficas			
Gneis	2.74	0.3	45
Esquisto	2.85	0.4	38
Anfibolita	3.02	0.4	35
Pizarra	2.74	0.5	20
Cuarcita	2.69	0.3	28
Mármol	2.63	0.2	47
Serpentina	2.62	0.9	19

*Después de inmersión en agua a la temperatura y presión atmosféricas

BIBLIOGRAFIA

1. Hidráulica de Ríos Y Procesos Morfológicos, de Tomás Ochoa Rubio, Año 2011, Ecoe Ediciones.
2. Mecánica De Suelos Practica Ing. Carmen Terreros De Varela. 2da Edición Mejorada. ESPOL
3. “Informe Geológico Para El Diseño De La Cimentación Del Puente Camarones Ubicado Sobre El Rio Quevedo En La Vía Fumisa – Los Vergeles”, Ing. Gastón Proaño, Master en Ciencias Geológicas, Octubre/2006.
4. Estudio Hidrológico Para Obras De Protección. Capítulo 3 Del Manual De Ingeniería De Ríos. UNAM
5. Mapa General De Suelos Del Ecuador, Sociedad Ecuatoriana De La Ciencia Del Suelo, Agosto/1986.

6. "Protección de Cauces", Ing. Javier Valencia, UNICAGUA, 2003.

7. REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE MINERIA, Decreto Ejecutivo # 119, Publicado en el Registro Oficial Suplemento # 67 Fecha: 16-11-2009.

8. Mop-001-F-2002. Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos Y Puentes.

9. REGLAMENTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES MINERAS. Decreto Ejecutivo 625, Registro Oficial 151 de 12 de Septiembre de 1997.

10. Mapa De Ubicación De Minas De Material Pétreo Solicitadas Para Libre Aprovechamiento Ante La Subsecretaria De Minas Del Litoral, Gobierno Provincial De Los Ríos. Julio/2012.