



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACION
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

VÍAS

TEMA:

**EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
EN LA VIA DE ACCESO A LA COMUNA DE CASAS VIEJAS UBICADO
EN EL KM 22.5 VIA A LA COSTA.**

AUTOR

ANA ALEXANDRA ORTEGA ZAPATA

TUTOR

ING. CIRO ANDRADE NUÑEZ, M.Sc.

2016

GUAYAQUIL – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien es mi guía espiritual y me dado las fuerzas para lograr esta meta.

A mis padres Jose Ortega Albarracín y Anita Zapata Yacelga, por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme que todo lo que uno se propone lo puede conseguir con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos Pedro, Cristina y David, que de una u otra forma han estado pendiente en la culminación de mi carrera.

A los maestros quienes nos brindaron sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Ana Alexandra Ortega Zapata

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación es dedicado a las dos personas que Dios permitió que sean mis padres Jose Ortega y Anita Zapata quienes son mis pilares fundamentales en cada meta trazada.

A mis hermanos, quienes me han brindado su ayuda incondicional a lo largo de mi carrera.

A mis sobrinas Noelly, Jennifer, Danna y Sofía, quienes con sus ocurrencias me alientan para lograr una de mis metas.

A Patricio Suarez, que en el transcurso de la carrera me dio su apoyo y confianza.

A mis tíos, primos, amigos y compañeros de trabajo que han aportado un granito de arena para poder realizar el proyecto de investigación.

Ana Alexandra Ortega Zapata

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Eduardo Santos B. M.SC
DECANO

Ing. Ciro Andrade Núñez M.SC
TUTOR

Ing. Humberto Guerrero M.SC
VOCAL

Ing. Julio Vargas M.SC
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

Art. XI.- del reglamento de graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Física de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual corresponde a la Universidad de Guayaquil.

Ana Alexandra Ortega Zapata

C.I.: 0928942408

INDICE GENERAL

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Ubicación del proyecto.....	1
1.2 Objetivo General	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 Delimitación del tema.....	3
1.5 Planteamiento del problema.....	3

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Pavimento.....	4
2.2 Características que debe reunir un pavimento	4
2.3 Clasificación de los pavimentos.....	5
2.3.1 Pavimentos flexibles.....	5
2.4 Función y características de las diversas capas de un pavimento	5
2.4.1 Terreno de fundación.	5
2.4.2 Subbase.....	6

2.4.3	Base	7
2.4.4	Capa de rodamiento.....	7
2.5	Tráfico.....	7
2.5.1	Trafico promedio diario anual.....	7
2.6	Clasificación de las vías de acuerdo al tráfico	8

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1	Introducción	9
3.1.1	Trabajo de campo.	9
3.1.2	Trabajo de laboratorio.	10
3.1.3	Trabajo de gabinete.	10
3.1.4	Trabajos de investigación.....	10
3.1.5	Diseño de pavimento.....	11

CAPITULO IV

EVALUACIÓN VIAL

4.1	Estructura de la Vía Existente.....	12
4.2	Estudio de Suelos Existentes	13

4.3 Comparación de los resultados de laboratorio versus el MOTP	14
4.4 Conteo de tráfico	15
4.4.1 Cálculo del TPD.	16
4.4.2 Cálculo del Tráfico promedio diario semanal (TPDS).....	18
4.4.3 Cálculo del Tráfico promedio diario anual (TPDA).	18
4.4.4 Tráfico futuro.	22
4.5 Clasificación del camino	25
4.6 Ejes equivalentes.....	26
4.7 Factor de distribución por dirección	27
4.8 Factor de distribución por carril.....	27
4.9 Determinación del cálculo de los Esal's	28
4.9.1 Cálculo del Factor de Equivalencia.	29
4.10 Diseño de pavimento flexible	30
4.10.1 Confiabilidad del diseño (R%).....	31
4.10.2 Desviación estándar.....	32
4.10.3 Módulo resiliente (Mr).	33
4.10.4 Coeficientes de pavimento.....	33

4.10.5	Coeficiente de drenaje (Cd).....	34
4.10.6	Nivel de serviciabilidad.....	34
4.10.7	Diseño de pavimento flexible.....	35

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	39
5.2	Recomendaciones.....	40

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO	2
TABLA 2: CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	8
TABLA 3: RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	14
TABLA 4: COMPARACIÓN RESULTADOS DE LABORATORIO VS MTOP.....	15
TABLA 5: DÍAS DE CONTEO DE VEHÍCULO.....	17
TABLA 6 : FACTOR ESTACIONAL MENSUAL.....	19
TABLA 7: FACTOR DE AJUSTE DIARIO	20
TABLA 8: COMPOSICIÓN DE TRÁFICO	21
TABLA 9: COMPOSICIÓN DE TRAFICO ASIGNADO	23
TABLA 10: TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO	24
TABLA 11: RELACIÓN FUNCIÓN, CLASE MTOP Y TRAFICO	26
TABLA 12: FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL	27
TABLA 13: DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO	28
TABLA 14: FACTOR DE EQUIVALENCIA.....	29
TABLA 15: CALCULO DE FACTOR DE EQUIVALENCIA	30
TABLA 16: ESAL´S DE DISEÑO	30
TABLA 17: NIVELES DE CONFIABILIDAD R	32
TABLA 18: DESVIACIÓN ESTÁNDAR So.....	32
TABLA 19: COEFICIENTE DE PAVIMENTO	33
TABLA 20: COEFICIENTE DE DRENAJE.....	34
TABLA 21: SERVICIABILIDAD INICIAL Po	35
TABLA 22: SERVICIABILIDAD FINAL PT.....	35
TABLA 23 : PARÁMETROS DE DISEÑO	36
TABLA 24: DISEÑO DE PAVIMENTO	38

INDICE DE ILUSTRACION

ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO COMUNAS DE CASAS VIEJAS.....	1
ILUSTRACIÓN 2: SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA EXISTENTE DE COMUNA DE CASAS VIEJAS.....	12
ILUSTRACIÓN 3: VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO	16
ILUSTRACIÓN 4: CÁLCULO DE SN TERRENO NATURAL	36
ILUSTRACIÓN 5: CÁLCULO DE SN SUBBASE	37
ILUSTRACIÓN 6: CÁLCULO DE SN BASE.....	37

INTRODUCCION

El presente proyecto de investigación “Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón en el km 22.5 vía a La Costa, está orientado a gestionar los requerimientos de los habitantes que se encuentran situados en el sector y se encuentra desarrollado en los siguientes capítulos.

Capítulo I

Contiene la ubicación del proyecto, objetivo general, objetivos específicos, planteamiento del problema, delimitación del problema.

Capitulo II

Contiene el marco teórico que no es otra cosa que la conceptualización de los diversos parámetros que se utilizan para desarrollar el proyecto tales como concepto de pavimento, las características que debe tener un pavimento, la clasificación de los pavimentos, conceptos de los materiales que conforman una estructura de pavimento flexible como terreno de fundación, subbase, base y capa de rodamiento.

Para el desarrollo del proyecto también es necesario considerar como los conceptos de tráfico, tráfico promedio diario anual y la clasificación de las vías.

Capitulo III

Es la metodología para el desarrollo del proyecto el mismo que está relacionado con los trabajos de campo, laboratorio de suelo, oficina, investigación y el diseño de pavimento el mismo que nos ayudara a obtener un diseño optimo basado en las

normas de la AASHTO 93, Ministerio de Transportes y Obras Públicas, Prefectura del Guayas entre otros.

Capítulo IV

Uno de los puntos más importantes en la realización del proyecto ya que este capítulo es la evaluación vial el mismo que está relacionado a la obtención de los resultados obtenidos en laboratorio, del conteo de tráfico, la obtención de los Esal's y del diseño del pavimento flexible.

Capítulo V

Como último capítulo se basa en las conclusiones obtenidas de la evaluación vial (Capítulo IV) y de las recomendaciones que se dará en mejora del proyecto en estudio.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Ubicación del proyecto

El proyecto en estudio se encuentra asentado en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón en el km 22.5 vía a La Costa como se muestra en la Ilustración 1.- Ubicación del proyecto.

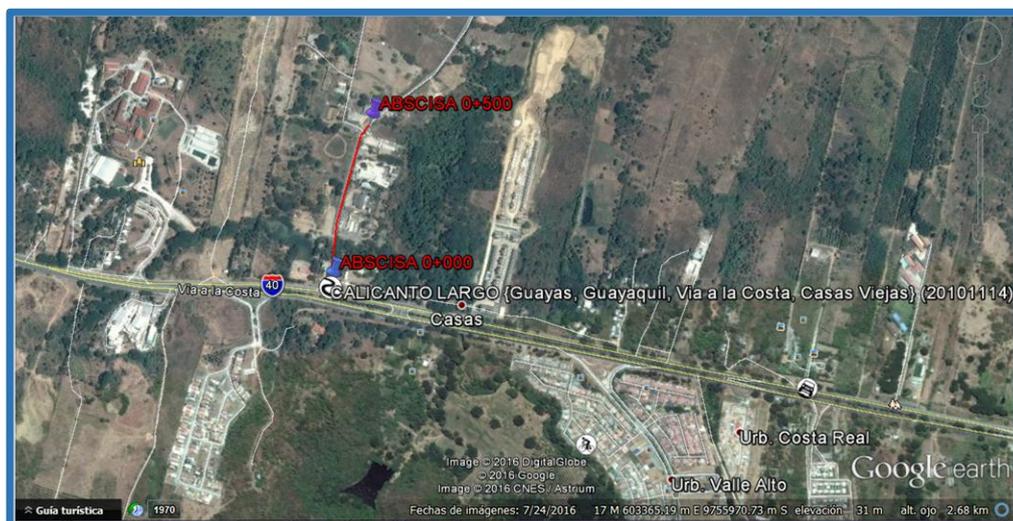


Ilustración 1: Ubicación del proyecto Comunas de Casas Viejas
Fuente: Google Earth

El tramo de vía a evaluar tiene una longitud de 500 metros. Las coordenadas inicial y final son las detalladas en la tabla 1.- Coordenadas de ubicación del proyecto.

Tabla 1: Ubicación del proyecto

ABSCISA	NORTE (Y)	ESTE (X)
0+000	9755985.00	603342.00
0+500	9756386.00	603044.00

Elaborado por: Ana Ortega

1.2 Objetivo General

Evaluar el estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón en el km 22.5 vía a La Costa, para proponer un nuevo diseño de pavimento flexible con el fin de dar un mejor servicio a los moradores del sector.

1.3 Objetivos específicos

- Realizar calicata y los respectivos estudios de suelos con el fin de analizar las capas que la conforman actualmente la vía y si cumplen con los parámetros establecidos en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Realizar un conteo de tráfico vehicular de manera manual para obtener el volumen vehicular que actualmente tiene la vía, y determinar las cargas de tránsito para calcular los ESAL'S que se requiere para el dimensionamiento de la estructura del pavimento.
- Proponer un diseño de pavimento flexible utilizando el método de la AASTHO 93.

1.4 Delimitación del tema

La evaluación se presenta en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas en la parroquia Chongón, el proyecto en estudio tiene una longitud de 500 metros con un ancho de calzada de 7.00 metros, cuenta con dos carriles uno de ingreso y uno de salida con un ancho de 3.50 metros cada uno, la misma que va desde la abscisa 0+000 quien se intersecta con el km 22.5 vía a La Costa hasta la abscisa 0+500.

En nuestro proyecto de estudio nos limitaremos a evaluar dos puntos que pueden ser los causantes principales en el daño de nuestra vía.

Como primer punto verificar si el tráfico que tiene actualmente la vía de estudio influye con el daño de la estructura del pavimento flexible del proyecto de investigación.

Como segundo punto se tomara una calicata y se realizara los respectivos ensayos de laboratorio para verificar si las capas que actualmente tiene la vía cumplen con las especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes y Obras Públicas.

1.5 Planteamiento del problema

Debido a la masiva circulación de vehículos pesados en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón en el km 22.5 vía a La Costa se presentan fallas en el pavimento flexible, ocasionando baches, piel de cocodrilo, hundimientos, fisuras longitudinales y transversales. Esto origina a que la vía en estudio tenga una baja serviciabilidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Montejo, 2002, pág. 1)

2.2 Características que debe reunir un pavimento

(Montejo, 2002, págs. 1-2) indica:

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tienen una decisiva influencia en la seguridad vial. Además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas de drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.

2.3 Clasificación de los pavimentos

“En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semi – rígidos o semi - flexibles, pavimento rígido y pavimento articulados” (Montejo, 2002, pág. 2)

2.3.1 Pavimentos flexibles.

“Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra” (Montejo, 2002, pág. 2)

2.4 Función y características de las diversas capas de un pavimento

2.4.1 Terreno de fundación.

De su capacidad de soporte depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido.

- Si el terreno de fundación es pésimo (CBR < 5%), debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.
- Si el terreno de fundación es malo (CBR 5% al 10%), habrá de colocarse una subbase de material seleccionado antes de poner la base.
- Si el terreno de fundación es regular o bueno (CBR 15% al 30%) podría prescindirse de la subbase.
- Si es excelente, podría prescindirse de la subbase (CBR > 40%) y la base.

(Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. p 162)

2.4.2 Subbase.

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante. Tiene por objeto:

- Servir de drenaje al pavimento.
- Controlar, e eliminar en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad, perjudiciales que pudiera tener el material de la subrasante.
- Controlar la ascensión capilar del agua que proviene de las capas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegido así el pavimento contra hinchamientos que se producen en épocas heladas.

El material de la subbase debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, granzón, escoria de altos hornos o residuos de materiales de cantera. En algunos casos es posible emplear para subbase el material de la subrasante

mezclado con granzón, cemento, etc. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, p.162),

2.4.3 Base

“Finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, y además repartir uniformemente estos esfuerzos a la subbase y el terreno de fundación” (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, p.163).

2.4.4 Capa de rodamiento.

Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar parcial o totalmente las capas inferiores. Además evita que se desgaste o se desintegre la base por el tránsito de los vehículos” (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, p.164).

2.5 Tráfico

El tránsito vehicular o automovilístico (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

El diseño de una vía o de un tramo debe basarse entre otras informaciones en los datos del tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber.

2.5.1 Trafico promedio diario anual.

Es la unidad de medida del volumen de transito que circula por una carretera.

Para el cálculo del TPDA se debe considerar lo siguiente:

- Si la vía cuenta con un solo sentido el tráfico será contado en ese mismo sentido.
- Si la vía tiene dos sentidos, se tomara el volumen de tráfico en las dos direcciones.
- en autopistas, se calcula el TPDA para cada sentido de circulación de vehículos ya que en ella intervienen el flujo direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la carretera, esto determina la composición y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo periodo.

2.6 Clasificación de las vías de acuerdo al tráfico

En el diseño de las vías se recomienda la siguiente clasificación en función del pronóstico de tráfico en un tiempo de 15 a 20 años, como se aprecia en la Tabla 2.- Clasificación de la carretera.

Tabla 2: Clasificación de la carretera

FUNCION	CLASE VIA (SEGÚN MTOP)	TRAFICO PROYECTADO
Corredor	RI - RII (2)	> 8000
	I	3000 - 8000
Arterial	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
Colectora	IV	100 - 300
Vecinal	V	< 100

Fuente: MTOP

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Introducción

En la vía de estudio se tomaran en consideración los siguientes parámetros:

- Trabajo de campo
- Trabajo de laboratorio
- Trabajo de gabinete
- Trabajo de investigación
- Diseño de pavimento

3.1.1 Trabajo de campo.

Para ejecutar este primer punto debemos realizar lo siguiente:

- Una inspección visual del proyecto en estudio para evaluar su estado actual.
- Se realizara una calicata para determinar la composición de la estructura del pavimento flexible.
- Se realizara un conteo de tráfico vehicular manual en un periodo de 4 días.

3.1.2 Trabajo de laboratorio.

Luego de a ver extraído la muestra de suelo en el proyecto en estudio, esta será llevada al laboratorio de suelos de la Universidad de Guayaquil y realizaremos los respectivos ensayos. Entre los ensayos que ejecutaremos son:

- Límite de atterberg
- Limite liquido
- Limite plástico
- Índice de plasticidad
- Granulometría
- Proctor
- CBR

3.1.3 Trabajo de gabinete.

Una vez que obtenido el conteo de tráfico manual, realizaremos el cálculo del tráfico promedio diario anual TPDA, la composición de los vehículos.

Con los trabajos realizados en el laboratorio procederemos a evaluar la estructura del pavimento (Subrasante, mejoramiento y grava).

3.1.4 Trabajos de investigación.

En los labores de investigación se irán desarrollando conforme a las diferentes etapas establecidas en la metodología, se buscara las mejores alternativas en cuanto a libros, páginas web quienes nos ayudaran a obtener un resultado óptimo.

3.1.5 Diseño de pavimento.

Para el diseño de un pavimento flexible utilizaremos el método de la AASHTO 93 la cual se deben considerar los siguientes parámetros:

- Cálculo de los esal's
- Confiabilidad de diseño (R%)
- Desviación estándar (So)
- Coeficiente de pavimento
- Coeficiente de drenaje (Cd)
- Nivel de serviciabilidad

CAPITULO IV

EVALUACIÓN VIAL

4.1 Estructura de la Vía Existente

La vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas en la parroquia Chongón en el km 22.5 vía a La Costa cuenta con dos carriles cada uno de 3.50 metros como se presenta en la Figura 2.- Sección típica de la vía existente.

La estructura del pavimento flexible existente es la siguiente:

- Carpeta asfáltica 5 cm
- Grava 20 cm
- Material de mejoramiento 70 cm

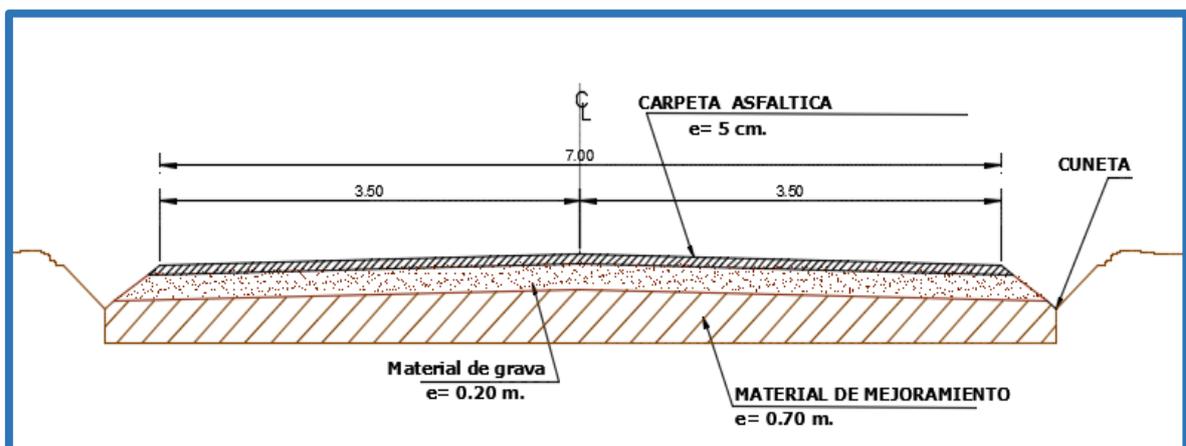


Ilustración 2: Sección típica de la vía existente de Comuna de Casas Viejas

Elaborado por: Ana Ortega

4.2 Estudio de Suelos Existentes

Se realizó una calicata en la abscisa 0+300 para observar las capas que cuenta actualmente el pavimento existente.

Se obtuvo muestras de suelos de las capas existentes, se cabe mencionar que la estructura de pavimento flexible cuenta con: una capa de material de mejoramiento, una de grava y una capa de rodadura, se determina que en la vía no tiene capa de sub base y base.

Luego de sacar las muestras se las llevó al laboratorio de Rufilli, en donde se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Límites de atterberg.
- Proctor
- Granulometría
- CBR

Una vez realizado los ensayos de laboratorio obtuvimos los siguientes resultados la misma que se detalla en la tabla 3.- Resultados de los ensayos de laboratorio.

Tabla 3: Resultado de los ensayos de laboratorio

Abscisa		0+300		
Ensayo	Grava	Mejoramiento	Subrasante	
Limite Liquido	35%	35%	32.10%	
Limite Plástico	26.90%	26%	12.40%	
Índice Plástico	8.05%	8.91%	19.75%	
Proctor	Densidad seca	1790	1715.02	1827.31
	% de humedad	9.04%	10.52%	12.74%
CBR	62%	20%	7.90%	

Elaborado por: Ana Ortega

4.3 Comparación de los resultados de laboratorio versus el MOTP

En la tabla 4 Comparación resultados de laboratorio vs Mtop, se puede observar que el material de mejoramiento que actualmente tiene la vía de estudio cumple con los parámetro indicado en el MTOP el mismo que establece que el índice plasticidad debe ser menor igual a 9% y el CBR debe ser mayor igual al 20% dándonos como resultado en laboratorio un IP= 8.91% y un CBR= 20%.

En la tabla 4 Comparación resultados de laboratorio vs Mtop, se puede observar que el material que actualmente tiene la vía de estudio es una grava, la cual no cumple como un material de base o subbase según los parámetro indicado en el MTOP, dándonos como resultado en los ensayos de laboratorio un Ip= 8.05% y un CBR= 62%.

Tabla 4: Comparación resultados de laboratorio vs MTOP

Abscisa	0+300			PARAMETROS MTOP	
	Grava	Mejoramiento	Subrasante	Mejoramiento	Subrasante
Ensayo					
Limite Liquido	35%	35%	32.10%	< 35%	
Limite Plástico	26.90%	26%	12.40%		
Índice Plástico	8.05%	8.91%	19.75%	< 9%	
Proctor					
Densidad seca	1790	1715.02	1827.31		
% de humedad	9.04%	10.52%	12.74%		
CBR	62%	20%	7.90%	>= 20%	>= 10%

Elaborado por: Ana Ortega

4.4 Conteo de tráfico

El estudio de tráfico se lo ejecutara con el objetivo de cuantificar, clasificar y determinar el volumen vehicular que transitan en la vía de estudio.

Este es uno de los parámetros principales para la evaluación de una carretera para clasificarla según las normas de la construcción.

Con los trabajos realizados en campo obtuvimos lo siguiente:

- Composición del tráfico
- Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA)
- El cálculo de los Esal's

El conteo de tráfico manual se lo realizo en los días 27, 28,29 y 30 de Mayo del 2016 (Viernes, Sábado, Domingo y Lunes) en el horario de 7:00 am hasta las 16:00 pm.

En la ilustración 3.- Variación diaria del volumen podemos observar que el día de mayor influencia vehicular es el lunes 30 de mayo con un volumen vehicular de 741 vehículos.

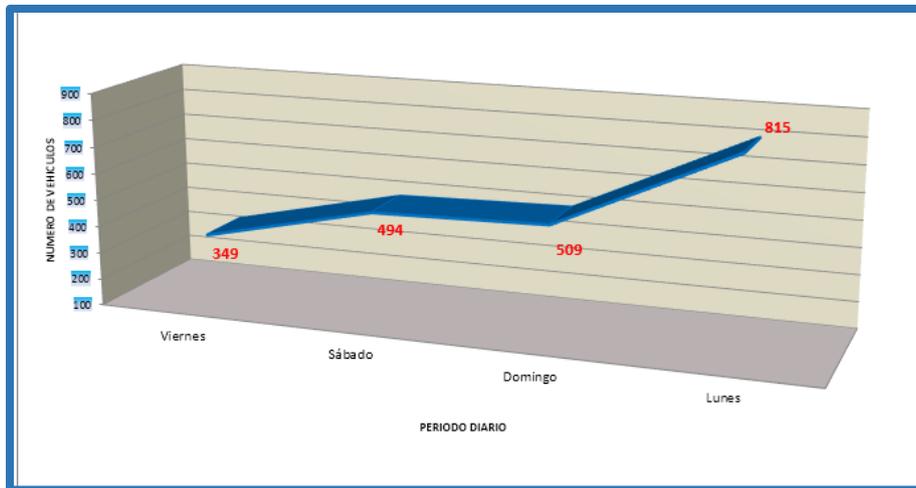


Ilustración 3: Variación diaria del volumen de tránsito

Elaborado por: Ana Ortega

4.4.1 Calculo del TPD.

Para la obtención del tráfico promedio diario se utiliza la siguiente formula:

$$TPD = \frac{\text{Cantd. total de vehiculos}}{\text{Nº dias de conteo}}$$

Fórmula 1.- Trafico promedio diario

En la tabla 5.- Días de conteo de vehículos se muestra la cantidad total de vehículos que ingresan a la Comuna de Casas Viejas y los que salen a la vía principal km22.5 vía a La Costa.

Tabla 5: Días de conteo de vehículo

Descripción	Fecha	Días	N° Total de Vehículos
 Ingreso a La Comuna de Casas Viejas	27/05/2016	Viernes	191
	28/05/2016	Sábado	264
	29/05/2016	Domingo	278
	30/05/2016	Lunes	423
Nª TOTAL VEH. (1)			1156

Descripción	Fecha	Días	N° Total de Vehículos
 Retorno a la vía principal Km 22.5 vía a La Costa	27/05/2016	Viernes	158
	28/05/2016	Sábado	230
	29/05/2016	Domingo	231
	30/05/2016	Lunes	392
Nª TOTAL VEH. (2)			1011

Descripción	FECHA	Días	N° Total de Vehículos
Ingreso a La Comuna de Casas Viejas - Retorno a la vía principal Km 22.5 vía a La Costa	27/05/2016	Viernes	349
	28/05/2016	Sábado	494
	29/05/2016	Domingo	509
	30/05/2016	Lunes	815
Nª TOTAL VEH. (1+2)			2167

Elaborado por: Ana Ortega

N° días de conteo = 4

Cantidad total de vehículos = 2167

$$TPD = \frac{\text{Cantd. total de vehiculos}}{\text{N° días de conteo}}$$

$$TPD = \frac{2167}{4}$$

$$TPD = 541.75$$

4.4.2 Calculo del Tráfico promedio diario semanal (TPDS).

Para el cálculo del tráfico promedio diario semanal empleamos la siguiente formula:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{De}{m}$$

Fórmula 2.- Trafico promedio diario semanal

Donde:

TPDS: trafico promedio diario semanal

Σ : Sumatoria

Dn : Días normales (Lunes, martes, miércoles, jueves y viernes).

De : Días feriados (sábado y domingo).

M : Números de días que se realizó el conteo de tráfico vehicular.

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{349 + 815}{2} + \frac{2}{7} * \sum \frac{494 + 509}{2}$$

$$TPDS = 559$$

4.4.3 Calculo del Tráfico promedio diario anual (TPDA).

Para la obtención del TPDA se necesita del TPDS y de los siguientes factores:

- Factor estacional mensual

- Factor de ajuste diario

4.4.3.1 Factor estacional mensual

El factor de estación mensual (Fm) se basa en el consumo de combustible de la provincia del Guayas del mes de Mayo.

Para este mes se obtiene de la tabla 6 factores de ajuste mensual del año 2011 por mes y provincia.

Tabla 6 : Factor estacional mensual

Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Fuente: Prefectura del Guayas

F_m (Mayo) = 1.012 mes de periodo de conteo.

4.4.3.2 Ajuste por variación diaria de los volúmenes en la semana

El factor de ajuste diario (Fd), es el tráfico promedio diario semanal entre el tráfico diario obtenido por los días de conteo realizado ver **tabla 7.- factor de ajuste diario**.

Datos:

TPDS = 559

TD (viernes) = 349

TD (sábado) = 494

TD (domingo) = 509

TD (lunes) = 815

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

Fórmula 3.- Factor diario

$$Fd (\text{viernes}) = \frac{559}{349}$$

$$Fd (\text{viernes}) = 1.60$$

Tabla 7: Factor de ajuste diario

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO DURANTE 12 H (TD)	FACTOR DIARIO (TPDS/TD)
27/05/2016	Viernes	349	1.602
28/05/2016	Sábado	494	1.132
29/05/2016	Domingo	509	1.098
30/05/2016	Lunes	815	0.686
TOTAL		2167	1.129

Elaborado por: Ana Ortega

Debido a que hubo interrupción durante los días de conteo de tráfico el factor de ajuste diario es 1.13 (ambos sentidos).

La fórmula para la obtención del TPDA es la siguiente:

$$TPDA = TPDS * Fm * Fd$$

Fórmula 4.- Trafico promedio diario anual

$$TPDA = 559 * 1.012 * 1.1294$$

$$TPDA \text{ (existente)} = 638.91 \text{ Vehículos mixtos}$$

En la tabla 8.- composición de tráfico desglosa la cantidad de vehículos y su porcentaje que pertenece al tipo de vehículos que tiene actualmente la vía en estudio.

Tabla 8: Composición de tráfico

Tipos de Vehículos	Cantidad total de vehículos	Cantidad promedio diario	% Vehículos	% Tipo de Vehículos
LIVIANOS	347.01	86.75	54.32%	83.94%
BUSETA	0.00	0.00	0.00%	
BUSES	6.19	1.55	0.97%	0.97%
C2P ² EJES	9.14	2.28	1.43%	
C2G ² EJES	10.32	2.58	1.62%	
CAMIONES V3A ³ EJES	17.98	4.50	2.81%	15.09%
C3-S1 ³ EJES	17.39	4.35	2.72%	
C2-S1 ³ EJES	27.12	6.78	4.25%	
C2-S2 ⁴ EJES	14.45	3.61	2.26%	
TOTAL	639.00	15972%	100%	100%

Elaborado por: Ana Ortega

4.4.4 Tráfico futuro.

El pronóstico del volumen de tráfico futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilizar en la carretera existente.

Para la proyección del tráfico futuro previamente se debe obtener el valor del tráfico asignado, según la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{T.P.D.A. existente} + \text{TG}$$

Fórmula 5.- Tráfico asignado

$$\text{TPDA (existente)} = 639 \text{ Vehículos mixtos}$$

Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

$$\text{Tgenerado} = \text{TPDA (existente)} \times 25\% \text{ (tasa de crecimiento)}$$

Fórmula 6.- Tráfico generado

$$\text{Tgenerado} = 638.91 \times 0.25$$

$$\text{Tgenerado} = 159.73$$

Para la evaluación del tráfico futuro se debe obtener el tráfico desarrollado que es el incremento del volumen de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito generado, el tránsito desarrollado continúa actuando por muchos años después de la nueva carretera ha sido puesta en servicio.

$$T_{\text{desarrollado}} = TPDA (\text{existente}) \times 5\%$$

Fórmula 7.- Tráfico desarrollado

$$T_{\text{desarrollado}} = 638.91 \times 0.05$$

$$T_{\text{desarrollado}} = 31.95$$

Para el cálculo del tráfico futuro se debe considerar el cálculo del tráfico asignado que es igual a:

$$T_{\text{asignado}} = TPDA (\text{existente}) + T_g + T_d$$

Fórmula 8.- Tráfico asignado

$$T_{\text{asignado}} = 638.91 + 159.73 + 31.95$$

$$T_{\text{asignado}} = 830.59 \text{ vehículos mixtos ambos sentidos}$$

En la tabla 9.- composición de tráfico asignado se detallan el % de vehículos para cada tipo de vehículos.

Tabla 9: Composición de Tráfico asignado

DESCRIPCION	TOTAL VEHICULOS	% DE VEHICULOS
Automóvil	451.13	54.31%
Camioneta	246.07	29.63%
Bus	8.05	0.97%
C2P	11.88	1.43%
C2G	13.42	1.62%
V3A	23.38	2.81%
C3-S1	22.61	2.72%
C2-S1	35.26	4.25%
C2-S2	18.78	2.26%
TOTAL	830.58	100%

Elaborado por: Ana Ortega

Con el tráfico asignado se realiza la proyección del tráfico y su composición hasta los 20 años, según la siguiente expresión:

$$T_{\text{futuro}} = T_{\text{asig.}} \cdot (1 + i)^n$$

Fórmula 9.- Tráfico futuro

T_{futuro} = Tráfico futuro o proyectado

T_{asig} = Tráfico asignado

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Periodo de proyección, expresado en años

Las tasas anuales de crecimiento son las manejadas en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas Área de Factibilidad la misma que se presenta en la tabla 10 Tasa de crecimiento anual de tráfico:

Tabla 10: Tasa de crecimiento anual de tráfico

TIPO DE VEHICULOS	AÑOS DE PROYECCION			
	2016-2021	2021-2026	2026-2031	2031-2036
LIVIANOS	4.21%	3.75%	3.37%	3.06%
BUSES	2.24%	1.99%	1.80%	1.63%
CAMIONES LIVIANOS	2.52%	2.24%	2.02%	1.84%
CAMIONES PESADOS	2.52%	2.24%	2.02%	1.84%

Fuente: MTOP

Posteriormente, se procedió a proyectar el TPDA asignado de la vía en estudio, considerándose desde el año 2016 un período de 20 años.

En anexo se incluirá los cálculos del Tráfico futuro o proyectado donde se desglosa la cantidad de vehículos por cada tipo sean estos livianos, camiones livianos y camiones pesados.

Cálculo de tráfico futuro:

$$T_{\text{futuro}} = T_{\text{asig.}} (1 + i)^n$$

Fórmula 10.- Tráfico futuro

n= 1 año (2016-2017)

$$T_{\text{asignado automóviles}} = 451.13$$

$$T_{\text{futuro}} = 451.13 (1 + 3.75\%)^1$$

$$T_{\text{futuro}} = 451.13 (1.375)^1$$

$$T_{\text{futuro}} = 468.05 \text{ vehículos mixtos ambos sentidos}$$

4.5 Clasificación del camino

El Ministerio de Transporte y Obras Publicas nos ayudan a clasificar la vía por medio del TPDA. La clasificación la vía en estudio se la puede determinar en la tabla 11.- Relación función, clase MTOP y Trafico.

Tabla 11: Relación función, clase MTOP y Trafico

Función	Clase Carretera (según MTOP)	TPDA Año final de diseño
Corredor	RI - RII (2)	>8000
Arterial	I	3000-8000
	II	1000-3000
Colectora	III	300-1000
	IV	100-300
Vecinal	V	<100

Fuente: MTOP

Con el $TPDA_f = 1534.23$ vehículos en ambos carriles podemos indicar que nuestra vía de estudio es arterial de II orden.

4.6 Ejes equivalentes

Las carreteras son proyectadas para un tiempo determinado de vida útil.

Con el método de la AASHTO 93, los ejes con diferentes magnitudes y número de repeticiones se convierten a un número de repeticiones equivalentes de carga de un eje estándar que causa el mismo daño al pavimento. La carga seleccionada del eje estándar es de 18.000 libras (80Kn), aplicada por un eje simple con ruedas dobles en los extremos. Esal's es el número equivalente de repeticiones de carga de un eje estándar de 18.000 libras (80 Kn) que causan el mismo daño al pavimento producido por la repetición del eje de estudio. (Carlos Hernando Higuera Sandoval, Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos, 2012, pág. 220).

4.7 Factor de distribución por dirección

Por lo general el factor a considerar es de 0.50, es decir que cada carril representa un 50%, pero en alguno de los casos puede variar y en una dirección se considera un porcentaje mayor.

4.8 Factor de distribución por carril

El proyecto de estudio está constituida por dos carriles conforme a la tabla 12.- Factor de distribución por carril a considerar 100.

Tabla 12: Factor de distribución por carril

Número de carriles de cada dirección	% de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: AASHTO,1993,p II-9

4.9 Determinación del cálculo de los Esal's

Tabla 13: Distribución de tráfico

TIPOS DE VEHICULOS	COMPOSICION % Vehículos	Número de Vehículos (A)	CANTIDAD		CARGAS MAXIMAS ESTIMADAS			TRANSITO ACUMULADO %					
			Factor de Distribución por Carril (F.D.C) (B)	Total de Vehículos C= AXB	Condiciones de carga	Delantero	Intermedio		Trasero				
LIMANOS		83.94 %	1,288	1.00	1,287.85	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	1.0	(Simple)	3.0	27.45		
BUSES		0.97%	15	1.00	14.87	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	6.5	(Simple)	12.0	12.67		
C2DA	2 EJES 	1.43 %	22	1.00	21.95	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	3.0	(Simple)	7.0	14.60		
C2DB	2 EJES 	1.62 %	25	1.00	24.78	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)	11.0	14.60		
V3A	2 EJES 	2.81 %	43	1.00	43.19	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	7.0	(Tandém)	20.0	14.60		
C3-S1	3 EJES 	2.72 %	42	1.00	41.77	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	7.0	(Tandém)	20.0	(Simple)	11.0	14.60
C2-S1	3 EJES 	4.246 %	65	1.00	65.14	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)	11.0	(Simple)	11.0	14.60
C2-S2	3 EJES 	2.261 %	35	1.00	34.69	W _{vac} W _{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)	11.0	(Tandém)	20.0	14.60
Totales:		100.00%	1,534.23		1,534.23								

Nomenclatura:

W _{carg} : Vehículo Cargado	T.P.D(Tráfico promedio diario inicial) =	1,534.23	n(período de diseño) =	20	
W _{vac} : Vehículo Vacios.	Nº de carriles	1	Ambos Sentidos	F.D.C =	100 %
	r(rata anual de crecimiento promedio) =	3.06%	1.63%	T.A(tránsito acumulado) =	((1+r) ⁿ -1) / Ln(1+r)
	MTOP	1.84%	1.84%		

Elaborado por: Ana Ortega

➤ **Calculo Tráfico de Diseño**

$$\text{Tráfico de Diseño} = \text{Numero de Ejes} \times F_c \times 365 \text{ días}$$

Fórmula 11.- Trafico de diseño

$$\text{Tráfico de Diseño} = 1287.85 \times 27.45 \times 365$$

$$\text{Tráfico de Diseño} = 12, 903,291.11$$

4.9.1 Cálculo del Factor de Equivalencia.

En la tabla 14.- Factor de equivalencia se deberá realizar la interpolación para obtener los valores de 2.2 Kips ya que en las tablas establecidas por la AASHTO 93 no dan el valor para 2.2 kips.

Tabla 14: Factor de equivalencia

Carga Axial kips	KN	SN pulg / (mm)	
		1	3
		25.4	76.2
2	8.9644	0.0004	0.0003
2.2	9.86084	0.0007	0.0007
2.5	11.2055	0.0011	0.0012
3	13.4466	0.0017	0.0022
4	17.9288	0.0030	0.0040

Elaborado por: Ana Ortega

Valor de interpolación: 2.2

Tabla 15: Calculo de factor de equivalencia

DESCRIPCION	SN	VALOR
A=	2	0.0003
B=	4	0.004
C= B-A	2	0.0037
D = E-A	0.2	0.00037
E=A+D	2.2	0.00067

Elaborado por: Ana Ortega

Tabla 16: Esal's de diseño

Peso Ejes		Número de Ejes (C)	Factores de Crecimiento (D)	Tráfico de Diseño E= CXDX365	Factor de Equivalencia PT 2.5 ; SN = 3 (F)	ESAL's de Diseño G = E X F
Ton	Kips					
1.00	2.2	1287.85	27.45	12,903,291.11	0.000670	8,645.21
3.0	6.6	1309.79	12.67	6,057,189.34	0.027200	164,755.55
6.5	14.3	14.87	12.67	68,767.06	0.436050	29,985.88
7.0	15.4	231.51	14.60	1,233,716.79	0.571900	705,562.63
11.00	24.3	231.51	14.60	1,233,716.79	3.273000	4,037,955.05
12.0	26.5	14.87	14.60	79,242.23	4.707500	373,032.80
Ejes Tandem						
20.00	44.09	119.65	14.60	637,622.546	3.016550	1,923,420
Total ESAL'S		3210.05		Total ESAL's de Diseño (H)		7,243,357
F.C = 1.00 (I)						
D = 0.50 (J)				ESAL's EN CARRIL DE DISEÑO (H X I X J) =		3,621,678.704

Elaborado por: Ana Ortega

4.10 Diseño de pavimento flexible

Todo pavimento flexible cuenta con la siguiente estructuración:

- Capa de rodadura (mezcla asfáltica)
- Subbase

- Base
- Material de mejoramiento.
- Terreno natural

Teniendo esto en consideración pasamos a la determinación de las variables de diseño de un pavimento flexible para la determinación de los espesores de las capas que lo conformarían.

En el diseño de un pavimento flexible para proceder con la comparación del pavimento existente y descartar el mal diseño de la estructura, se utilizara el método de la AASHTO 93 quien considera algunos parámetros que ayudaran en la durabilidad del pavimento.

Los espesores de la estructura de un pavimento se fundamentan en la determinación de las cargas equivalentes los Esal's.

Para proceder con el diseño debemos considerar lo siguiente:

- Confiabilidad del diseño (R%)
- Desviación estándar (So)
- Módulo resiliente (Mr)
- Coeficiente de drenaje (Cd)
- Nivel de serviciabilidad

4.10.1 Confiabilidad del diseño (R%).

Es una probabilidad en que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista dentro de su vida útil, bajo las condiciones que tiene lugar

en ese lapso en la tabla 17.- Niveles de confiabilidad R nos indica los valores a considerar en un zona urbana y rural dependiendo del tipo de camino.

Tabla 17: Niveles de confiabilidad R

Tipo de Camino	Confiabilidad Recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestales y autopistas	85 a 99.9	80 a 99.9
Arterias Principales	80 a 99	75 a 99
Colectoras	80 a 95	75 a 95
Locales	50 a 80	50 a 80

Fuente: AASHTO,1993,p II,9

En nuestro proyecto se tomara un nivel de confiabilidad de 85%.

4.10.2 Desviación estándar.

Es la composición entre a media del desvió de los datos con respecto al valor medio del comportamiento del pavimento, ver tabla 18.- Desviación estándar So.

Tabla 18: Desviación Estándar So

Proyecto de pavimento	Flexible	Rígido
Variación en la predicción del comportamiento sin errores en el transito	0.44	0.34
Variación en la predicción del comportamiento con errores en el transito	0.49	0.39

Fuente: AASHTO,1993

Para nuestro proyecto escogeremos $So = 0.46$

4.10.3 Módulo resiliente (Mr).

Es una propiedad elásticas de los suelos al someterla a ciclos repetidos y nos otorga la relación entre esfuerzo y la deformación de los materiales.

Se puede deducir mediante la ecuación de Potter y Cowell

$$2% < CBR < 12% \quad MR \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 180 (CBR)^{0.64}$$

$$12% < CBR < 80% \quad MR \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 225 (CBR)^{0.55}$$

Fórmula 12.- ecuación de Potter y Cowell

4.10.4 Coeficientes de pavimento.

La AASHTO 93 estableció valores constantes para las diferentes capas que componen una estructura de pavimento ver tabla 19.- Coeficientes de pavimento.

Tabla 19: Coeficiente de pavimento

Componente del pavimento	a1	a2	a3	a4
Capa de Rodadura (H.Asf.)	0.173			
Base material triturado		0.055		
Sub Base Material granular			0.043	
Mejoramiento				0.035

Fuente: AASHTO 1993

4.10.5 Coeficiente de drenaje (Cd).

El drenaje en los pavimentos flexibles se basa en la AASHTO 93, respecto al efecto que tiene el agua sobre la resistencia del material de la base y subrasante. El procedimiento que se usa es proveer un drenaje rápido del agua libre (no capilar) de la estructura del pavimento. Ver tabla 20 Coeficientes de drenaje.

Tabla 20: Coeficiente de drenaje

Coeficientes de drenaje	
Calidad de drenaje	M
Excelente	1.2
Bueno	1
Regular	0.8
Pobre	0.6
Muy pobre	0.4

Fuente: AASHTO 1993, p II-25

4.10.6 Nivel de serviciabilidad.

El índice de prestación de servicio (IPS) tiene en cuenta la serviciabilidad del pavimento. Se parte de una valor inicial para pavimentos flexibles de $P_o = 4.2$ y se determina el valor donde ocurre la falla funcional del pavimento $P_t = 2.2$, es decir que la pérdida del índice de serviciabilidad es de $IPS = 4.2 - 2.2 = 2.0$. Los valores de serviciabilidad inicial y final recomendados por la AASHTO. Ver tabla 21.- Serviciabilidad P_o y tabla 22.- Serviciabilidad final P_t .

Tabla 21: Serviciabilidad inicial Po

Tipo de pavimento	Serviciabilidad inicial
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO,1993,p II-10

Tabla 22: Serviciabilidad final Pt

Tipo de Vía	Serviciabilidad final
Autopistas	2.5-3.0
Carreteras	2.0-2.5
Zona Industrial	
Pavimento urbano principal	1.5-2.0
Pavimento urbano secundario	1.5-2.0

Fuente: AASHTO,1993,p II-10

Para el proyecto Comuna de Casas Viejas se seleccionará los siguientes valores:

- Serviciabilidad inicial: Po = 4.2.
- Serviciabilidad final: Pt: 2.5

4.10.7 Diseño de pavimento flexible.

Para realizar el diseño de pavimento flexible proyectado a 20 años se utilizaran la tabla 23 parámetros de diseño.

Tabla 23 : Parámetros de diseño

ITEMS	DESCRIPCION	VALOR
1	W18=	3621678.70
2	R=	85%
3	S0=	0.46
4	MR= Terreno de fundación	11922.54
5	MR= Subbase	20734
6	MR= Terreno base	35561
7	Po	4.2
8	Pt	2.5
9	Δ PSI=	1.7

Elaborado por: Ana Ortega

➤ **Calculo del número estructural del terreno natural**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' is set to '85 % Zr=-1.037' and 'So' is '0.46'. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial' as 4.2 and 'PSI final' as 2.5. 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr' 11922.54 psi. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 =' set to 3621678.70. The 'Número Estructural' section shows 'SN =' as 3.47. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Ilustración 4: Cálculo de SN terreno natural

Fuente: programa ecuación AASTHO 93

Elaborado por: Ana Ortega

➤ **Cálculo del número estructural del terreno de subbase**

Ecuación AASTHO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 85 % $Z_r = -1.037$ So: 0.46

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.5

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 20734 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W_{18}

$W_{18} = 3621678.70$

Número Estructural: SN = 2.81

Botones: Calcular, Salir

Ilustración 5: Cálculo de SN Subbase

Fuente: programa ecuación AASTHO 93

Elaborado por: Ana Ortega

➤ **Cálculo del número estructural del terreno de base**

Ecuación AASTHO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 85 % $Z_r = -1.037$ So: 0.46

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.5

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 35560.8 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W_{18}

$W_{18} = 3621678.70$

Número Estructural: SN = 2.28

Botones: Calcular, Salir

Ilustración 6: Cálculo de SN Base

Fuente: programa ecuación AASTHO 93

Elaborado por: Ana Ortega

Una vez obtenidos los SN se procedió con el diseño de pavimento el cual es el detallado en la Tabla 24.- Diseño de pavimento.

Tabla 24: Diseño de Pavimento

Materiales Requeridos		Capa	Numero estructural SN		coeficiente de capacidad "a"	Coeficiente de Drenaje "m"	Espesores (cm)		Numero estructural (Adoptado)		
CBR %	MR (Psi)		Acumulado	Parcial			Calculados	Adoptados	Parcial	Acumulado	
	400000	C. RODADURA (H. Asf.)		2.28	0.173	1.00	13.18	15.00	2.60		
80	35560.80	Base Clase 1A	2.28	0.53	0.055	0.80	12.05	20.00	0.88	2.60	
30	20734	Sub base Clase 3	2.81	0.66	0.043	0.80	19.19	25.00	0.86	3.48	
11.10	11922.54	T. FUNDACIÓN	3.47							4.34	
ESPESOR TOTAL								60.00			

Fuente: apuntes de carreteras II
Elaborado por: Ana Ortega

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En primera instancia nuestra vía actualmente está estructurado con material de mejoramiento, grava y capa de rodadura.

De acuerdo a los resultados obtenido en el laboratorio de suelos "Rufilli" el terreno natural que tiene la vía obtuvo como resultado un CBR 7.90%, la capa de material de mejoramiento un CBR del 20% cumpliendo con las normas establecidas en el MTOP, y una capa con material de grava el mismo que obtuvo un índice de plasticidad alto del 8.87% y un CBR del 62% con este resultado podemos indicar que no cumple con las normas del MTOP.

El incremento del tráfico vehicular en las condiciones actuales, es otra causa para que la estructura falle ya que su espesor de la carpeta asfáltica es de 2pulgadas.

5.2 Recomendaciones

Considerando las causas que se está presentado actualmente en la vía de acceso a La Comuna de Casas Vieja se recomienda lo siguiente:

- Remoción de las capas existentes de asfalto y material de grava puesto que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en el MTOP.
- Construcción de una nueva estructura de pavimento flexible para 20 años de servicio con las siguientes dimensiones.

Carpeta asfáltica: 15 cm

Base: 20 cm

Subbase: 25 cm

BIBLIOGRAFÍA

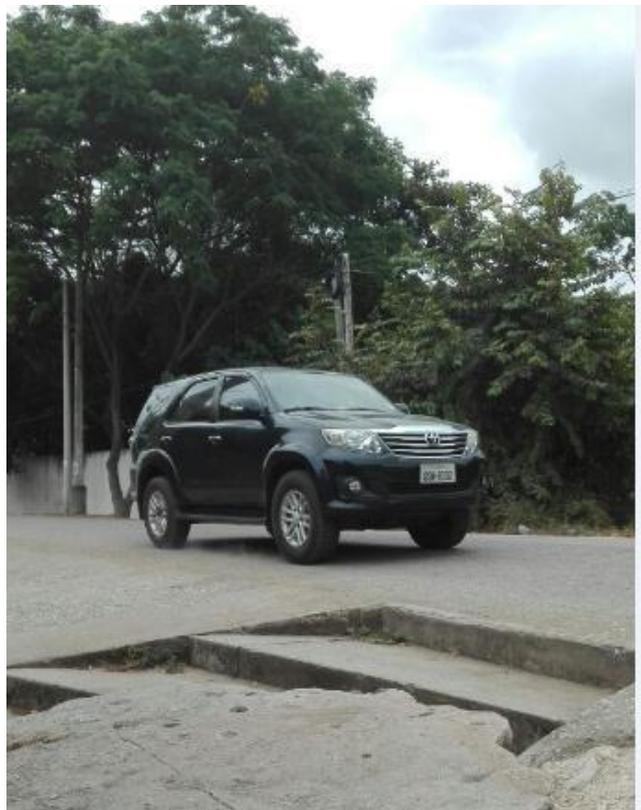
Montejo, F. A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá: Agora Editores.

Terreros de Varela, C., & Moreno Lituma, V. (1995). *Mecánica de Suelos laboratorio*.
Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

AASHTO Guide for design of pavement structures 1993, Printed in the United States of
America, 1993

ANEXOS

Conteo De Tráfico



Extracción de calicata



Ensayo de laboratorio – granulometría



Ensayo de laboratorio - Proctor





Ensayo de laboratorio - CBR





CONTEO DE TRAFICO

EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA DE ACCESO A LA COMUNA DE CASAS VIEJAS DE LA PARROQUIA CHONGON UBICADA EN EL KM 22.5

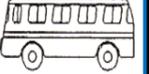
VARIACION DIARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO

DIRECCION 1: Ingreso a La Comuna de Casas Viejas

Nº DIAS DE CONTEO

4.00

DIRECCION 2: Retorno a la via principal Km 22.5 via a La Costa

FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES							TOTAL	
		Automóvil 	Camioneta 	Buseta 	Bus 	C2P 	C2G 	V3A 	C3-S1 	C2-S1 	C2-S2 	C3-S2 		C3-S3 
27/05/2016	Viernes	204	116	0	7	9	0	2	0	7	4	0	0	349
28/05/2016	Sábado	265	165	0	0	12	3	17	13	13	6	0	0	494
29/05/2016	Domingo	304	106	0	0	1	14	7	22	38	17	0	0	509
30/05/2016	Lunes	404	255	0	14	9	18	35	24	34	22	0	0	815
TOTAL		1177.00	642.00	0.00	21.00	31.00	35.00	61.00	59.00	92.00	49.00	0.00	0.00	2167
T.P.D		294.25	160.50	0.00	5.25	7.75	8.75	15.25	14.75	23.00	12.25	0.00	0.00	541.75
% T.P.D		54.315%	29.626%	0.000%	0.969%	1.431%	1.615%	2.81%	2.72%	4.25%	2.26%	0.00%	0.00%	100%
%		83.94%		1%		15%							100%	
VEHICULOS TPDA		347.02	189.29	0.00	6.19	9.14	10.32	17.99	17.40	27.12	14.45	0.00	0.00	639
% T.P.D.A		54.315%	29.626%	0.000%	0.969%	1.431%	1.615%	2.815%	2.723%	4.246%	2.261%	0.000%	0.000%	100%
CLASE DE VEHÍCULO DEL		1			2	3	4	5	6	7	8			

Tráfico Futuro o proyectado

AÑO	n	CREC. %	TIPO DE VEHICULO																	TOTAL
			Automóvil	CREC. %	Camioneta	CREC. %	Bus	CREC. %	C2P	CREC. %	C2G	CREC. %	V3A	CREC. %	C3-S1	CREC. %	C2-S1	CREC. %	C2-S2	
2016		4.21	451.13	4.21	246.07	2.24	8.05	2.52	11.88	2.52	13.42	2.52	23.38	2.52	22.61	2.52	35.26	2.52	18.78	830.58
2017	1	3.75	468.05	3.75	255.30	1.99	8.21	2.24	12.15	2.24	13.72	2.24	23.90	2.24	23.12	2.24	36.05	2.24	19.20	859.70
2018	2	3.75	485.60	3.75	264.87	1.99	8.37	2.24	12.42	2.24	14.02	2.24	24.44	2.24	23.64	2.24	36.86	2.24	19.63	889.86
2019	3	3.75	503.81	3.75	274.80	1.99	8.54	2.24	12.70	2.24	14.34	2.24	24.99	2.24	24.17	2.24	37.69	2.24	20.07	921.10
2020	4	3.75	522.70	3.75	285.11	1.99	8.71	2.24	12.98	2.24	14.66	2.24	25.55	2.24	24.71	2.24	38.53	2.24	20.52	953.47
2021	5	3.75	542.30	3.75	295.80	1.99	8.88	2.24	13.27	2.24	14.99	2.24	26.12	2.24	25.26	2.24	39.39	2.24	20.98	987.00
2022	6	3.37	560.58	3.37	305.77	1.80	9.04	2.02	13.54	2.02	15.29	2.02	26.65	2.02	25.77	2.02	40.19	2.02	21.40	1018.23
2023	7	3.37	579.47	3.37	316.07	1.80	9.21	2.02	13.82	2.02	15.60	2.02	27.18	2.02	26.29	2.02	41.00	2.02	21.84	1050.48
2024	8	3.37	599.00	3.37	326.73	1.80	9.37	2.02	14.09	2.02	15.91	2.02	27.73	2.02	26.82	2.02	41.83	2.02	22.28	1083.77
2025	9	3.37	619.18	3.37	337.74	1.80	9.54	2.02	14.38	2.02	16.23	2.02	28.29	2.02	27.37	2.02	42.67	2.02	22.73	1118.14
2026	10	3.37	640.05	3.37	349.12	1.80	9.71	2.02	14.67	2.02	16.56	2.02	28.87	2.02	27.92	2.02	43.54	2.02	23.19	1153.62
2027	11	3.06	659.64	3.06	359.80	1.63	9.87	1.84	14.94	1.84	16.87	1.84	29.40	1.84	28.43	1.84	44.34	1.84	23.61	1186.89
2028	12	3.06	679.82	3.06	370.81	1.63	10.03	1.84	15.21	1.84	17.18	1.84	29.94	1.84	28.96	1.84	45.15	1.84	24.05	1221.15
2029	13	3.06	700.62	3.06	382.16	1.63	10.19	1.84	15.49	1.84	17.49	1.84	30.49	1.84	29.49	1.84	45.98	1.84	24.49	1256.42
2030	14	3.06	722.06	3.06	393.85	1.63	10.36	1.84	15.78	1.84	17.82	1.84	31.05	1.84	30.03	1.84	46.83	1.84	24.94	1292.72
2031	15	3.06	744.16	3.06	405.90	1.63	10.53	1.84	16.07	1.84	18.14	1.84	31.62	1.84	30.58	1.84	47.69	1.84	25.40	1330.10
2032	16	3.06	766.93	3.06	418.32	1.63	10.70	1.84	16.37	1.84	18.48	1.84	32.20	1.84	31.15	1.84	48.57	1.84	25.87	1368.58
2033	17	3.06	790.40	3.06	431.13	1.63	10.87	1.84	16.67	1.84	18.82	1.84	32.80	1.84	31.72	1.84	49.46	1.84	26.34	1408.20
2034	18	3.06	814.58	3.06	444.32	1.63	11.05	1.84	16.97	1.84	19.16	1.84	33.40	1.84	32.30	1.84	50.37	1.84	26.83	1448.99
2035	19	3.06	839.51	3.06	457.91	1.63	11.23	1.84	17.29	1.84	19.52	1.84	34.01	1.84	32.90	1.84	51.30	1.84	27.32	1490.99
2036	20	3.06	865.20	3.06	471.93	1.63	11.42	1.84	17.60	1.84	19.88	1.84	34.64	1.84	33.50	1.84	52.24	1.84	27.83	1534.23

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

TANDEN AXLES

PT =

2.5

EJES DOBLES

Carga Axial		SN pulg / (mm)				
Kips	KN	1	2	3	4	6
		25.4	50.8	76.2	101.6	152.4
2	8.96	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
3	13.45	0.0003	0.0003	0.00025	0.00015	0.0001
4	17.93	0.0005	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002
5	22.41	0.00075	0.00075	0.0007	0.00065	0.0006
6	26.89	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
7	31.38	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0015
8	35.86	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
9	40.34	0.005	0.0055	0.0055	0.005	0.004
10	44.82	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006
11	49.30	0.01	0.012	0.012	0.0105	0.009
12	53.79	0.013	0.016	0.016	0.014	0.012
13	58.27	0.0185	0.0225	0.0225	0.02	0.0175
14	62.75	0.024	0.029	0.029	0.026	0.023
15	67.23	0.0325	0.0385	0.0395	0.036	0.0315
16	71.72	0.041	0.048	0.050	0.046	0.040
17	76.20	0.0535	0.0625	0.0655	0.0605	0.053
18	80.68	0.066	0.077	0.081	0.075	0.066
19	85.16	0.0845	0.097	0.1025	0.096	0.0855
20	89.64	0.103	0.117	0.124	0.117	0.105
21	94.13	0.1295	0.144	0.1535	0.1455	0.1315
22	98.61	0.156	0.171	0.183	0.174	0.158
23	103.09	0.1915	0.2075	0.2215	0.213	0.1945
24	107.57	0.227	0.244	0.260	0.252	0.231
25	112.06	0.2745	0.292	0.31	0.3025	0.28
26	116.54	0.322	0.340	0.360	0.353	0.329
27	121.02	0.3845	0.4025	0.4235	0.417	0.392
28	125.50	0.447	0.465	0.487	0.481	0.455
29	129.98	0.527	0.544	0.5665	0.562	0.536
30	134.47	0.607	0.623	0.646	0.643	0.617
31	138.95	0.7085	0.723	0.7445	0.7425	0.718
32	143.43	0.810	0.823	0.843	0.842	0.819
33	147.91	0.935	0.9465	0.9615	0.961	0.9445
34	152.39	1.06	1.07	1.08	1.08	1.07
35	156.88	1.22	1.225	1.23	1.23	1.225
36	161.36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
37	165.84	1.57	1.565	1.555	1.55	1.56
38	170.32	1.76	1.75	1.73	1.72	1.74
39	174.81	1.99	1.97	1.94	1.925	1.96
39.68	177.85				2.0644	
40	179.29	2.22	2.19	2.15	2.13	2.18
41	183.77	2.495	2.46	2.395	2.375	2.44
42	188.25	2.77	2.73	2.64	2.62	2.70
43	192.73	3.09	3	2.815	2.75	3.005
44	197.22	3.41	3.27	2.99	2.88	3.31
44.09	197.62		3.3020	3.0166	2.90340	
45	201.70	3.795	3.625	3.285	3.14	3.665
46	206.18	4.18	3.98	3.58	3.4	4.02
47	210.66	2.09	1.99	1.79	1.7	2.01

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

SIMPLE AXLES

PT =

2.5

EJES SIMPLES

Carga Axial		SN pulg / (mm)				
Kips	KN	1	2	3	4	6
		25.4	50.8	76.2	101.6	152.4
2	8.96	0.0004	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002
2.2	9.86	0.00066	0.000760	0.000670	0.000480	
2.5	11.21	0.00105	0.001300	0.001225	0.0009	0.00065
3	13.45	0.0017	0.0022	0.00215	0.0016	0.0011
4	17.93	0.003	0.004	0.004	0.003	0.002
5	22.41	0.007	0.0105	0.0105	0.008	0.0055
6	26.89	0.011	0.017	0.017	0.013	0.009
6.5	29.13	0.01625	0.0245	0.0255	0.02	0.014
6.6000	26.8932	0.0110	0.0260	0.0272	0.0214	0.0091
7	31.38	0.0215	0.032	0.034	0.027	0.019
8	35.86	0.032	0.047	0.051	0.041	0.029
9	39.44		0.069	0.17112296	0.0654	0.0478
9	40.34	0.055	0.0745	0.0845	0.0715	0.0525
10	44.82	0.078	0.102	0.118	0.102	0.076
11	49.30	0.1215	0.15	0.1735	0.1575	0.122
12	53.79	0.165	0.198	0.229	0.213	0.168
13	58.27	0.2465	0.278	0.314	0.3005	0.2495
14	62.75	0.328	0.358	0.399	0.388	0.331
14.3	64.10		0.396250	0.436050	0.426550	
15	67.23	0.4595	0.4855	0.5225	0.5165	0.4635
15.4	69.03		0.536500	0.571900	0.567900	
16	71.72	0.591	0.613	0.646	0.645	0.596
17	76.20	0.7955	0.8065	0.823	0.8225	0.798
18	80.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	85.16	1.305	1.285	1.245	1.235	1.275
20	89.64	1.61	1.57	1.49	1.47	1.55
21	94.13	2.045	1.975	1.83	1.78	1.925
22	98.61	2.48	2.38	2.17	2.09	2.3
23	103.09	3.085	2.935	2.63	2.49	2.785
24	107.57	3.69	3.49	3.09	2.89	3.27
24.3	108.92	3.69000	3.715000	3.273000	3.043000	3.4515
24.5	109.81	4.1000	3.8650	3.3950	3.1450	3.5725
25	112.06	4.51	4.24	3.7	3.4	3.875
26	116.54	5.33	4.99	4.31	3.91	4.48
26.5	118.78	5.87	5.4875	4.7075	4.235	4.855
27	121.02	6.41	5.985	5.105	4.56	5.23
28	125.50	7.49	6.98	5.9	5.21	5.98
29	129.98	8.895	8.24	6.9	6.005	6.89
30	134.47	10.3	9.5	7.9	6.8	7.8

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

TANDEN AXLES

PT =

EJES DOBLES

Carga Axial		SN pulg / (mm)				
Kips	KN	1	2	3	4	6
		25.4	50.8	76.2	101.6	152.4
2	8.96	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
3	13.45	0.0003	0.0003	0.00025	0.00015	0.0001
4	17.93	0.0005	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002
5	22.41	0.00075	0.00075	0.0007	0.00065	0.0006
6	26.89	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
7	31.38	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0015
8	35.86	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
9	40.34	0.005	0.0055	0.0055	0.005	0.004
10	44.82	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006
11	49.30	0.01	0.012	0.012	0.0105	0.009
12	53.79	0.013	0.016	0.016	0.014	0.012
13	58.27	0.0185	0.0225	0.0225	0.02	0.0175
14	62.75	0.024	0.029	0.029	0.026	0.023
15	67.23	0.0325	0.0385	0.0395	0.036	0.0315
16	71.72	0.041	0.048	0.050	0.046	0.040
17	76.20	0.0535	0.0625	0.0655	0.0605	0.053
18	80.68	0.066	0.077	0.081	0.075	0.066
19	85.16	0.0845	0.097	0.1025	0.096	0.0855
20	89.64	0.103	0.117	0.124	0.117	0.105
21	94.13	0.1295	0.144	0.1535	0.1455	0.1315
22	98.61	0.156	0.171	0.183	0.174	0.158
23	103.09	0.1915	0.2075	0.2215	0.213	0.1945
24	107.57	0.227	0.244	0.260	0.252	0.231
25	112.06	0.2745	0.292	0.31	0.3025	0.28
26	116.54	0.322	0.340	0.360	0.353	0.329
27	121.02	0.3845	0.4025	0.4235	0.417	0.392
28	125.50	0.447	0.465	0.487	0.481	0.455
29	129.98	0.527	0.544	0.5665	0.562	0.536
30	134.47	0.607	0.623	0.646	0.643	0.617
31	138.95	0.7085	0.723	0.7445	0.7425	0.718
32	143.43	0.810	0.823	0.843	0.842	0.819
33	147.91	0.935	0.9465	0.9615	0.961	0.9445
34	152.39	1.06	1.07	1.08	1.08	1.07
35	156.88	1.22	1.225	1.23	1.23	1.225
36	161.36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
37	165.84	1.57	1.565	1.555	1.55	1.56
38	170.32	1.76	1.75	1.73	1.72	1.74
39	174.81	1.99	1.97	1.94	1.925	1.96
39.68	177.85				2.0644	
40	179.29	2.22	2.19	2.15	2.13	2.18
41	183.77	2.495	2.46	2.395	2.375	2.44
42	188.25	2.77	2.73	2.64	2.62	2.70
43	192.73	3.09	3	2.815	2.75	3.005
44	197.22	3.41	3.27	2.99	2.88	3.31
44.09	197.62		3.3020	3.0166	2.90340	
45	201.70	3.795	3.625	3.285	3.14	3.665
46	206.18	4.18	3.98	3.58	3.4	4.02
47	210.66	2.09	1.99	1.79	1.7	2.01

CALCULO PARA OBTENER CBR DE DISEÑO

PROYECTO: Evaluacion del estado actual del pavimento flexible en la via de acceso a Lsa Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongon ubicado en el Km 22.5 via a La Costa

UBICACIÓN: Km 22.5 via a La Costa

Elaborado por: Ana Ortega Zapata

NIVEL DE TRAFICO (ESAL)	PERCENTIL DE DISEÑO
10 ⁴ o menos	60
ente 10 ⁴ y 10 ⁶	75
10 ⁶ o más	87.5

PERCENTIL DE DISEÑO

87.5

CBR DE DISEÑO

11.1%

DATOS		2			
(1) No.	(2) CBR	(3) CBR ORDENADO	(4) PERC. > Ó =	(5) No. > Ó =	(6) CBR > Ó =
1	20	20	50	1	20
2	7.9	7.9	100	2	7.9
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

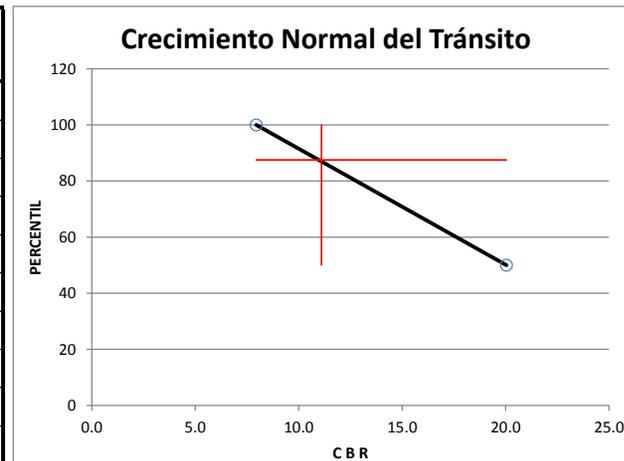


TABLA 1

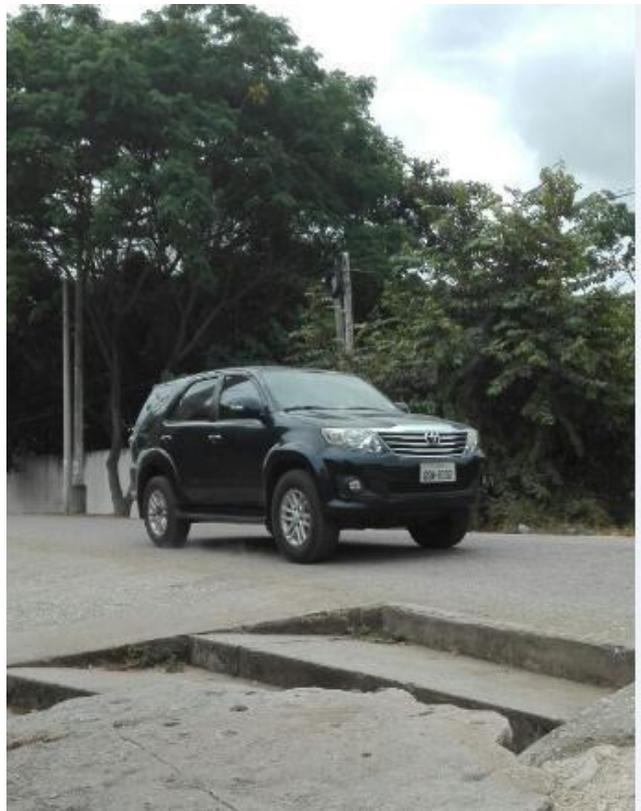
(7) (8)

No	CBR	PER.
1	7.9	100
2	20	50

Ana Ortega
CONSULTOR

Ing. Ciro Andrade
REVISOR

Conteo de Tráfico



Extracción de calicata



Ensayo de laboratorio – granulometría



Ensayo de laboratorio - Proctor





Ensayo de laboratorio - CBR





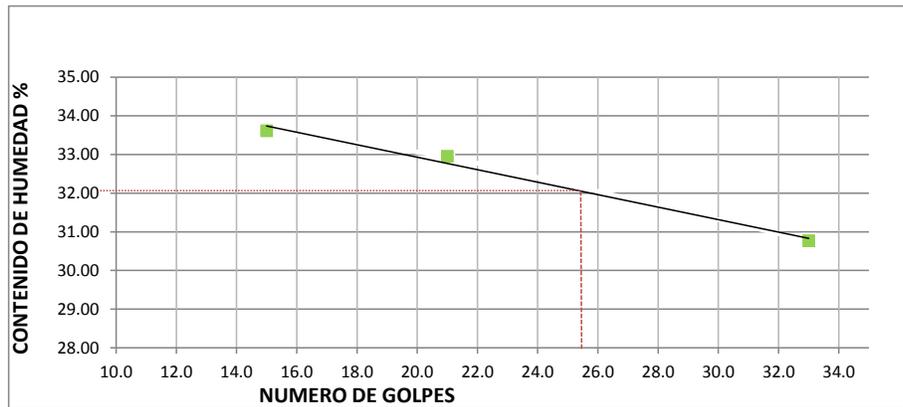
Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa

LOCALIZACIÓN:	Km 22.5 vía a La Costa
MUESTRA:	Terreno Natural
FECHA:	jun-16

Limite Liquido

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	3.0	4.0	x	***
Recipiente + peso humedo (gr)	23.8	18.3	19.8	***
Recipiente + peso seco (gr)	19.8	15.4	17.0	***
Agua	4.0	2.9	2.8	***
Recipiente	7.9	6.6	7.9	***
Peso seco	11.9	8.8	9.1	***
Contenido de humedad (%)	33.61	32.95	30.77	***
Numero de golpes	15.0	21.0	33.0	***

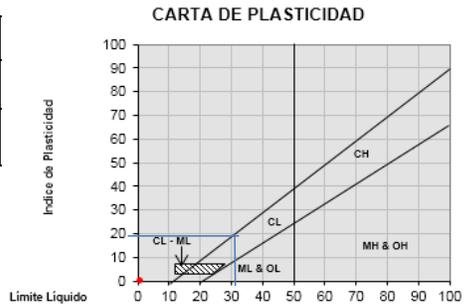


Limite Plastico

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	5.0	A	18.0	***
Recipiente + peso humedo (gr)	12.9	13.3	13.2	***
Recipiente + peso seco (gr)	12.8	12.5	12.4	***
Agua	0.1	0.8	0.8	***
Recipiente	7.5	7.9	7.9	***
Peso seco	5.3	4.6	4.5	***
Contenido de humedad (%)	1.89	17.39	17.78	***
Limite Plastico	12.4			

LIMITE LIQUIDO	32.1
LIMITE PLASTICO	12.4
INDICE DE PLASTICIDAD	19.75

IP= LL - LP



Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa

LOCALIZACIÓN:	Km 22.5 via a La Costa
MUESTRA:	Mejoramiento
FECHA:	jun-16

Límite Líquido

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	A30	10.0	15.0	***
Recipiente + peso humedo (gr)	18.4	20.0	18.3	***
Recipiente + peso seco (gr)	15.3	16.9	15.4	***
Agua	3.1	3.1	2.9	***
Recipiente	6.8	8.1	6.7	***
Peso seco	8.5	8.8	8.7	***
Contenido de humedad (%)	36.47	35.23	33.33	***
Numero de golpes	17.0	23.0	33.0	***



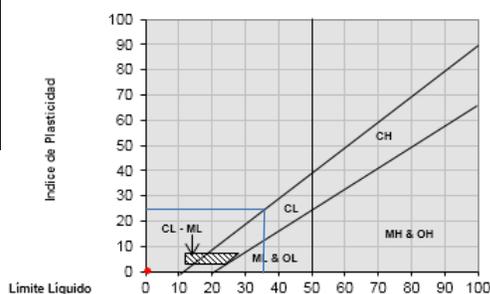
Límite Plástico

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	9.0	25.0	14.0	***
Recipiente + peso humedo (gr)	12.3	10.1	11.6	***
Recipiente + peso seco (gr)	11.4	9.3	10.7	***
Agua	0.9	0.8	0.9	***
Recipiente	7.9	6.5	6.9	***
Peso seco	3.5	2.8	3.8	***
Contenido de humedad (%)	25.71	28.57	23.68	***
Límite Plástico	26.0			

LÍMITE LÍQUIDO	34.9
LÍMITE PLÁSTICO	26.0
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	8.91

IP= LL - LP

CARTA DE PLASTICIDAD



Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico

Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La

PROYECTO: Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa

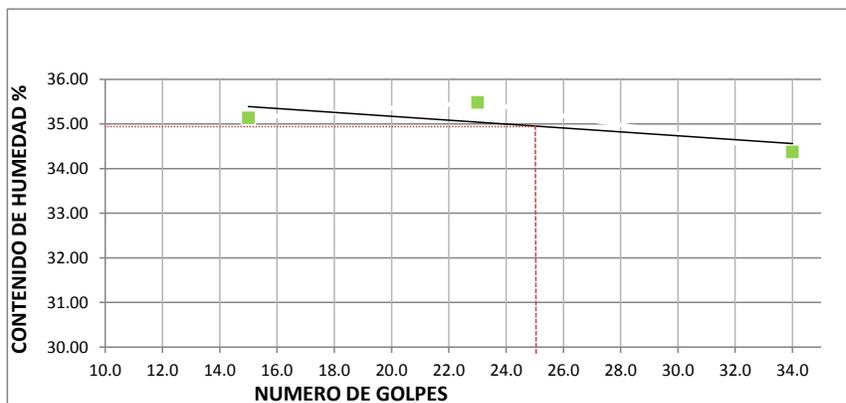
LOCALIZACIÓN: Km 22.5 vía a La Costa

MUESTRA: Material Grava

FECHA: jun-16

Límite Líquido

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	1.0	65.0	13.0	***
Recipiente + peso húmedo (gr)	22.9	24.7	24.0	***
Recipiente + peso seco (gr)	19.0	20.3	19.6	***
Agua	3.9	4.4	4.4	***
Recipiente	7.9	7.9	6.8	***
Peso seco	11.1	12.4	12.8	***
Contenido de humedad (%)	35.14	35.48	34.38	***
Numero de golpes	15.0	23.0	34.0	***



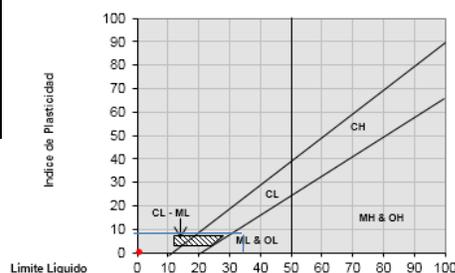
Límite Plástico

PASO Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	32.0	30.0	2.0	***
Recipiente + peso húmedo (gr)	11.4	11.1	11.2	***
Recipiente + peso seco (gr)	10.1	10.6	10.3	***
Agua	1.3	0.5	0.9	***
Recipiente	6.9	6.8	6.6	***
Peso seco	3.2	3.8	3.8	***
Contenido de humedad (%)	40.63	13.16	24.00	***
Límite Plástico	25.9			

LÍMITE LÍQUIDO	34.8
LÍMITE PLÁSTICO	25.9
INDICE DE PLASTICIDAD	8.87

IP= LL - LP

CARTA DE PLASTICIDAD



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



Proyecto: Evaluacion del estado actual del pavimento flexible en la via de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la Parroquia Chongon ubicado en el km 22.5 via a La Costa

Ubicación: km 22. Via a La Costa/Guayas

Material: Mejoramiento

Fecha: jul-16

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
Ø	(mm)						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10	54.70	2.83%	2.83%	97.17%		
1"	25.40	517.70	26.78%	29.61%	70.39%		
3/4"	19.050	47.50	2.46%	32.06%	67.94%		
1/2"	12.700	311.00	16.09%	48.15%	51.85%		
3/8"	9.525	180.90	9.36%	57.50%	42.50%		
1/4"	6.350	215.70	11.16%	68.66%	31.34%		
Nº 4	4.760	101.50	5.25%	73.91%	26.09%		
Nº 8	2.380	132.80	6.87%	80.78%	19.22%		
Nº 10	2.000	20.40	1.06%	81.84%	18.16%		
Nº 16	1.190	62.60	3.24%	85.07%	14.93%		
Nº 20	0.840	35.60	1.84%	86.91%	13.09%		
Nº 30	0.590	34.10	1.76%	88.68%	11.32%		
Nº 40	0.426	29.50	1.53%	90.20%	9.80%		
Nº 50	0.297	22.90	1.18%	91.39%	8.61%		
Nº 60	0.250	66.50	3.44%	94.83%	5.17%		
Nº 80	0.177	4.70	0.24%	95.07%	4.93%		
Nº 100	0.149	10.52	0.54%	95.61%	4.39%		
Nº 200	0.074	4.70	0.24%	95.86%	4.14%		
Fondo	0.01	80.08	4.14%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		1933.40					

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



Proyecto: Evaluacion del estado actual del pavimento flexible en la via de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la Parroquia Chongon ubicado en el km 22.5 via a La Costa

Ubicacion: km 22. Via a La Costa/Guayas

Materia: Terreno natural

Fecha: jul-16

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	specificaciones	
Ø	(mm)						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.40	100.00	10.56%	10.56%	89.44%		
3/4"	19.050	7.80	0.82%	11.39%	88.61%		
3/8"	9.525	163.00	17.22%	28.60%	71.40%		
1/4"	6.350	240.00	25.35%	53.96%	46.04%		
Nº 4	4.760	20.70	2.19%	56.14%	43.86%		
Nº 8	2.380	114.80	12.13%	68.27%	31.73%		
Nº 10	2.000	20.60	2.18%	70.44%	29.56%		
Nº 16	1.190	54.90	5.80%	76.24%	23.76%		
Nº 20	0.840	41.80	4.42%	80.66%	19.34%		
Nº 30	0.590	30.10	3.18%	83.84%	16.16%		
Nº 40	0.426	28.50	3.01%	86.85%	13.15%		
Nº 50	0.297	22.30	2.36%	89.20%	10.80%		
Nº 80	0.177	40.60	4.29%	93.49%	6.51%		
Nº 100	0.149	11.10	1.17%	94.67%	5.33%		
Nº 200	0.074	45.00	4.75%	99.42%	0.58%		
Fondo	0.01	5.50	0.58%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		946.70					

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



Proyecto: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la Parroquia Chongon ubicado en el km 22.5 vía a La Costa

Ubicación: km 22. Vía a La Costa/Guayas

Material: Material de grava

Fecha: jul-16

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)					
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1"	25.40	110.80	5.97%	5.97%	94.03%	
3/4"	19.050	402.70	21.70%	27.67%	72.33%	
3/8"	9.525	284.80	15.35%	43.02%	56.98%	
1/4"	6.350	135.80	7.32%	50.33%	49.67%	
Nº 4	4.760	17.10	0.92%	51.26%	48.74%	
Nº 8	2.380	195.00	10.51%	61.76%	38.24%	
Nº 10	2.000	35.20	1.90%	63.66%	36.34%	
Nº 16	1.190	81.70	4.40%	68.06%	31.94%	
Nº 20	0.840	50.30	2.71%	70.77%	29.23%	
Nº 30	0.590	52.00	2.80%	73.57%	26.43%	
Nº 40	0.426	60.30	3.25%	76.82%	23.18%	
Nº 50	0.297	58.30	3.14%	79.97%	20.03%	
Nº 80	0.177	13.90	0.75%	80.71%	19.29%	
Nº 100	0.149	15.00	0.81%	81.52%	18.48%	
Nº 200	0.074	71.60	3.86%	85.38%	14.62%	
Fondo	0.01	271.30	14.62%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		1855.80				

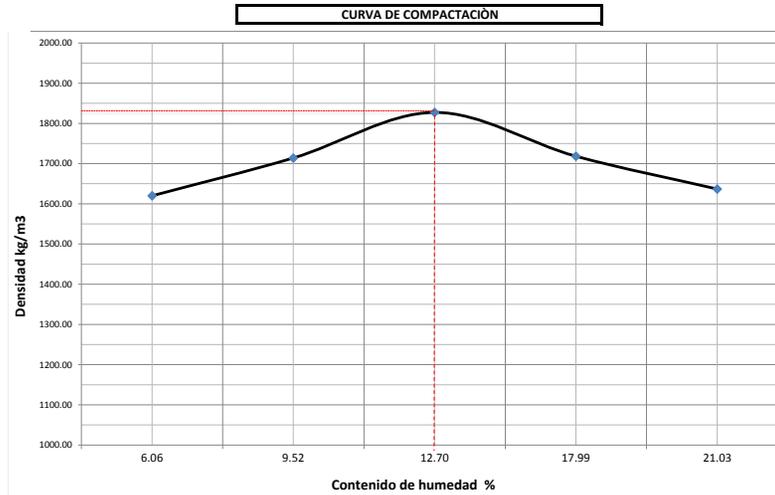
PROCTOR
DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD DENSIDAD DE LOS SUELOS
CURVA DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
LOCALIZACIÓN: Km 22.5 vía a La Costa
MUESTRA: Terreno natural

PESO DEL CILINDRO (P7) kg	4.300		OBSERVACIONES: Normas de referencia: ASTM D 698-91 ASTM D 15579-1 AASHTO T 99-94 ASSHTO T 180-93
VOLUMEN DEL CILINDRO (V) m3	0.000944	10	
PESO DEL MARTILLO (kg)	2.50	45.72	
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO (cm)	18		
NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS	25		
NÚMERO DE CAPAS	5		
TIPO DE ENSAYO	Modificado		

DATOS DEL ENSAYO

Cantidad de agua (Cm3)	Recipiente #	Peso del recipiente + muestra húmeda (P1)	Peso del recipiente + muestra seca (P2)	Peso del agua (P3= P1-P2)	Peso del recipiente (P4)	Peso de muestra seca (P5=P2-P4)	%e de humedad (W=P3*100/P5)	Peso cilindro + suelo húmedo P6 KG	Peso del suelo húmedo P8=P6-P7) KG	1+W/100	Peso de suelo seco kg P9= P8/(1+W/100)	Densidad Seca Kg/m3
E.N.	7	391.4	370.3	21.1	22.40	347.90	6.06	5.922	1.622	1.061	1.529	1619.97
90	14	388.6	357.6	31	31.90	325.70	9.52	6.072	1.772	1.095	1.618	1713.98
180	V	279.8	250.8	29	22.40	228.40	12.70	6.244	1.944	1.127	1.725	1827.31
270	X	378.8	324.5	54.3	22.70	301.80	17.99	6.214	1.914	1.180	1.622	1718.37
350	A	310	260	50	22.20	237.80	21.03	6.170	1.870	1.210	1.545	1636.78



Densidad seca máxima Kg/m3 1827.31
Humedad Optima % 12.7

PROCTOR
DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD DENSIDAD DE LOS SUELOS
CURVA DE COMPACTACIÓN

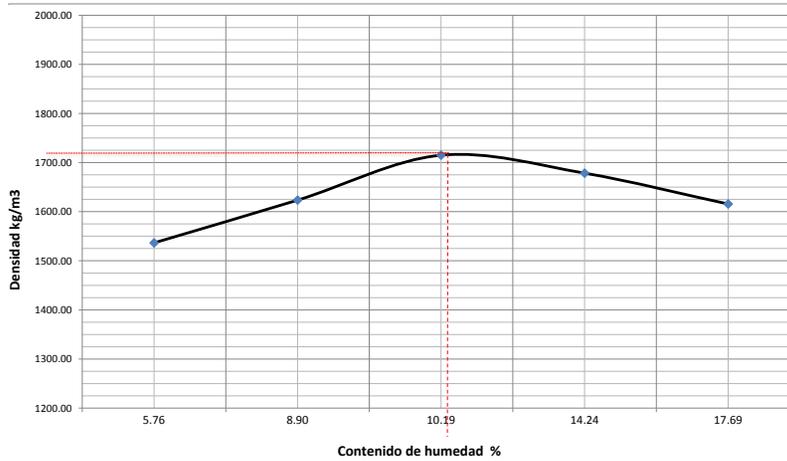
PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
LOCALIZACIÓN: Km 22.5 vía a La Costa
MUESTRA: Mejoramiento

PESO DEL CILINDRO (P7) kg	4.300	OBSERVACIONES: Normas de referencia: 10 ASTM D 698-91 45.72 ASTM D 15579-1 AASHTO T 99-94 ASSHTO T 180-93
VOLUMEN DEL CILINDRO (V) m ³	0.000944	
PESO DEL MARTILLO (kg)	2.50	
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO (cm)	18	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS	25	
NÚMERO DE CAPAS	5	
TIPO DE ENSAYO	Modificado	

DATOS DEL ENSAYO

Cantidad de agua (Cm ³)	Recipiente #	Peso del recipiente + muestra húmeda (P1)	Peso del recipiente + muestra seca (P2)	Peso del agua (P3= P1-P2)	Peso del recipiente (P4)	Peso de muestra seca (P5=P2-P4)	% de humedad (W=P3*100/P5)	Peso cilindro + suelo húmedo P6 KG	Peso del suelo húmedo P8=P6-P7 KG	1+W/100	Peso de suelo seco kg P9= P8/(1+W/100)	Densidad Seca Kg/m ³
E.N.	8	488	463.1	24.9	31.00	432.10	5.76	5.834	1.534	1.058	1.450	1536.46
80	S	347.3	321.4	25.9	30.40	291.00	8.90	5.969	1.669	1.089	1.533	1623.51
160	T	367.4	336.2	31.2	30.10	306.10	10.19	6.084	1.784	1.102	1.619	1715.02
240	X	326.9	289.9	37	30.00	259.90	14.24	6.110	1.810	1.142	1.584	1678.43
320	27	339.8	292	47.8	21.80	270.20	17.69	6.095	1.795	1.177	1.525	1615.66

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad seca máxima Kg/m³
1715.02

Humedad Óptima %
10.52

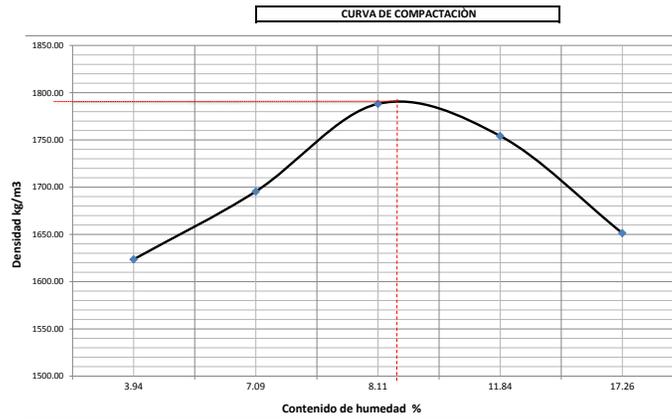
PROCTOR
DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD DENSIDAD DE LOS SUELOS
CURVA DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
 LOCALIZACIÓN: Km 22.5 vía a La Costa
 MUESTRA: Material de grava

PESO DEL CILINDRO (P7) kg	4.300	OBSERVACIONES: Normas de referencia: 10 ASTM D 698-91 45.72 ASTM D 15579-1 AASHTO T 99-94 ASSHTO T 180-93
VOLUMEN DEL CILINDRO (V) m ³	0.000944	
PESO DEL MARTILLO (kg)	2.50	
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO (cm)	18	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS	25	
NÚMERO DE CAPAS	5	
TIPO DE ENSAYO	Modificado	

DATOS DEL ENSAYO

Cantidad de agua [Cm ³]	Recipiente #	Peso del recipiente + muestra húmeda (P1)	Peso del recipiente + muestra seca (P2)	Peso del agua (P3= P1-P2)	Peso del recipiente (P4)	Peso de muestra seca (P5=P2-P4)	% de humedad (W=P3*100/P5)	Porcentaje de humedad añadida al suelo	Peso cilindro + suelo húmedo P6 KG	Peso del suelo húmedo P8-P6-P7) KG	1+W/100	Peso de suelo seco kg P9= P8/(1+W/100)	Densidad Seca Kg/m ³
E.N.	I	686.7	662.2	24.5	39.80	622.40	3.94	0	5.893	1.593	1.039	1.533	1623.59
80	I	595.5	558.5	37	36.70	521.80	7.09	0.08	6.014	1.714	1.071	1.601	1695.46
160	10	628.8	584.3	44.5	35.80	548.50	8.11	0.16	6.125	1.825	1.081	1.688	1788.19
240	X	447.8	404.7	43.1	40.60	364.10	11.84	0.24	6.152	1.852	1.118	1.656	1754.21
320	A	271.7	235	36.7	22.40	212.60	17.26	0.32	6.128	1.828	1.173	1.559	1651.37



Densidad seca maxima Kg/m ³	1790
Humedad Optima %	9.04

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"



C.B.R - DENSIDADES

Proyecto: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón **Fecha:** Agosto/2016
 ubicado en el km 22.5 vía a La Costa

Localización: km 22.5 Vía a La Costa **Calicata:** _____ C - 3
Muestra: Terreno Natural

Molde Nº _____ **Peso del molde:** 4.51 **Volumen del molde:** 0.000944
Nº de golpes por capa: ___ **Nº de capas:** 5 **Peso del martillo:** 10 Lb.

Nº de ensayo: _____ 1 _____ 3 _____ 5

ANTES DE LA INMERSION

		12 Golpes x capa	25 Golpes por capa	56 Golpes por capa
HUMEDAD	Nº recipiente	7	8	16
	Wh + r	288.40	292.90	306.30
	Ws + r	257.60	259.40	269.30
	Ww	30.80	33.50	37.00
	r	30.40	30.20	30.30
	Ws	227.20	229.20	239.00
	w (%)	13.56	14.62	15.48
Molde + suelo humedo	P	12.62	11.13	10.57
Molde		7.30	6.42	5.73
Suelo humedo	W	5.32	4.71	4.85
Suelo seco	Ws	4.68	4.11	4.20
Contenido de agua	w	13.56	14.62	15.48
Densidad humeda	h	5633.47	4989.41	5132.42
Densidad seca	s	4960.95	4353.15	4444.37

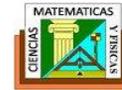
DESPUES DE LA INMERSION

		12 Golpes por capa	25 Golpes por capa	56 golpes por capa
HUMEDAD	Nº recipiente	v	15	A
	Wh + r	322.60	440.00	353.00
	Ws + r	255.85	390.00	314.90
	Ww	66.75	50.00	38.10
	r	30.10	22.60	21.50
	Ws	225.75	367.40	293.40
	w (%)	29.57	13.61	12.99
Molde + suelo humedo	P	11.72	11.58	12.66
Molde		7.30	6.42	5.73
Suelo humedo	W	4.41	5.17	6.93
Suelo seco	Ws	3.40	4.55	6.13
Contenido de agua	w	29.57	13.61	12.99
Densidad humeda	h	4671.61	5471.40	7342.16
Densidad seca	s	3605.52	4815.98	6498.31

HINCHAMIENTO

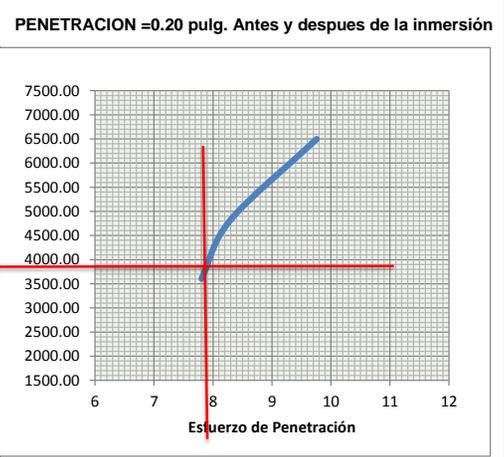
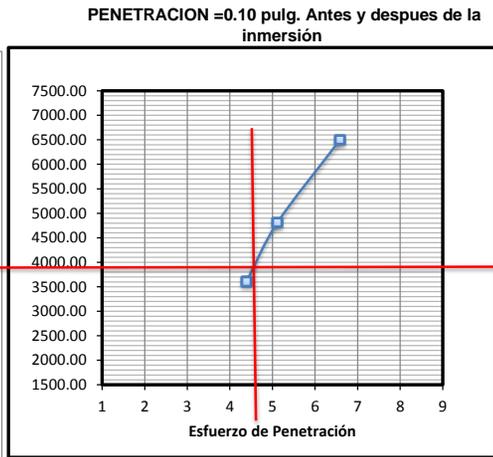
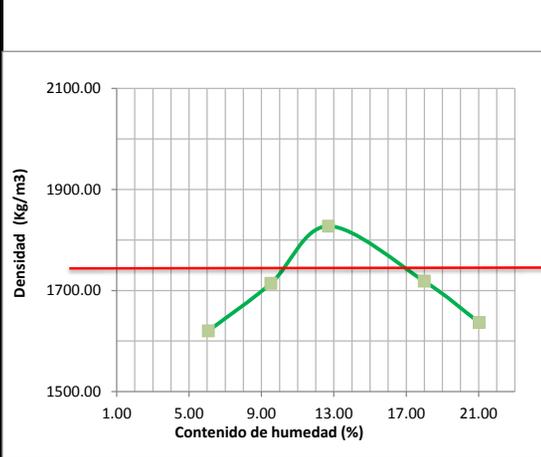
Lectura inicial		0.122	0.194	0.030
24 horas		0.115	0.128	0.035
48 horas		0.111	0.121	0.107
72 horas		0.110	0.121	0.042
96 horas				

C.B.R	%			
Densidad seca	Y _s	3605.52	4815.98	6498.31
Ana Ortega		A.O		Ana Ortega
Operador		Calculado por		Verificado por



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
UBICACIÓN: km 22.5 vía a La Costa
FECHA: Agosto/2016
MATERIAL: TERRENO NATURAL
MUESTRA: C-3



C.B.R. DE DISEÑO =4.8%

C.B.R. DE DISEÑO = 7.90 %

OBSERVACIONES: _____

 Ana Ortega
 Calculado por

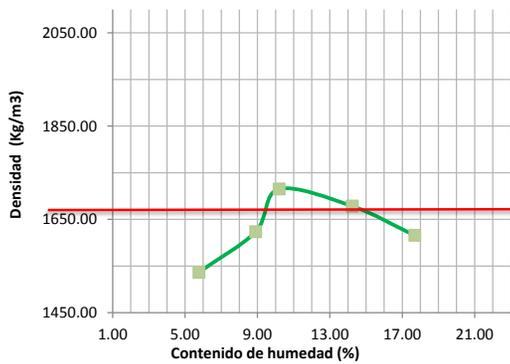
 A.O
 Verificado por



PROCTOR - C.B.R.

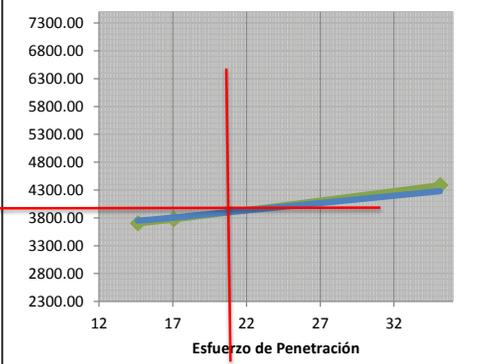
PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
UBICACIÓN: km 22.5 vía a La Costa
FECHA: Agosto/2016
MATERIAL: MEJORAMIENTO
MUESTRA: C-3

PENETRACION =0.10 pulg. Antes y despues de la inmersión



C.B.R DE DISEÑO =19.8%

PENETRACION =0.20 pulg. Antes y despues de la inmersión



C.B.R DE DISEÑO = 20.00 %

OBSERVACIONES:

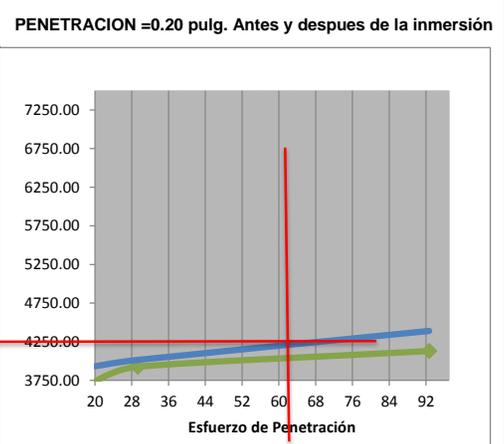
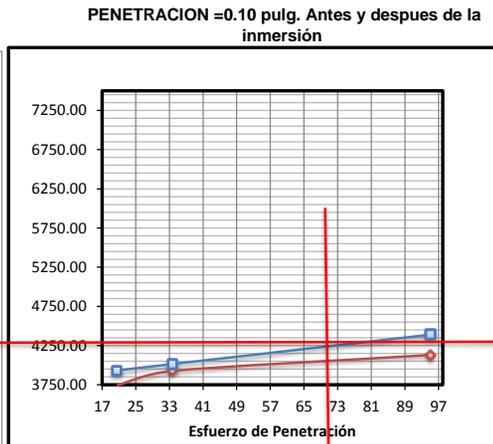
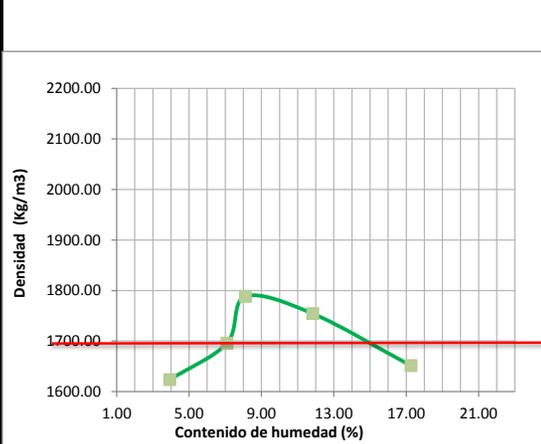
Ana Ortega
 Calculado por

A.O
 Verificado por



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa
UBICACIÓN: km 22.5 vía a La Costa
FECHA: Agosto/2016
MATERIAL: grava
MUESTRA: C-1



OBSERVACIONES: _____

 Ana Ortega
 Calculado por

 A.O
 Verificado por



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia y Tecnología
Innovación y saberes



senescyt
Secretaría Nacional de Investigación Científica,
Tecnológica e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TITULO Y SUBTITULO: Evaluación del estado actual del pavimento flexible de la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la Parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a la costa.	
AUTOR/ES: Ana Alexandra Ortega Zapata	REVISORES: Ing. Ciro Andrades Nuñez, M.Sc Ing. Julio Vargas, M.Sc Ing. Humberto Guerrero, M.Sc
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: De Ciencias Matemáticas y Físicas
CARRERA: Ingeniería civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016	Nº DE PÁGS: 41
ÁREAS TEMÁTICAS: Vías Evaluación actual del pavimento flexible	
PALABRAS CLAVE: EVALUACIÓN - ESTADO ACTUAL - PAVIMENTO FLEXIBLE - VIA ACCESO	
RESUMEN: El presente proyecto de investigación "Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a La Comuna de Casas Viejas de la parroquia Chongón ubicado en el km 22.5 vía a La Costa, está orientado a gestionar los requerimientos de los habitantes que se encuentran situados en el sector el mismo que se desarrollara en cinco capítulos. Como capítulo I tenemos la contextualización del proyecto que es lo principal en el desarrollo del trabajo de investigación, capítulo II es el marco teórico que se basa en la conceptualización de los diversos parámetros que se utilizan para desarrollar el proyecto tales como concepto de pavimento, las características que debe tener un pavimento, la clasificación de los pavimentos, conceptos de los materiales que conforman una estructura de pavimento flexible como terreno de fundación, subbase, base y capa de rodamiento. Capítulo III Es la metodología para el desarrollo del proyecto el mismo que está relacionado con los trabajos de campo, laboratorio, oficina, investigación y el diseño de pavimento el mismo que nos ayudara a obtener un diseño óptimo basado en las normas de la AASHTO 93, Ministerio de Transportes y Obras Públicas, Prefectura del Guayas entre otros. Capítulo IV es la evaluación vial el mismo que está relacionado a la obtención de los resultados obtenidos en laboratorio, del conteo de tráfico, la obtención de los Esal's y del diseño del pavimento flexible. Capítulo V se basa en las conclusiones obtenidas de la evaluación vial (Capítulo IV) y de las recomendaciones que se dará en mejora del proyecto en estudio.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	Nº. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTOS PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0981144863 E-mail: alexana_choutte@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS Teléfono: 2-283348

Quito: Av. Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, teléfonos (593-2) 2505660/ 1: y en la Av. 9 de octubre 624 y Carrión, edificio Prometeo, teléfonos: 2569898/9, Fax: (593 2) 250-9054