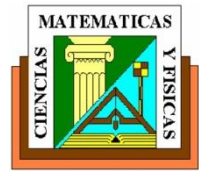




UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

VÍAS

TEMA

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL DETERIORO DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE INGRESO A LA CIUDADELA BRISAS DE
PROCARSA UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN**

AUTOR

LUIS ALEJANDRO ORTIZ YAGUAL

TUTOR

ING. JULIO VARGAS JIMENEZ, MS.c

2016

GUAYAQUIL – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida y darme fortaleza para terminar esta meta.

A mis padres, por todo el amor que me brindan y por haberme inculcado valores éticos y morales para ser un hombre de bien, y por enseñarme que con lucha y perseverancia se puede lograr las metas propuestas.

A esposa e hijas, que siempre ha estado a mi lado dándome ánimo, para no decaer en la lucha y lograr este objetivo que me propuse.

A mis hermanos, que depositaron su confianza en mí, y con sus consejos que me han ayudado de mucho en todos estos años de estudios.

A mi director de tesis, Ingeniero Julio Vargas Jiménez, que con sus consejos, conocimiento y experiencia, me han sido de gran ayuda en la elaboración de este proyecto de titulación.

A todas las personas que han sido un apoyo en la lucha para lograr este anhelado objetivo.

DEDICATORIA

A mis padres, Luis Ortiz Vélez y Fanny Yagual Quinde, por ser los pilares fundamental y ejemplo de vida a seguir, a mi esposa Haydee Avila que siempre confió en mí y día a día era la fuente que me inspiraba a continuar en la lucha, a mis hijas Erika y Melanie Ortiz Avila que cada día me animaron a seguir y a no desmayar, a mis hermanos que siempre estuvieron dándome su apoyo y que confiaron en mi capacidad para obtener este objetivo propuesto.

A todos mis amigos quienes me dieron esa fortaleza que necesite para seguir adelante en toda mi vida universitaria, y a todos mis compañeros que compartieron conmigo todos estos años de lucha para lograr la meta propuesta.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo
DECANO

Ing. Julio Vargas Jiménez
TUTOR

Ing. Gustavo Ramírez Aguirre
VOCAL

Ing. Marcelo Moncayo Theurer
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

La responsabilidad del contenido de este documento de tesis de grado es exclusivamente de mi autoría.

Luis Alejandro Ortiz Yagual
CI: 0913627170

Índice

Capítulo I

1 Generalidades

1.1	Introducción	1
1.2	Ubicación del proyecto.....	2
1.3	Objetivo	3
1.3.1	Objetivos generales.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Delimitación del tema.....	4
1.5	Planteamiento del problema	5
1.6	Justificación del tema.....	6
1.7	Hipótesis	6

Capítulo II

2 Marco teórico

2.1	Pavimento.....	7
2.1.1	Introducción.....	7
2.1.2	Clasificación del pavimento	7
2.1.2.1	Pavimento articulado.....	7
2.1.2.2	Pavimento rígido	8
2.1.2.3	Pavimento semi rígido.....	9
2.1.2.4	Pavimento flexible	9
2.1.3	Partes que constituye un pavimento flexible	10
2.1.3.1	Sub rasante.....	10
2.1.3.2	Sub base.....	10
2.1.3.3	Función de la sub base	11

2.1.3.4 Base.....	11
2.1.3.5 Función de la base	11
2.1.3.6 Capa de rodadura	12
2.2 Tipos de fallas en el pavimento.....	12
2.2.1 Fallas superficiales	12
2.2.2 Fallas estructurales	13
2.3 Tipos de fallas en el pavimento en estudio.....	13
2.3.1 Ahuellamiento.....	13
2.3.2 Piel de cocodrilo	13
2.3.3 Bacheo y parcheo	13
2.4 Ensayo de suelos.....	14
2.4.1 Humedad natural	14
2.4.2 Límite líquido	14
2.4.3 Límite plástico	14
2.4.4 Índice de plasticidad	15
2.4.5 Análisis granulométrico	15
2.4.6 Ensayo de Proctor	16
2.4.7 Ensayo de CBR.....	17
2.5 Clasificación de los suelos	18
2.5.1 Sistema de clasificación unificada de suelo por la SUCS	19
2.5.1.1 Suelos gruesos	19
2.5.1.2 Suelos finos	19
2.5.2 Clasificación de los suelos por la AASHTO	20
2.5.2.1 Suelos granulares	21
2.5.2.2 Suelos finos	21
2.6 El tráfico.....	22
2.6.1 Estudio del tráfico	22
2.6.2 Tráfico promedio anual	22
2.6.3 Tipos de conteo.....	22
2.6.3.1 Manuales	23
2.6.3.2 Automáticos	23

2.6.4	Clasificación de las carreteras de acuerdo al tráfico	23
-------	---	----

Capítulo III

3 Aplicación de la metodología

3.1	Introducción	24
3.1.1	Trabajo de Campo	24
3.1.2	Trabajo de laboratorio	25
3.1.3	Trabajo de gabinete.....	25
3.1.4	Trabajo de investigación.....	25
3.1.5	Diseño del pavimento	26

Capítulo IV

4 Trabajos realizados

4.1	Introducción	27
4.2	Resultados de los ensayos de suelo	27
4.3	Conteo de tráfico.....	28
4.4	Cálculo de tráfico promedio diario semanal.....	30
4.5	Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA).....	31
4.5.1	Factor de estacionalidad mensual	31
4.5.2	Factor de ajuste diario	32
4.6	Diseño de pavimento Flexible	35
4.6.1	Factor de distribución del carril	35
4.6.2	Calculo de ESAL´S de diseño	35
4.6.3	Calculo del CBR de diseño.....	40
4.6.4	Parámetros que se consideran para el diseño del pavimento.....	42
4.6.4.1	Confiabilidad (R%)	42
4.6.4.2	Error normal combinado	43
4.6.4.3	Niveles de servicialidad	43

4.6.4.4	Numero estructural.....	44
4.6.4.5	Módulo resiliente (Mr).....	45
4.6.4.6	Condiciones del drenaje.....	45
4.6.4.7	Calculo del coeficiente de la capa asfáltica	46
4.6.4.8	Calculo del módulo resiliente y coeficiente de base y sub base	46
4.6.5	Calculo del número estructural	47
4.6.6	Calculo de espesores de la estructura.....	50
4.7	Propuesta de diseño a 15 años.....	51
4.7.1	Calculo del TPDA a 15 años.....	51
4.7.2	Cálculo de espesores diseño 2016.....	59
4.8	Comparación de resultados	60

Capítulo V

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1	Conclusiones	62
5.2	Recomendaciones	64

Anexo

Bibliografía

Índice de tabla

Tabla 1: Coordenada del proyecto	2
Tabla: 2 clasificación de los pavimentos	7
Tabla 3: Clasificación S.U.C.S.	20
Tabla 4 Clasificación de suelo AASHTO	21
Tabla 5: Clasificación de las carreteras	23
Tabla 6: Resumen de resultados de suelos obtenidos	27
Tabla 7: Clasificación de los automotores.....	28
Tabla 8: Resumen de conteo de tráfico	29
Tabla 9: factor de estacionalidad mensual	31
Tabla 10: Factor diario	32
Tabla 11: clase de vía.....	33
Tabla 12: Composición del tránsito	34
Tabla 13: Factor de distribución.....	35
Tabla 14: Factor camión	38
Tabla 15: Calculo de ESAL´S	39
Tabla 16: Tipo de tránsito	40
Tabla 17: límite para la selección de resistencia.....	40
Tabla 18: CBR de diseño	41
Tabla 19: Niveles de confiabilidad para tipos de carreteras	42
Tabla 20: Desviación normal estándar	42
Tabla 21: Error normal combinado.....	43
Tabla 22: Nivel de servicialidad	43
Tabla 23: Servicialidad inicial.....	44
Tabla 24: Servicialidad final	44
Tabla 25: Coeficiente de drenaje	45
Tabla 26: Mr y a1 base y sub base	47
Tabla 27 espesores mínimo recomendado por la AASHTO	49
Tabla 28: Espesores de pavimento.....	50
Tabla 29: Tasa de crecimiento anual del tráfico	52
Tabla 30 TPDA futuro	53
Tabla 31: Factor camión del 2031.....	54
Tabla 33: ESAL´S de diseño 2031	56
Tabla 34 parámetros diseño 2031	57

Tabla 35 Calculo de espesores nuevo diseño.....	59
Tabla 36 comparación de espesores	60
Tabla 37 Comparación de ensayos	61

Índice de fotos

Foto 1 pavimento articulado.....	8
Foto 2 Pavimento rígido.....	8
Foto 3 pavimento flexible	9
Foto 4 Composición del pavimento	10
Foto 5 Análisis granulométrico.....	16
Foto 6 Ensayo protor	17
Foto 7 Ensayo CBR	18
Foto 8 Conteo de trafico	28

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación del proyecto	2
Ilustración 2: Representación gráfica del conteo.....	30
Ilustración 3: Grafico para obtener coeficiente del asfalto	46
Ilustración 4 nuero estructural sub rasante	47
Ilustración 5 numero estructural de la sub base.....	48
Ilustración 6 Número estructural de base.....	48
Ilustración 7: cálculo de CBR 15 años	55
Ilustración 8 numero estructural de la sub rasante 2031	57
Ilustración 9 Número estructural sub base 2016	58
Ilustración 10 Número estructural base 2016.....	58

Capítulo I

1 Generalidades

1.1 Introducción

Las vías de comunicación cumplen un papel fundamental en el desarrollo de la economía de un país, por esta razón es necesario realizar los estudios adecuados que se requiere para la construcción, mantenimiento, y reparación de una carretera, de esta manera se asegura que cumplirá con el periodo de vida útil para la cual fue diseñada.

Inicialmente esta era una vía en la cual circulaban automotores livianos de los moradores del lugar y buses que realizaban su ruta de recorrido. Los vehículos pesados que se dirigían hacia el sector industrial que esta por el sector tenía otra vía de ingreso, la cual fue cerrada debido a que la cartonera Procarsa compro un lote de terreno por donde pasa la vía, y la bloque para ampliar sus instalaciones. Debido a este bloque de la vía los vehículos que ingresaban por ella, se vieron en la necesidad de tomar otra ruta de ingreso, y esta fue la vía de ingreso a la ciudadela Brisas de Procarsa.

Los moradores que viven en las ciudadelas que existen por el sector, pusieron una queja, pues sus viviendas se ven afectadas por el tránsito de vehículos pesados, por lo cual los propietarios de las empresas que hay en el lugar, procedieron a realizar un mejoramiento a esta vía.

1.2 Ubicación del proyecto

La vía en estudio está ubicada en el kilómetro 6.5 de la vía duran – tambo la cual pertenece al cantón Eloy Alfaro Duran, esta vía tiene una longitud de 600 metros aproximadamente, a la cual, para desarrollo del proyecto la tenemos abscisa desde 0+000 que es donde se conecta con la vía duran – tambo y la abscisa 0+600 que es donde inicia la ciudadela Brisas de Procarsa, esta vía presenta daños en un porcentaje considerable de su longitud, y tiene las siguientes coordenadas.

Tabla 1: Coordenada del proyecto

Coordenadas	
Este	Norte
631781.57 m	9756485.46 m.
631717.33 m	97560,55.24 m.

Fuente: Elaboración propia

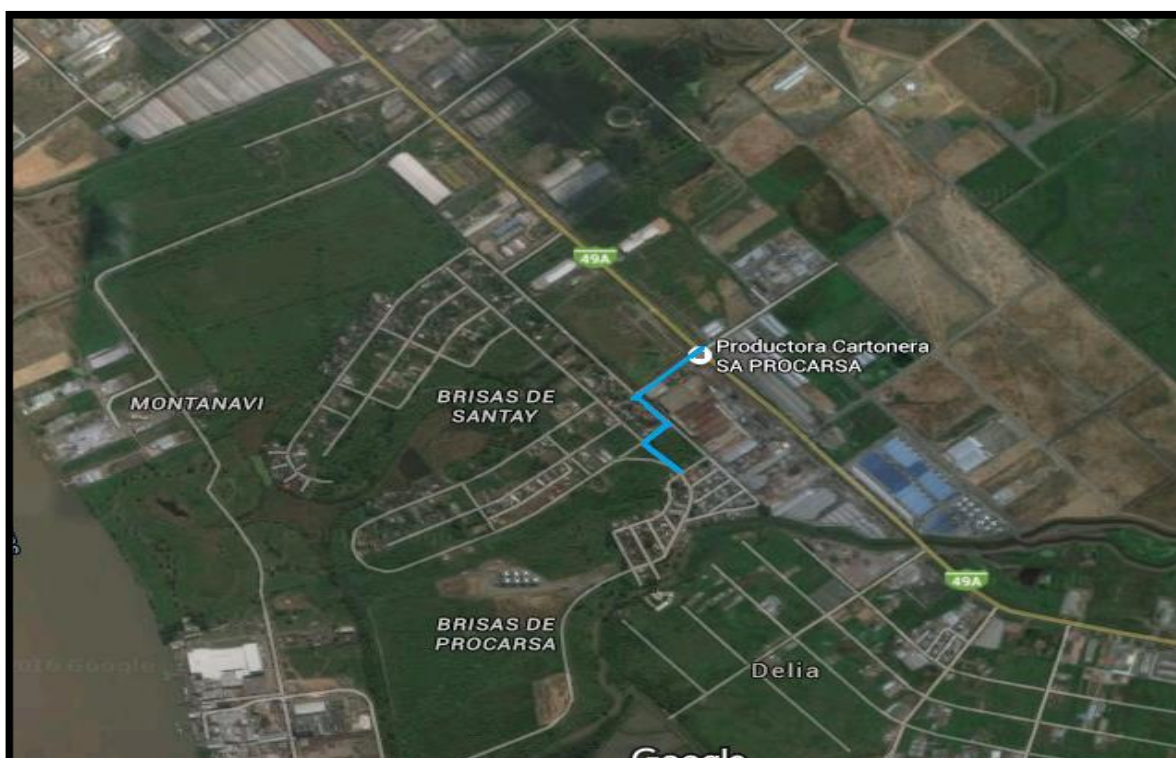


Ilustración 1: Ubicación del proyecto

Fuente: Google maps

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivos generales.

- Analizar las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible de la vía de ingreso a la Ciudadela Brisas de Procarsa.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar el conteo del tráfico de forma manual para obtener el trafico promedio diario anual (TPDA), y determinar las cargas de tránsito para calcular los ESAL'S que se requiere para el dimensionamiento de la estructura del pavimento.
- Realizar dos calicatas para medir los espesores y obtener las muestra de base, sub base, y sub rasante, y en el laboratorio de suelos y materiales "Arnoldo Ruffilli" de la Facultad realizar los ensayos correspondientes.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible siguiendo las norma AASHTO 93
- Verificar si las capas cumplen con los diámetros del diseño, y comprobar que la estructura cumplen los parámetros de diseño.

1.4 Delimitación del tema

La vía que es el objeto de este proyecto presenta problema en su estructura, esta tiene una longitud de 600 metros aproximadamente en la cual nos limitaremos a analizar dos de las causas que pueden estar ocasionando este problema, las cuales son el tráfico que circula en ella y su estructura.

Con el tráfico verificaremos si las causas que provocan este deterioro, son por el tipo de tráfico y las excesivas repeticiones, las cuales provocan fatiga en la estructura.

A la estructura se le tomara muestra, de la base, sub base, y sub rasante para realizar los respectivos ensayos y determinar si los daños que afectan al pavimento se deben porque la estructura no cumple con las especificaciones técnicas del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).

1.5 Planteamiento del problema

Las carreteras son un medio de comunicación primordial para el desarrollo de los pueblos que enlaza, por tal motivo es muy importante que las carreteras de un país estén en buen estado, para que den confort, seguridad, y un alto grado de confiabilidad a los usuarios que transitan por ella.

La vía por la cual se ingresa a la ciudadela Brisas de Procarsa presenta un gran deterioro en su carpeta asfáltica, lo cual representa una incomodidad transitar por esta vía, esto equivale a daños en los automotores que transitan por ella, generando un alto grado de inseguridad ya que circular por ella puede ser causa de accidente.

Por el daño que existe en la vía, los moradores ven afectada la estructura de sus viviendas, esto se debe a la gran vibración que ocasionan los vehículos pesados que circula por ella.

La vía en estudio ha incrementado su tráfico pesado en el transcurso de los años, debido a que esta se ha convertido en una zona industria, este aumento vehicular están ocasionando que la estructura del pavimento falla.

Entre los daños que encontramos en la vía tenemos fisuras longitudinales y transversales, piel de cocodrilos, baches hundimientos y desgaste en la superficie de rodadura.

1.6 Justificación del tema

La vía por la cual se ingresa a la ciudadela Brisas de Procarsa, ubicada en el cantón Eloy Alfaro Duran es de mucha importancia, ya que esta conecta a un gran sector industrial el cual es uno de los ejes del desarrollo de este cantón. Esta vía presenta un gran deterioro en su estructura, por este motivo es necesario realizar un análisis para determinar cuáles son las causas que están provocando que este pavimento esté en mal estado, y determinar las correcciones necesarias para su mejoramiento.

Este tema de investigación servirá para cumplir con los requisitos que establece el reglamento interno de graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

1.7 Hipótesis

Realizando la inspección visual tenemos como hipótesis:

- Exceso de tráfico que circula por la vía en estudio.
- La infraestructura no cumple con las especificaciones técnicas que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

Capítulo II

2 Marco teórico

2.1 Pavimento

2.1.1 Introducción

El pavimento es aquel que está formado por un conjunto de capas, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales seleccionados, que son compactados de manera adecuada, apoyada sobre la sub rasante. El pavimento debe resistir los esfuerzos que son transmitidos por las repetidas cargas de tránsito, durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura, los pavimentos para ser funcional debe ser durable, tener un adecuado drenaje, ser económico, tener una superficie regular transversal como longitudinal. (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 1)

2.1.2 Clasificación del pavimento

Tabla 2: clasificación de los pavimentos

Pavimento articulado
Pavimento rígido
Pavimento semi rígido
Pavimento flexible

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carretera Bogotá.

2.1.2.1 Pavimento articulado.

Es aquel cuya capa de rodadura está elaborada por bloque de concreto prefabricado (adoquines), con espesores uniformes e iguales entre sí, esta capa

puede ir colocada sobre una capa delgada de arena a su vez colocada sobre una base de capa granular o directamente sobre la sub rasante de acuerdo como sea la resistencia. (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 7)



Foto 1: Pavimento articulado

Fuente: Luis Ortiz

2.1.2.2 Pavimento rígido.

Se caracteriza por tener su capa de rodadura de concreto hidráulico, colocada sobre la sub rasante o una capa de material seleccionada llamada sub base. Por la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente elástico, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia, la capacidad de la estructura del pavimento rígido depende de la resistencia de la losa. (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 5)



Foto 2: Pavimento rígido

Fuente: Luis Ortiz

2.1.2.3 *Pavimento semi rígido.*

Este tipo de pavimento es similar al pavimento flexible en su estructura, pero una de su capa es rigidizada de manera artificial por un aditivo pudiendo ser este asfalto, emulsión, cal, químico. Este rigidizador básicamente cumple la función de corregir las propiedades mecánicas de los materiales locales, ya que estos no son aptos para la construcción de un pavimento. (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 5)

2.1.2.4 *Pavimento flexible.*

Se caracteriza porque su capa de rodadura está elaborada de una carpeta bituminosa la cual se apoya en dos capas que son la base, y la sub base, cuando el terreno de fundación es bueno se puede prescindir de una de estas capas. (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 2)



Foto 3: Pavimento flexible

Fuente: Luis Ortiz

2.1.3 Partes que constituye un pavimento flexible

El pavimento flexible está constituida esencialmente de la capa de rodadura, base, sub base, y también hablaremos de la sub rasante que es donde será transmitida las cara de tránsito que circula por el pavimento.

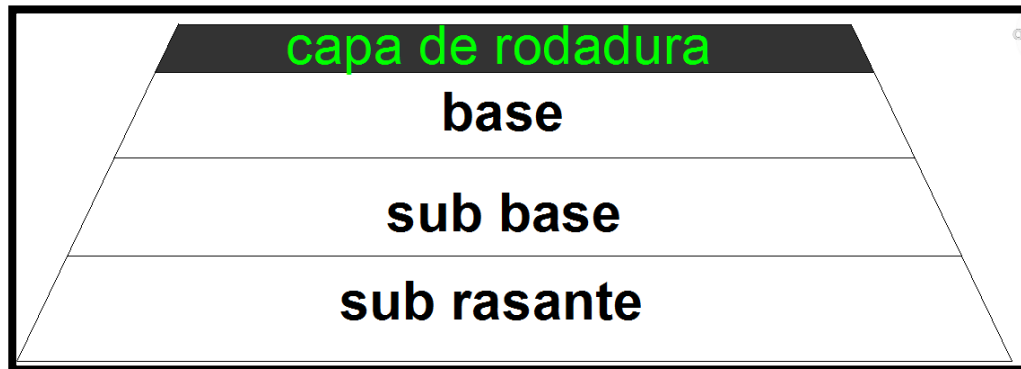


Foto 4: Composición del pavimento
Fuente: Luis Ortiz

2.1.3.1 Sub rasante.

Es el terreno donde se coloca el pavimento, de la capacidad de soporte de este depende en gran parte el espesor del pavimento, si el terreno de fundación es malo este será mejorado con un material de mejor calidad este debe ser un suelo granular o rocoso o combinación de los dos y debe estar libre de materiales orgánicos y escombros. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 162)

2.1.3.2 Sub base.

Es una capa seleccionada que es colocada sobre la sub rasante, los agregados son obtenidos por proceso de trituración o cribado, esta sub base debe cumplir con ciertas especificaciones las cuales son, que el coeficiente de desgaste debido a la abrasivo por tránsito debe ser menor que el 50%, debe tener un soporte del CBR mayor del 30% y el material que pasa el tamiz número cuarenta debe tener un límite

líquido menor del 25% y el índice plástico menor que el 6% (COMUNICACION, 2002, págs. IV - 38)

2.1.3.3 Función de la sub base.

Esta capa tiene como función el drenar al pavimento, controlar o eliminar los cambio volumen y de plasticidad de la sub rasante, controlar la ascensión de agua que por efecto de capilaridad asciende desde la sub rasante evitando de esta manera el hinchamiento del pavimento. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 162)

2.1.3.4 Base.

Es la capa que se coloca sobre la sub base la cual está constituida por agregados triturados total o parcialmente o material cribado que son estabilizados con agregados finos que proceden del proceso de trituración, esta base debe cumplir con los siguientes parámetros que son , el desgaste por abrasión debido al tránsito vehicular debe ser menor al 40% su capacidad de soporte CBR debe ser igual o mayor al 80%, la porción de suelo que pasa el tamiz numero 40 debe tener un límite líquido menor al 25% y el límite plástico debe ser menor que el 6% (COMUNICACION, 2002, págs. IV - 48)

2.1.3.5 Función de la base.

Entre las función que tiene la base es la de absorber los esfuerzos que la carga vehicular transmite y distribuir a la sub base todos estos esfuerzos de una manera uniforme, debe ser resistente a los cambio de temperatura y de humedad del medio,

no tener cambios de volúmenes. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 163)

2.1.3.6 Capa de rodadura.

La capa de rodadura es aquella que se coloca encima de la base y está elaborada por una mezcla bituminosa, la función principal de esta capa es la de impermeabilizar a la base de esta manera la protege de posibles filtración de agua que generalmente proviene de las lluvia, también la protege de posible desgaste por efecto del tránsito que circula por ella, esta capa también ayuda de alguna manera en aumentar la capacidad de soporte del pavimento cuando llega a tener un espesor mayor o igual 3 pulgadas. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 164)

2.2 Tipos de fallas en el pavimento

Según (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 158)“las fallas en el pavimento pueden ser de dos tipos, fallas superficiales y fallas estructurales”

2.2.1 Fallas superficiales

Son las que presentan deterioro en la superficie de rodamiento, debido a la falla de la capa asfáltica, y esta no guarda relación con la estructura de la calzada. Estas tipo de fallas se corrigen con solo regularizar la superficie y darle la necesaria impermeabilidad y rugosidad. (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 158)

2.2.2 Fallas estructurales

comprenden los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla estructural del pavimento, de una o más capas que lo constituyen las cuales deben ser resistentes a las cargas del tránsito que circula y al conjunto de factores climáticos del lugar. La corrección de este tipo de falla es necesario un tipo de refuerzo sobre el pavimento existente para que responda a las cargas de tránsito presente y futuro estimado. Se hace necesario el diseño de una estructura nueva. (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 158)

2.3 Tipos de fallas en el pavimento en estudio

2.3.1 Ahuellamiento

Son depresiones en la capa de rodamiento, esta se produce por deformaciones permanentes de cualquiera de la capa del pavimento o la subrasante a causa de la consolidación o movimiento lateral de los materiales, debido a la carga de tránsito, esto también se produce por deformaciones plásticas de la mezcla o debido a la falta de compactación durante el proceso constructivo. (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 173)

2.3.2 Piel de cocodrilo

Es un conjunto de grietas interconectadas la cual se produce por la falla por fatiga de la capa de la capa asfáltica, a causas de las cargas repetidas del tráfico, la piel de cocodrilo está considerada como un daño estructural importante y generalmente se presenta acompañado por ahuellamiento. (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 175)

2.3.3 Bacheo y parcheo

Áreas donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado con materiales similares o diferentes. Las capas que se involucran en la reparación pueden ser solo

la capa asfáltica (parcheo), o la capa asfáltica como las inferiores del pavimento (bacheo). (Fonseca, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, 2006, pág. 176)

2.4 Ensayo de suelos

2.4.1 Humedad natural

Este ensayo se lo conoce también como contenido de agua de un suelo, y este relaciona el peso del agua que tiene la muestra, y el peso de la muestra de suelo después de que este ha sido secado durante al horno a una temperatura de 105°C y la obtenemos con la siguiente ecuación. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 17)

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{peso del agua contenida en la muestra}}{\text{peso de muestra seca}}$$

2.4.2 Límite líquido

El límite líquido de un suelo se lo define como el contenido de humedad que tiene una muestra de suelo, para que este pase de un estado plástico a un estado líquido, esta muestra de suelo se escoge una pequeña porción que al ser tamizado pasa por el tamiz número 40 (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 21)

2.4.3 Límite plástico

Se conoce como el límite plástico de un suelo al menor contenido de agua que tiene una porción de suelo pasante del tamiz número 40 para que este permanezca plástico, y es expresado como contenido de agua, en porcentaje de la muestra la cual

ha sido secada al horno a una temperatura de 105°C, y se lo determina mediante la siguiente ecuación. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 25)

$$\text{límite plástico} = \frac{\text{peso de agua}}{\text{peso seca de la muestra}} \times 100$$

2.4.4 Índice de plasticidad

Según el libro de mecánica de suelo de la Universidad de Guayaquil “es la diferencia que existe entre el límite líquido y el índice plástico. Se indica como el índice plástico, excepto en los casos siguientes cuando WL o WP no pueden ser determinados, cuando el suelo es muy arenoso, cuando el WP es igual o mayor que WL (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 27)

$$\text{Índice plástico} = \text{límite líquido} - \text{límite plástico}$$

2.4.5 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo, consiste en separar y clasificar, por tamaños los granos que lo compone, empleando tamices de diferente diámetro con el fin de clasificar suelos gruesos o de observar si estos cumplen con especificaciones. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 36)



Foto 5: Análisis granulométrico
Fuente: Luis Ortiz

2.4.6 Ensayo de Proctor

Consiste en compactar el suelo en tres o cinco capas dentro de un molde especificado por medio de golpes de un pistón que se deja caer desde una altura dada. En este tipo de ensayo existen dos sistemas AASHTO: el estándar y el modificado para realizar un mayor trabajo de compactación se emplea el método modificado (AASHTO T – 180). Este ensayo nos permite determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, que es el contenido de humedad que da el más alto peso unitario en seco. . (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 130)



Foto 6: Ensayo protor
Fuente: Luis Ortiz

2.4.7 Ensayo de CBR

Este ensayo nos permite determina la resistencia al esfuerzo cortante, y el porcentaje de hinchamiento que tiene un suelo. Este ensayo se lo realiza después de obtener la densidad máxima del suelo, para ponerle la cantidad de agua optima, esto lo obtenemos por medio de la siguiente ecuación. (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 139)

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{esfuerzo de la muestra patro}} \times 100$$



Foto 7: Ensayo CBR
Fuente: Luis Ortiz

2.5 Clasificación de los suelos

Se ha desarrollado varios tipos de clasificación de suelo, esto se debe a la gran variedad de tipos de suelos que existen en el planeta en la actualidad se utilizan dos tipos de clasificación que son el sistema unificados de los suelos (SUCS) y el sistema implementado por la American ASSociation of State Highway and Transpotation officils (AASHTO) (Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002, pág. 43)

2.5.1 Sistema de clasificación unificada de suelo por la SUCS

El sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS) los clasifica en 2 grupos que se determina por el cribado a través de la malla número 200, estos grupos son los suelos gruesos y los suelos finos. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 56)

2.5.1.1 Suelos gruesos.

Si el porcentaje de la muestra de un suelo que es retenido por el tamiz número 200 es mayor a 50 % se dice que son suelo de granulometría gruesa, estos suelos a su vez se clasifican en 2 grupos que se los determina por el tamiz número 4, si el retenido del tamiz número 4 es mayor a igual al 50% se dice que es grava y se lo representa con la letra g y si el pasante de la malla 4 es mayor al 50% se dice que es arena y se lo representa con la letra s, estos grupos se subdividen de acuerdo a su granulometría y al coeficiente de uniformidad y de curvatura. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 56)

2.5.1.2 Suelos finos.

Son aquellos cuyos porcentaje que pasa el tamiz número 200 es mayor que el 50% y estos se sub dividen en grupos los cuales se lo determina de acuerdo al porcentaje de fino. Entre este grupos tenemos los limos inorgánico de símbolo M, las arcillas inorgánicas de símbolos C, los limos y arcillas orgánicos de símbolo.

Cada uno de estos tres grupos se subdividen de acuerdo al límite líquido que tengan, así pues si el límite líquido es mayor a 50 se lo denomina de alta

comprensibilidad y si en caso contrario el límite líquido es menor del 50% se dice que son de baja compresibilidad. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 58)

Tabla 3: Clasificación S.U.C.S.

			simbolo	% finos		
Grueso > 50%	Grava	bien graduada	GW	< 5%	Cu>4; Cc 1 y 3	
		mal graduada	GP	< 5%	Falla Cu o Cc	
		limosa	Gm	> 12 %	limite con pasante del 40	bajo linea A
		arcillosas	Gc	> 12 %		sobre linea A
	arenas	bien graduada	SW	< 5%	Cu>4; Cc 1 y 3	
		mal graduada	SP	< 5%	Falla Cu o Cc	
		limosa	SM	> 12 %	limite con pasante del 40	bajo linea A
		arcillosas	SC	> 12 %		sobre linea A
malla 200						
finos > 50 %	Limo	inorganico de alta plasticidad, MH inorganico de baja a media plasticidad ML				
	Arcillas	inorganico de alta plasticidad, CH inorganico de baja a media plasticidad CL				
	Arcillas y limos organicos en la carta de plasticidad bajo linea A pero cerca de ella				De alta plasticida, OH De baja plasticida, OL	
	los finos se clasifican según sus limites en la carta de plasticidad turba y limos, pt 300>=WL<=500 100>=IP<=200					

Fuente: mecánica de suelos laboratorio. Guayaquil., 1995.p.61

2.5.2 Clasificación de los suelos por la AASHTO

Este sistema de clasificación divide a los suelos en dos grupos que son los suelos granulares y los suelos de granulometría finas, (suelos finos) las cuales igual los clasifica de acuerdo al porcentaje de suelo que pasa el tamiz número 200. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 63)

2.5.2.1 Suelos granulares.

Si el porcentaje de la muestra de un suelo retenido por la malla número 200 es igual o mayor al 65% se los clasifica como suelos granulares y estos a su vez se subdividen en los grupos A-1, A-2, A-3, estos grupos a su vez se subdividen en otros sub grupos. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 63)

2.5.2.2 Suelos finos.

Si el porcentaje de la muestra de un suelo retenido por la malla número 200 es menor que el 65% son suelos finos y estos se subdividen e los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y estos a su vez se subdividen en otros subgrupos. (Terrerros de Varela & Moreno Lituma, 1995, pág. 64)

Tabla 4: Clasificación de suelo AASHTO

grupo			predomina	% finos	IP	pasa acumulado	
gruesos s>= 65%	A1	A-1a	grava	<=15	<=6	<= 50	<=30
		A-1b	arena	<=25	<=6	<= 50	
	A2	A-2-4	garva y arena con limos	<=35	<=10		
		A-2-5					
		A-2-6	grava y arena con arcilla		>=11		
		A-2-7					
	A-3		arena fina	<=10	Np	>= 51	
malla 200							
finos 35%	A-4	limos		>35	<=10		
	A-5						
	A-6	arcillas			>=11		
	A-7	A-7-5	IP<=ML-30				
		A-7-6	IP>WL-30				

Fuente: Mecánica de suelos laboratorio. Guayaquil, 1995. P.67

2.6 El tráfico

2.6.1 Estudio del tráfico

El estudio del tráfico es muy importante para el diseño de una vía este debe basarse en los datos del tráfico vía, para lo cual se debe determinar el tráfico que circula en la vía actual, con estos datos se determina el volumen y el tipo de vehículos, esto es de suma importancia porque con el volumen se puede realizar el diseño geométrico de la vía, y con el tipo de vehículo se diseña el pavimento de una carretera (PUBLICA, 2003, pág. 11)

2.6.2 Tráfico promedio anual

Esta es la unidad con la cual medimos el volumen que circula por una vía, el conteo de tráfico se lo realiza por medio de observaciones puntuales y las variaciones que este tiene. Entre los tipos de conteo tenemos los conteos manuales y los automáticos

El conteo manual es de suma importancia ya que por medio de este determinamos el tipo de tráfico que circula en la vía. El conteo automático nos permite determinar la cantidad de tráfico que circula sin distinguir la clase de vehículo que circula, por eso es de suma importancia que el conteo de tráfico manual este acompañado de un conteo automático. (PUBLICA, 2003, pág. 11)

2.6.3 Tipos de conteo

Según el “Ministerio de transportes y Obras Publica” tenemos 2 tipos de conteo los cuales son:

- Manuales
- Automáticos

2.6.3.1 Manuales.

Este tipo de conteo manual es de suma importancia y son irremplazable el cual nos ayuda Proporcionando la información sobre la composición del tráfico y los giros en la intersección de los que depende el diseño geométrico de una carretera. (PUBLICA, 2003, pág. 13)

2.6.3.2 Automáticos.

Permite conocer el volumen del tránsito que circula en una carretera, este debe ir acompañado del conteo manual para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático se debe tener mucho cuidado con su calibración, ya que cuenta pares de ejes (por cada 2 impulso percibido registra un vehículo) (PUBLICA, 2003, pág. 13)

2.6.4 Clasificación de las carreteras de acuerdo al tráfico

Estas se clasifican de acuerdo al tráfico que circula por el

Tabla 5: Clasificación de las carreteras

Clasificación de las carreteras en función del tráfico	
cClase de carretera	Trafico proyectada
	mas de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300

Fuente: Ministerio de Transporte y obra Publica 2003. P.22

Capítulo III

3 Aplicación de la metodología

3.1 Introducción

La metodología que seguiremos para realizar este proyecto la realizaremos en varios puntos, la cual consiste en:

- Trabajo de campo
- Trabajo de laboratorio
- Trabajo de gabinete
- Trabajo investigativo
- Diseño del pavimento

3.1.1 Trabajo de Campo

- Se realizara una inspección visual para determinar el estado actual en que se encuentra la vía en estudio.
- Se realizara el conteo de tráfico para determinar el tráfico de manera manual.
- Se extraerá muestras de cada una de las capas que componen el pavimento, mediante perforaciones.
- Se transportara las muestras de las componentes al laboratorio de la Universidad de Guayaquil.

3.1.2 Trabajo de laboratorio

Una vez que las muestras se encuentren en el laboratorio, empezaremos a realizar los ensayos necesarios. Entre los ensayos que se realizara será.

- Humedad natural
- Limite líquido
- Limite plástico
- De granulometría
- Pasante del tamiz 200
- Ensayo de Proctor
- Ensayo de CBR

3.1.3 Trabajo de gabinete

Este trabajo lo realizaremos una vez obtenido el conteo de tráfico, procederemos a el cálculo del tráfico promedio diario anual, determinaremos la composición del tráfico y realizaremos los cálculos de los datos que obtengamos de los ensayos de laboratorio.

3.1.4 Trabajo de investigación

Los trabajos de investigación los realizaremos en cada una de las etapas que hemos trazado en este marco metodológico, se buscara las fuentes adecuadas y confiables, sean estos libros, sitios web para poder realizar de la mejor manera y con resultados confiables.

Realizados todos los pasos propuestos realizaremos las comparaciones de los datos que se obtuvo en el los cálculos y las norma que le Ministerio de Transporte y Obras Publica nos indica se deben cumplir para este tipo de obras civiles, y de esta manera determinaremos cuales son las causas que está provocando que este pavimento se esté deteriorando.

3.1.5 Diseño del pavimento

El cálculo del pavimento lo realizaremos siguiendo las normas AASHTO 93, la cual consideran los siguientes parámetros:

- El transito especificado como número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño durante el periodo de diseño
- El nivel de confianza que se desea de calcular el pavimento
- El error normal combinado
- El nivel de servicialidad
- El módulo resiliente de la sub rasante
- El numero estructural del pavimento
- La calidad del drenaje

Capítulo IV

4 Trabajos realizados

4.1 Introducción

Realizad los trabajos de campo, de laboratorio, de gabinetes, e investigativo, hemos obtenido los resultados que detallaremos en este capítulo.

4.2 Resultados de los ensayos de suelo

Ensayos de suelos los ensayos de suelos los realizamos en el laboratorio de suelos y materiales “Ingeniero Arnoldo Ruffilli”, de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Física de la Universidad de Guayaquil.

De los ensayos realizados obtuvimos los siguientes resultados que detallamos en la tabla # 5

Tabla 6: Resumen de resultados de suelos obtenidos

Abscisa		0+340			0+580		
Capa		Base	Sub Base	Subrasante	Base	Sub Base	Subrasante
Límite Líquido		22.00%	25.40%	32.40%	20.00%	32.50%	31.30%
Límite Plástico		18.64%	18.78%	23.15%	17.51%	24.11%	20.98%
Índice de Plasticidad		3.36%	6.62%	9.25%	2.49%	8.39%	10.32%
Tipo de Suelos	SUCS	GP-GM	GP-GC	GM	GP-GC	GP-GM	GC
	AASHTO	A-1-a	A-2-4	A-2-4	A-1-a	A-2-4	A-2-4
Procto	Humedad opima	8.60%	9.60%	10.50%	8%	12.80%	12.80%
	Densidad máxima (Kg/m3)	2020	1970	1860	1945	1872	1818
CBR		53.00%	21.60%	9.20%	61.00%	25.00%	11.10%

Fuente: Luis Ortiz

4.3 Conteo de tráfico

Para obtener el TPDA se realizó un conteo de tráfico que circula por la vía de una manera manual por tres días los cuales fueron sábado 04 de junio, domingo 05 de junio y lunes 06 de junio de año en curso, este conteo se realizó durante 12 horas consecutivas las cuales fueros a partir de la 06:00 hasta las 18:00 de cada día antes mencionados.



Foto 8: Conteo de tráfico
Fuente: Elaboración propia

A continuación mostramos la tabla que indica la clasificación de los vehículos la cual se empleara para el desarrollo de los cálculos de los ESAL'S del proyecto.

Tabla 7: Clasificación de los automotores

Clasificacion de los automotores	
Livianos	Vehiculos utilizados para transporte de pasajeros
Buses	1 eje, con un eje posterior
	2 ejes, con ejes posterior de llanta doble
Camiones	Todo vehiculo destinado al transporte de carga
	2 ejes, con eje posterior de llanta doble
	3 ejes (mulas)
	4,5,6 ejes

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Publica (Mtop)

Con los resultados obtenidos del conteo de tráfico presentamos una tabla en la cual detallamos los resultados del conteo de tráfico.

Tabla 8: Resumen de conteo de tráfico

Estacion N° 1							Dentido: Salida-ingreso							
Direccion: Ingreso a ciudadela Brisas de Procarsa														
Día de la semana	Fecha	Livianos			Buses		Pesados			Extra pesados				suma
		motos	autos	camioneta	busetas	bus	2DA	C2g	C3	C2s1	C2s2	C3s2	C3s3	
														
Sábado	04/06/2016	154	483	341	76	131	63	61	34	8	19	40	25	1332
Domingo	05/06/2016	83	275	202	13	84	33	37	19	5	14	22	18	750
Lunes	07/06/2016	247	897	372	89	212	228	157	39	9	22	69	36	2212
Total		484	1655	915	178	427	324	255	92	22	55	131	79	4294
TPD		53.78	551.67	305.00	59.33	142.33	108.00	85.00	30.67	7.33	18.33	43.67	26.33	1431
TPDS %		3.76%	38.54%	21.31%	4.14%	9.94%	7.54%	5.94%	2.14%	0.51%	1.28%	3.05%	1.84%	100.00%
Composición del tráfico		63.60%			14.09%		15.63%			6.68%				100.0%

Fuente: Elaboración propia

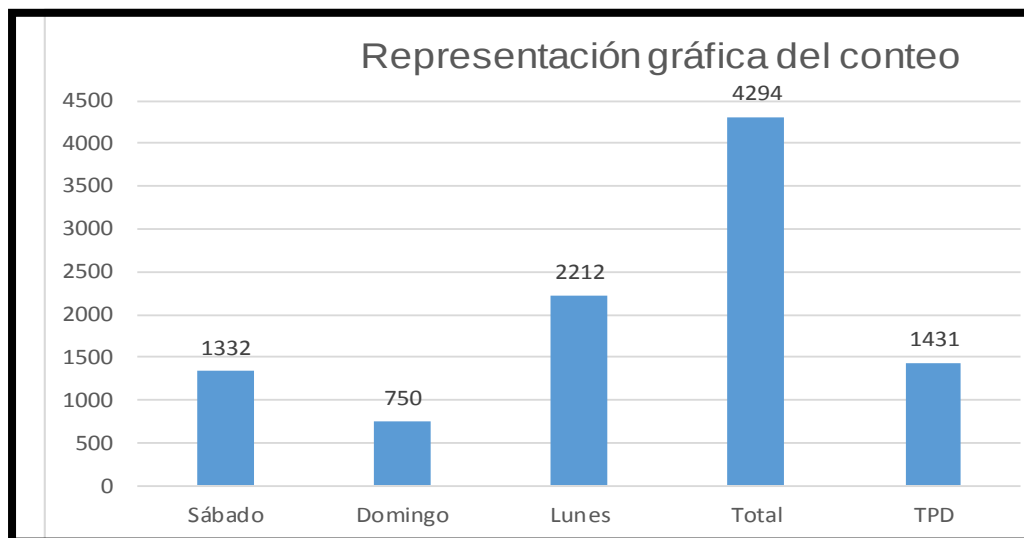


Ilustración 2: Representación gráfica del conteo
Fuente: Elaboración propia

4.4 Cálculo de tráfico promedio diario semanal

Para el cálculo del tráfico promedio anual emplearemos la siguiente ecuación.

$$TPDS = \frac{5}{7} * \left(\sum \frac{D_n}{m} \right) + \frac{2}{7} * \left(\sum \frac{D_e}{m} \right)$$

Donde:

TPDS: tráfico promedio diario semanal

Σ : sumatoria

D_n : días normales (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

D_e : días feriados (sábado y domingo)

Aplicando la ecuación tenemos:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \left(\frac{2212}{1} \right) + \frac{2}{7} * \left(\frac{750 + 1332}{2} \right)$$

TPDS= 1878VEHICULOS DIARIOS AMBOS SENTIDO

4.5 Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para calcular el tráfico promedio diario anual se requiere además del TPDS de los siguientes factores.

- Factor de estacionalidad mensual
- Factor de ajuste diario

4.5.1 Factor de estacionalidad mensual

Es el que proporciona el Ministerio de Transporte y Obras Pública, el cual está basado en los datos de flujos de vehículos en donde se analiza el tráfico, en nuestro caso en la provincia del Guayas.

Tabla 9: factor de estacionalidad mensual

factor de estacionalidad mensual	
Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.098
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Fuente: Mtop

De la tabla se escoge el factor que corresponde al mes en el cual se realizó el conteo, en nuestro caso se lo realizó el mes de junio, nos corresponde el factor de 1.034.

4.5.2 Factor de ajuste diario

Este factor se lo determina de acuerdo a los resultados que se obtienen en el conteo y es la relación entre el TPDS con el tráfico diario, y está definido de acuerdo a la siguiente ecuación.

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

Donde:

TPDS: tráfico promedio diario semanal

Td: tráfico diario

Tabla 10: Factor diario

Factor de ajuste diario		$F_d = \frac{TPDS}{TD}$			
Día	TD	TPDS	Fd		
Sábado	1332	1878	1.41	FD =	1.59
Domingo	750		2.50		
Lunes	2212		0.85		
			4.76		

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los factores de estacionalidad mensual y de ajuste diario calculamos nuestro TPDA.

$$TPDA = F_m \cdot F_d$$

$$TPDA = 1878 \times (1.034) \times (1.59)$$

TPDA= 3088 vehículos diario ambos sentidos.

De acuerdo a la tabla la clasificación de la carretera es de primer orden



República del Ecuador

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾						
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	40	40	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	210	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾	
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	
Peralle	MAXIMO = 10%																														
Coefficiente “K” para: ⁽²⁾																															
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	6	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																														
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,70			6,00			6,00								4,00 ⁽⁸⁾	
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado						
Ancho de espaldones ⁽⁶⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---						
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0						
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---						
Curva de transición																			USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO												
Puentes	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																														
Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																														
Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾	0,50 m. mínimo a cada lado																														
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																														
	LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.

2) Longitud de las curvas verticales: $L = K \cdot A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.

3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.

iv) se puede aumentar la gradiente en 1 % en terrenos ondulados y 3 % en terrenos montañosos, para longitudes menores a 150 m.

5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0.50 m más cuando se prevea la instalación de guarda caminos.

66) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.

7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.

Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular. En los casos en los que haya bastante tramo de peatonaje, usarse dos aceras completas de 1,20 m de ancho.

Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existiendo generalmente el trazado actual.

2-R

Tabla 11: clase de vía

Clasificacion	Trafico	
1	3000 a 8000	Absoluta

Fuente: elaboración propia

Obtenido nuestro TPDA podremos determinar la composición del tráfico que circula por la vía, la cual la detallamos en la tabla número 11.

Tabla 12: Composición del tránsito

Tráfico actual	Livianos			buses		pesados			Extra pesados				Total
	motos	autos	camtas	busetas	bus	2DA	C2g	C3	C2S1	C2S2	C3S2	C3S3	
	3.76%	38.54%	21.31%	4.14%	9.94%	7.54%	5.94%	2.14%	0.51%	1.28%	3.05%	1.84%	
3088	63.60%			14.09%		15.63%			6.68%				100%

análisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento flexible de la vía de ingreso a ciudadela Brisas de Procarisa (Duran)												
# carriles	2	% de vehículos	Cantidad			cargas máximas estimadas						
TPDA =	3088		# de vehículo	dist. por carril (F.D.C)	total de vehículo	condición de carga	Tren delantero		Tren intermedio		Tren trasero	
Tipos de vehículos												
Livianos		63.60%	1964	1.00	1964	Wcarg.	simple	1.0			simple	3.0
Busetas		2.07%	64	1.00	64	Wcarg.	simple	1.7			simple	5.0
		2.07%	64	1.00	64	W vacío		5.5				10.0
Bus		4.97%	154	1.00	154	Wcarg.	simple	3.0			simple	7.0
		4.97%	154	1.00	154	W vacío		6.5				12.0
2DA		3.77%	116	1.00	116	Wcarg.	simple	1.5			simple	2.7
		3.77%	116	1.00	116	W vacío		3.0				7.0
C2g		2.97%	92	1.00	92	Wcarg.	simple	1.7			simple	5.0
		2.97%	92	1.00	92	W vacío		5.5				10.0
3C		1.07%	33	1.00	33	Wcarg.	simple	1.7			tandem	5.2
		1.07%	33	1.00	33	W vacío		5.5				18.0
C2s1		0.26%	8	1.00	8	Wcarg.	simple	2.7	simple	3.8	simple	3.5
		0.26%	8	1.00	8	W vacío		5.5		10.0		12.0
C2s2		0.64%	20	1.00	20	Wcarg.	simple	4.0	simple	4.7	tandem	4.5
		0.64%	20	1.00	20	W vacío		6.0		10.0		18.0
C3s2		1.53%	47	1.00	47	Wcarg.	simple	3.5	tandem	5.5	tandem	5.0
		1.53%	47	1.00	47	W vacío		6.0		18.0		18.0
C3s3		0.92%	28	1.00	28	Wcarg.	simple	4.2	tandem	6.5	tridem	6.2
		0.92%	28	1.00	28	W vacío		6.0		18.0		24.0

Fuente: apunte de clases de carretera II

4.6 Diseño de pavimento Flexible

4.6.1 Factor de distribución del carril

En nuestro proyecto tenemos la calzada de la vía de dos carriles de acuerdo a la tabla número 12 este está entre 80 y 100 para el cálculo de este diseño tomaremos 100.

Tabla 13: Factor de distribución

Factor de distribución por carril	
numero de carriles de cada direccion	% de ejes equivalente de 8.2 ton en
1	100
2	80 - 100
3	60 - 0
4	50 - 75

Fuente: AASHTO Guide for pavement structures

4.6.2 Calculo de ESAL'S de diseño

Para el calcular los ESAL'S se debe convertir las cargas de transito que circula por la vía en un numero de ejes determinado, cuyo valor es de 8.2 ton (8200 Kg o 18000Lb)

Para la conversión de las diferentes cargas a cargas equivalente estas deben ser afectadas con un factor equivalente, para los diferentes tipos de ejes de cargas, el cual los obtenemos en la tabla de valores equivalente que la AASHTO dispone.

De acuerdo al tráfico determinamos que esta vía es de mucho tráfico por esta razón de las tablas escogemos la tabla con servicialidad final de 2.5 y de número estructural 2.

La guía ASSHTO desarrollo lo factores e cargas equivalentes de carga por ejes (EALF: Equivalent Axel load factors), para desarrollar el daño causado por las diferentes magnitudes de carga de configuraciones de ejes con la carga del eje estándar.

$$\frac{W_x}{W_{18}}$$

Donde:

W_x : número de aplicaciones de carga de ejes de 18000 libras en un tiempo t

W_{18} : número de aplicaciones de carga en un eje x en un tiempo T

Basado en datos obtenidos de la prueba vial de la ASSHTO

Se desarrollaron las siguientes ecuaciones de regresión para determinar ls factores equivalentes de carga para pavimento flexible.

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.79} \left[\frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{4.33}$$

$$\beta = 0.4 + \left(\frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \right)$$

$$\beta = 0.4 + \left(\frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \right)$$

Donde:

W_x : Inverso de los factores de equivalencia de aplicación de ejes

W_{18} : número de ejes simple de 18000 lb (80 Kn)

Lx: Carga de ejes evaluados

L18: (carga del eje estándar en libras/1000)

L2: código para la configuración del eje

1 = Eje simple

2 = Ejes tandem

3 = ejes tridem

X: factor de equivalencia para el eje evaluado

S = código para eje estándar, igual a 1(eje simple)

G: función de la proporción de la pérdida de servicialidad en un tiempo t, para la pérdida potencial observada en el punto donde $t = 1.5$

β : función que determina la relación entre servicialidad y aplicación del eje de carga

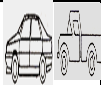
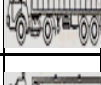
Pt: índice de servicialidad final

Sn: número estructural

Tabla 14: Factor camión

Sn	2.5	$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.79} \left[\frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{4.33}$	$\beta = 0.4 + \frac{(0.081(L_x + L_{2x})^{3.23})}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}}$
Pt	2.5		
G	-0.2009		
β_{18}	2.04114		

$G = \log \left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5} \right)$	
---	--

Tipos de vehiculos	Condición de carga	Eje delantero		eje intermedio		eje posterior		βx			EALF(W18/Wx)			ΣFactor camión
											delantero	intermedio	posterior	
								delante	inter	poste				
Busetas	 Wcarg.	simple	1.0			simple	3.0	0.40523		0.48558	0.0005		0.0259	0.0264
	W vacío	simple	5.5			simple	10.0	0.89691		3.46174	0.2270		2.29735	2.5244
Bus	 Ncarg.	simple	3.0			simple	7.0	0.48558		1.42679	0.0259		0.54999	0.5759
	N vacío	simple	6.5				12.0	1.22049		5.78942	0.4166		5.0358	5.4524
2DA	 Wcarg.	simple	1.5			simple	2.7	0.41359		0.46381	0.0020		0.0175	0.0195
	W vacío	simple	3.0				7.0	0.48558		1.42679	0.0259		0.5500	0.5759
C2g	 Wcarg.	simple	1.7			simple	5.0	0.41861		0.77430	0.0031		0.1618	0.1650
	W vacío	simple	5.5				10.0	0.89691		3.46174	0.2270		2.2974	2.5244
3C	 Wcarg.	simple	1.7			tandem	5.2	0.41861		0.45750	0.0031		0.0209	0.0241
	W vacío	simple	5.5				18.0	0.89691		2.61268	0.2270		2.0389	2.2659
C2s1	 Wcarg.	simple	2.7	simple	3.8	simple	3.5	0.46381	0.56773	0.53244	0.0175	0.0612	0.0455	0.1242
	V vacío	simple	5.5		10.0		12.0	0.89691	3.46174	5.78942	0.2270	2.2974	5.0358	7.5602
C2s2	 Wcarg.	simple	4.0	simple	4.7	tandem	4.5	0.59457	0.71179	0.43881	0.0735	0.1301	0.0122	0.2157
	V vacío	simple	6.0		10.0		18.0	1.04476	3.46174	2.61268	0.3106	2.2974	2.0389	4.6468
C3s2	 Wcarg.	simple	3.5	tandem	5.5	tandem	5.0	0.53244	0.46713	0.45164	0.0455	0.0258	0.0181	0.0894
	W vacío	simple	6.0		18.0		18.0	1.04476	2.61268	2.61268	0.3106	2.0389	2.0389	4.3883
C3s3	 Wcarg.	simple	4.2	tandem	6.5	tandem	6.2	0.62423	0.50725	0.43093	0.0874	0.0478	0.0107	0.1459
	W vacío	simple	6.0		18.0		24.0	1.04476	2.61268	1.94200	0.3106	2.0389	1.5289	3.8783

Fuente: Elaboración propia

Obtenidos el factor camión de cada vehículo, calculamos los ESAL'S de diseño.

Tabla 15: Calculo de ESAL'S

Tráfico actual	Livianos			buses		pesados			Extra pesados				Total
	motos	autos	camtas	busetas	bus	2DA	C2g	C3	C2S1	C2S2	C3S2	C3S3	
	3.76%	38.54%	21.31%	4.14%	9.94%	7.54%	5.94%	2.14%	0.51%	1.28%	3.05%	1.84%	
3088	63.60%			14.09%		15.63%			6.68%				100%
		años	15										
TPDA =	3088			Factor de dist. por carril (F.D.C)	total de vehiculo	condicion de carga	Factor de crecimiento	Trafico de diseño	Factor camion	ESAL'S de Diseño			
Tipos de vehículos		% de vehiculos	# de vehiculo										
livianos		63.60%	1964	1.00	1964	Wcarg.	1	716884.4	0.026	18909			
Busetas		2.07%	64	1.00	64	Wcarg.	1	23359.5	0.165	3854			
		2.07%	64	1.00	64	W vacio		23359.5	2.524	58969			
Bus		4.97%	154	1.00	154	Wcarg.	1	56036.7	0.576	32270			
		4.97%	154	1.00	154	W vacio		56036.7	5.452	305536			
2DA		3.77%	116	1.00	116	Wcarg.	1	42519.6	0.020	829			
		3.77%	116	1.00	116	W vacio		42519.6	0.576	24486			
C2g		2.97%	92	1.00	92	Wcarg.	1	33464.5	0.165	5521			
		2.97%	92	1.00	92	W vacio		33464.5	2.524	84478			
3C		1.07%	33	1.00	33	Wcarg.	1	12073.5	0.024	291			
		1.07%	33	1.00	33	W vacio		12073.5	2.266	27357			
C2s1		0.26%	8	1.00	8	Wcarg.	1	2887.1	0.124	358			
		0.26%	8	1.00	8	W vacio		2887.1	7.560	21827			
C2s2		0.64%	20	1.00	20	Wcarg.	1	7217.8	0.216	1557			
		0.64%	20	1.00	20	W vacio		7217.8	4.647	33540			
C3s2		1.53%	47	1.00	47	Wcarg.	1	17191.6	0.089	1536			
		1.53%	47	1.00	47	W vacio		17191.6	4.388	75442			
C3s3		0.92%	28	1.00	28	Wcarg.	1	10367.4	0.146	1512			
		0.92%	28	1.00	28	W vacio		10367.4	3.878	40208			
		100.00%	3088						100%	738480			
									50%	369240			

Fuente: Apunte de clases carreteras II

Tabla 16: Tipo de tránsito

NTD	Tipo de transito
Menor de 10	Liviano
De 10 a 100	Medio
de 100 a 1000	Pesado
Mayor de 1000	Muy pesado

Fuente: Apuntes clases carretera II

Este se obtiene conociendo los ESAL'S empleando la siguiente formula

$$NTD = \frac{\sum ESAL'S}{7300}$$

$$NTD = \frac{369240}{7300}$$

NTD = 51 tipo de transito medio

4.6.3 Cálculo del CBR de diseño

La manera con la cual determinaremos el CBR de diseño, se lo hace realizando la curvas de los CBR de la sub rasante, y de acuerdo a los ESAL'S determinamos nuestro percentil como indica la siguiente tabla.

Tabla 17: límite para la selección de resistencia

Límites para la selección de resistencia	
Nº de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño	porcentaje seleccionado
< 10 ⁴	60
10 ⁴ a 10 ⁶	75
> 10 ⁶	87.5

Fuente: Apunte de clases de carretera II

De acuerdo a nuestro ESAL'S el porcentaje que corresponde es de 75

Tabla 18: CBR de diseño

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

75 ▼

CBR DE DISEÑO
10.2%

▲

▼

tabla 1

No		CBR	% de valores iguales o mayores
1	2	9.2	100
2	1	11.1	50

de muestra
2

Crecimiento Normal del Tránsito

Fuente: Apuntes de clase de carretera II

4.6.4 Parámetros que se consideran para el diseño del pavimento

4.6.4.1 Confiabilidad (R%).

.Es un parámetro que involucra algún grado de seguridad en el proceso del diseño del pavimento, que se toma y que nos permitirá asegurar, que el pavimento cumplirá el periodo de diseño para el cual construido. (Sandoval, 2011, pág. 79)

Tabla 19: Niveles de confiabilidad para tipos de carreteras

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad, (R%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.0	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures

Tabla 20: Desviación normal estándar

Confiabilidad	Desviación normal estándar Z_r
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.647
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures.

4.6.4.2 Error normal combinado.

Considera el error o desviación del diseño de los datos del diseño, la Variación de las propiedades de la sub rasante, la variación de las propiedades de los materiales, la variación en la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas, y la variación de la calidad de la construcción. (Sandoval, 2011, pág. 80)

Tabla 21: Error normal combinado

Proyecto de pavimento	Desviacion estandar (SO)
Rango para pavimento flexible	0.40 - 0.50
Construcciones nuevas	0.45
sobre capas	0.50

Fuente: AASHTO Guide for desing of pavement strutures

4.6.4.3 Niveles de servicialidad

El índice de servicialidad presente considera el comportamiento estructural del pavimento, para ser confortable y seguro y queda calificada del 1 al 5, para pavimento flexible se parte de un nivel inicial de 4,2 y la servicialidad final que es donde sucede la falla funcional están definida por las siguientes tablas. (Sandoval, 2011, pág. 80)

Tabla 22: Nivel de servicialidad

PSI	Condicion
0 - 1	Muy pobre
1 - 2	Pobre
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

Fuente: AASHTO

Tabla 23: Servicialidad inicial

Tipo de pavimento	Servicialidad inicial (Po)
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO

Tabla 24: Servicialidad final

Tipo de vía	Servicialidad final (Pt)
Autopista	2.5 - 3.0
Carretera	2.0 - 2.5

Fuente: AASHTO

4.6.4.4 Numero estructural.

Es un número abstracto, que representa la resistencia del pavimento, bajo condiciones de sub rasante, tráfico total, servicialidad final, y condiciones ambientales. Este número estructural los obtenemos empleando la formula básica de la AASHTO, teniendo todos los parámetros del pavimento. (Sandoval, 2011, pág. 81)

$$\log(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \left(\frac{\log\left(\frac{\Delta IPS}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} \right) + 2.32 * (M_r)^{-8.07}$$

Donde:

W18: Numero de ejes equivalente de 8.2 ton

Zr: Desviación normal estándar

ΔIPS: Diferencia de índice de servicialidad, inicial y final

Mr: Modulo resiliente

SN: número estructural

4.6.4.5 Módulo resiliente (M_r).

Es la propiedad que caracteriza los materiales de la sub rasante en el método AASHTO, este se considera una medida de las propiedades elásticas del suelo que presentan ciertas características no lineales. (Sandoval, 2011, pág. 82)

La relación del módulo resiliente la podemos determinar por la ecuación para suelos granulares.

$$M_r = 4326 * \ln(CBR) + 241$$

Modulo elástico del asfalto 4000000 PSI

4.6.4.6 Condiciones del drenaje.

Este coeficiente es seleccionado de acuerdo a las características del material, la calidad que tiene el drenaje, y el porcentaje del tiempo, en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próxima a la saturación.

Tabla 25: Coeficiente de drenaje

Característica del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento esta expuesta a grado de humedad proxima a la saturacion			
	Menos del 1%	1- 5 %	5 - 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 -1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 -0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO Guide for desing of pavement structures.

4.6.4.7 *Calculo del coeficiente de la capa asfáltica.*

El coeficiente estructural de la superficie asfáltica a_1 se lo obtiene partiendo del módulo elástico del asfalto a una temperatura de 68 F (20° C) de acuerdo a una carta para la estimación de este. Con el módulo resiliente ingresamos a la ilustración 3y encontramos el coeficiente a_1 (Sandoval, 2011, pág. 84)

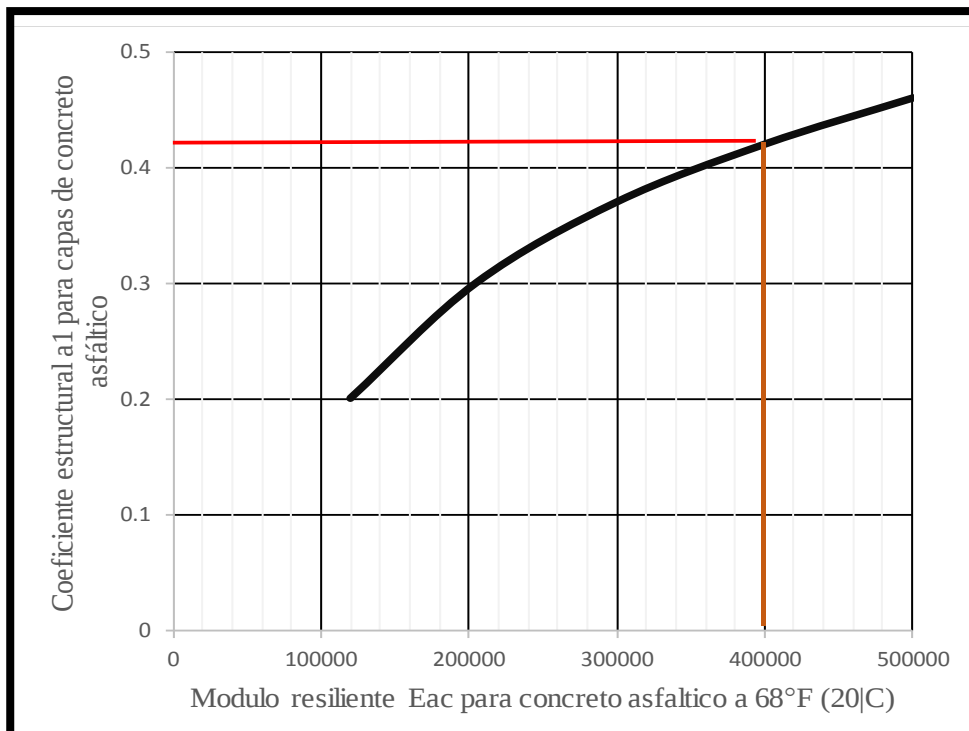


Ilustración 3: Grafico para obtener coeficiente del asfalto

Fuente: AASHTO Guide for desing of pavement structures.

De acuerdo a la ilustración 3 para el coeficiente a_1 para el concreto asfáltico a una temperatura de 68°F (20°C) es de 0.42.

4.6.4.8 *Calculo del módulo resiliente y coeficiente de base y sub base.*

Con el CBR de la base calculamos el módulo resiliente de la base y también el coeficiente a_2 y a_3 empleando las siguientes ecuaciones

Tabla 26: Mr y a1 base y sub base

Formula empleadas					
$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$ $a_2 = 0.032(CBR)^{0.32}$ $a_3 = 0.058 * (CBR)^{0.19}$					
Material utilizados	CBR	Coeficiente de drenaje de la capa (m)		Modulo resiliente (PSI)	Coeficiente estructural (a)
pavimento bituminoso				400000	0.42
Base Granular	80	0.80		19198	0.13
Sub base granu	30	0.80		14955	0.11
Sub rassante	10.2			10288	

Fuente: MTOP

4.6.5 Calculo del número estructural

Empleando el programa de la ASSHTO 93.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So):
 85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr 10288 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN **W18 =** 369240
☐ Calcular W18

Número Estructural:
SN = 2.51

Calcular Salir

Ilustración 4: nuero estructural sub rasante

Fuente: Programa AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 14955 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 = 369240**
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 2.17

Calcular Salir

Ilustración 5: número estructural de la sub base

Fuente: Programa AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 19198 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 = 369240**
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.97

Calcular Salir

Ilustración 6: Número estructural de base

Fuente: Programa AASHTO 93

La AASHTO recomienda espesores mínimos para el pavimento que está de acuerdo al número de ESAL'S.

Tabla 27: espesores mínimo recomendado por la AASHTO

Transito de diseño (ejes equivalente 8.2 ton)	Concreto Asfaltico (pulgada)	Base granular (pulada)
menor de 50000	1 o tratamiento superficial	4
50001 -150000	2	4
150001 - 500000	2.5	4
500001 - 2000000	3	6
2000001 -7000000	3.5	6
mayor de 7000000	4	6

Fuente: AASHTO 93

4.6.6 Cálculo de espesores de la estructura

Se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Donde:

a: coeficiente estructural de capas

m: coeficiente de drenaje de capas

D: espesor de capa

Tabla 28: Espesores de pavimento

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
capas	Materiales		SN calculado		coefic. de capas (a)	coef drenaje (m)	esores (Pulg.)		SN adoptado		Espesor adoptado
	CBR	MR (PSI)	Parcial	Acumulado			calculado	adoptado	parcial	acumulado	
C rodadura				1.97	0.42	1	4.69	3	1.26		7.5
Base	80	19198	1.97	0.20	0.13	0.8	1.9	4	0.42	1.26	10
Sub base	30	14955	2.17	0.34	0.11	0.8	3.9	10	0.88	1.68	25
terreno fund.	10.2	10288	2.51								42.5
				2.51	<						2.56

Fuente: Apuntes de carreteras II

4.7 Propuesta de diseño a 15 años

4.7.1 Cálculo del TPDA a 15 años

La propuesta para el diseño de pavimento es a 10 años, para lo cual se requiere calcular el TPDA futuro, para esta proyección se debe determinar el tráfico asignado el cual lo obtenemos empleando la ecuación siguiente:

$$\text{Tráfico}_{\text{asignado}} = \text{Tráfico}_{\text{existente}} + T_G + T_D$$

TPDA=3088

TG: Tráfico generado

TG = 25% tráfico existente

TG = 772

TD: Tráfico desarrollado

TD = 5% tráfico existente

TD = 154

Tráfico asignado = 3088+772+154

Ta = 4014

Para la proyección del tráfico a 10 años se requiere la tasa de crecimiento anual del tráfico, la cual nos la proporciona el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. La cual la detallamos en la tabla número 30.

Tabla 29: Tasa de crecimiento anual del tráfico

Tasa de crecimiento anual del tráfico				
Años	Livianos	Buses	C2-C2G	C3s1
2016	3.75	1.99	2.24	2.24
2017	3.75	1.99	2.24	2.24
2018	3.75	1.99	2.24	2.24
2019	3.75	1.99	2.24	2.24
2020	3.37	1.8	2.02	2.24
2021	3.37	1.8	2.02	2.02
2022	3.37	1.8	2.02	2.02
2023	3.37	1.8	2.02	2.02
2024	3.37	1.8	2.02	2.02
2025	3.06	1.63	1.84	1.84
2026	3.06	1.63	1.84	1.84
2027	3.06	1.63	1.84	1.84
2028	3.06	1.63	1.84	1.84
2029	3.06	1.63	1.84	1.84
2030	3.06	1.63	1.84	1.84
2031	3.06	1.63	1.84	1.84

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Pública

Con esta tabla de crecimiento anual del tráfico se calcula el TPDA para el tiempo que se desea diseñar el pavimento flexible empleando la siguiente ecuación:

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{asignado} * (1 + i)^{(año\ futuro - año\ actual)}$$

A continuación presentamos en la tabla 32 el tráfico futuro que tendremos para el año 2016

Tabla 30: TPDA futuro

Tráfico asignado	Livianos			buses		pesados			Extra pesados				Total
	motos	autos	camtas	busetas	bus	2DA	C3g	C3	C2S1	C2S2	C3S2	C3S3	
4014	3.76%	38.54%	21.31%	4.14%	9.94%	7.54%	5.94%	2.14%	0.51%	1.28%	3.05%	1.84%	100%
	63.60%			14.09%		15.63%			6.68%				

TRÁFICO PROYECTADO A 15 AÑOS											
VÍA DE INGRESO A CIUDADELA BRISAS DE PROCARSA											
$Tf = tráfico_{asignado}(1 + i)^n$											

Años	Livianos	Busetas	Buses	2Da	C2	C3	C2s1	C2s2	C3s2	C3s3	TPDA
2016	2553	166	399	303	238	86	21	51	122	74	4014
2017	2649	170	407	310	244	88	21	53	125	76	4141
2018	2748	173	415	317	249	90	21	54	128	77	4273
2019	2851	177	423	324	255	92	22	55	131	79	4409
2020	2915	179	429	328	258	93	22	56	134	81	4495
2021	3014	182	436	335	263	95	23	57	135	82	4622
2022	3115	185	444	341	269	97	23	58	138	83	4754
2023	3220	189	452	348	274	99	24	59	141	85	4891
2024	3329	192	460	355	280	101	24	60	144	87	5032
2025	3349	192	462	357	281	101	24	61	144	87	5058
2026	3451	196	469	363	286	103	25	62	147	89	5191
2027	3557	199	477	370	291	105	25	63	150	90	5327
2028	3666	202	485	377	297	107	26	64	152	92	5467
2029	3778	205	493	384	302	109	26	65	155	94	5611
2030	3894	209	501	391	308	111	27	66	158	95	5759
2031	4013	212	509	398	313	113	27	68	161	97	5911

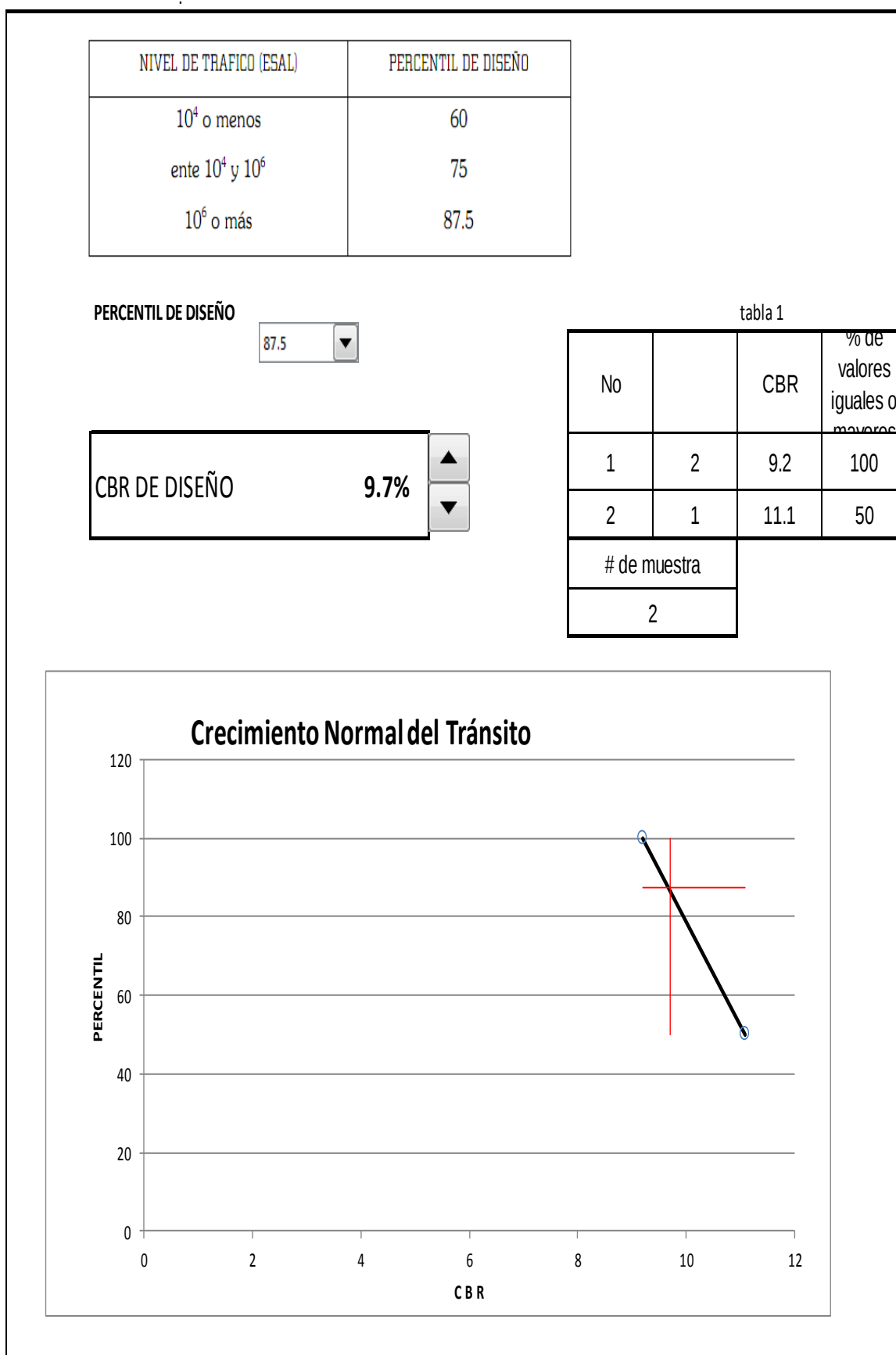
Fuente: Apuntes de clase de carretera II
Elaborado por: Luis Ortiz

Tabla 31: Factor camión del 2031

Sn	4.2	$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.79} \left[\frac{\frac{G}{10^{\beta_x}}}{\frac{G}{10^{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{4.33}$										$\beta = 0.4 + \left(\frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \right)$		
Pt	2.5											$G = \log \left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5} \right)$		
G	-0.2009													
β_{18}	0.61028													
Tipos de vehiculos	Condicio n de carga	Eje delantero		eje intermedio		eje posterior		β_x			EALF(W18/Wx)			Σ Factor camión
								delante	inter	poste	delantero	intermedio	posterior	
								delante	inter	poste				
	Wcarg.	simple	1.0			simple	3.0	0.401		0.411	0.000		0.018	0.018
Busetas	Wcarg.	simple	1.7			simple	5.0	0.402		0.448	0.002		0.147	0.149
	W vacio		5.5				10.0	0.464		0.792	0.216		2.118	2.334
Bus	Wcarg.	simple	3.0			simple	7.0	0.411		0.532	0.018		0.558	0.576
	W vacio		6.5				12.0	0.505		1.091	0.419		4.177	4.595
2DA	Wcarg.	simple	1.5			simple	2.7	0.402		0.408	0.001		0.012	0.013
	W vacio		3.0				7.0	0.411		0.532	0.018		0.558	0.576
C2g	Wcarg.	simple	1.7			simple	5.0	0.402		0.448	0.002		0.147	0.149
	W vacio		5.5				10.0	0.464		0.792	0.216		2.118	2.334
3C	Wcarg.	simple	1.7			tandem	5.2	0.402		0.407	0.002		0.014	0.016
	W vacio		5.5				18.0	0.464		0.684	0.216		1.975	2.191
C2s1	Wcarg.	simple	2.7	simple	3.8	simple	3.5	0.408	0.421	0.417	0.012	0.048	0.034	0.094
	W vacio		5.5						12.0	0.464	0.792	1.091	0.216	2.118
C2s2	Wcarg.	simple	4.0	simple	4.7	tandem	4.5	0.425	0.440	0.405	0.059	0.114	0.008	0.181
	W vacio		6.0						18.0	0.483	0.792	0.684	0.306	2.118
C3s2	Wcarg.	simple	3.5	tandem	5.5	tandem	5.0	0.417	0.409	0.407	0.034	0.017	0.012	0.063
	W vacio		6.0						18.0	0.483	0.684	0.684	0.306	1.975
C3s3	Wcarg.	simple	4.2	tandem	6.5	tandem	6.2	0.429	0.414	0.404	0.072	0.035	0.007	0.113
	W vacio		6.0						24.0	0.483	0.684	0.598	0.306	1.975

Fuente: apuntes de Clases de carreteras II

Ilustración 7: cálculo de CBR 15 años



Fuente: Apuntes clases de carretera II

Tabla 32: ESAL'S de diseño 2031

$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln((1 + r))}$										
TPDA =	4014									
Tipos de vehiculos		% de vehiculos	# de vehiculo	Factor de dist. por carril (F.D.C)	total de vehiculo	condicion de carga	Factor de crecimiento	Trafico de diseño	Factor camion	ESAL'S de Diseño
livianos		63.60%								
			2553	1.00	2553	Wcarg.	19	17672953.1	0.0184	324833
Busetas		2.07%	83	1.00	83	Wcarg.	17	515447.0	0.1489	76769
		2.07%	83	1.00	83	W vacio		515447.0	2.3344	1203253
Bus		4.97%	200	1.00	200	Wcarg.	17.0	1236493.8	0.5762	712467
		4.97%	200	1.00	200	W vacio		1236493.8	4.5954	5682154
2DA		3.77%	151	1.00	151	Wcarg.	17.3	953501.4	0.0130	12400
		3.77%	151	1.00	151	W vacio		953501.4	0.5762	549407
C2g		2.97%	119	1.00	119	Wcarg.	17.3	750440.9	0.1489	111769
		2.97%	119	1.00	119	W vacio		750440.9	2.3344	1751819
3C		1.07%	43	1.00	43	Wcarg.	17.3	270747.3	0.0159	4295
		1.07%	43	1.00	43	W vacio		270747.3	2.1915	593333
C2s1		0.26%	10	1.00	10	Wcarg.	17.3	64743.9	0.0935	6054
		0.26%	10	1.00	10	W vacio		64743.9	6.5109	421542
C2s2		0.64%	26	1.00	26	Wcarg.	17.3	161859.8	0.1810	29294
		0.64%	26	1.00	26	W vacio		161859.8	4.3994	712091
C3s2		1.53%	61	1.00	61	Wcarg.	17.3	385520.6	0.0634	24435
		1.53%	61	1.00	61	W vacio		385520.6	4.2565	1640972
C3s3		0.92%	37	1.00	37	Wcarg.	17.3	232489.5	0.113	26338
		0.92%	37	1.00	37	W vacio		232489.5	3.817	887402
		100.00%	4014							14770627
										7385314

Fuente: Apunte de clases de carreteras II

$$NTD = \frac{7385314}{7300}$$

$NTD = 1011$ TIPO DE TRÁFICO EXTRA PESADO

Tabla 33: parámetros diseño 2031

Parámetros diseño 2016	
W18 =	7385314
So =	0.45
Zr =	-1.037
Po =	4.2
Pt =	4.5
Mr sub rasante	10070
Mr sub base	14955
Mr base	19198

Fuente: Luis Ortiz

$$Mr_{sub\ rasante} = 4326 * \ln(9.7) + 241$$

$$Mr = 10070$$

Ilustración 8: número estructural de la sub rasante 2031

Fuente: Programa AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 14955 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 **W18 =** 7385314 ☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.56

Calcular Salir

Ilustración 9: Número estructural sub base 2031

Fuente: Programa AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 19198 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 **W18 =** 7385314 ☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.24

Calcular Salir

Ilustración 10: Número estructural base 2031

Fuente: Programa AASTHO 93

4.7.2 Cálculo de espesores diseño 2031

Tabla 34: Calculo de espesores nuevo diseño

$D_1=\frac{SN}{a_1}$ $D_2=\frac{SN_2}{a_2m_2}$ $D_3=\frac{SN_3}{a_3m_3}$											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Espesor adoptado (cm)
	Materiales		SN calculado		coef. de capas	coef. drenaje	espesores (Pulg.)		SN adoptado		
capas	CBR	MR (PSI)	Parcial	acumulado			calculado	adoptado	parcial	acumulado	
C rodadura				3.24	0.42	1	7.71	4	1.68		10
Base	80	19198	3.24	0.32	0.13	0.8	3.1	8	0.83	1.68	20
Sub base	30	14955	3.56	0.56	0.11	0.8	6.4	20	1.76	2.51	50
terreno fund.	10.2	10070	4.12	≤						4.27	80

Fuente: Apuntes de clase carreteras II

Elaborado por: Luis Ortiz

Los espesores para la nueva estructura son:

- Capa de rodadura 4 pulgada
- Base 8 pulgada
- Sub base 20 pulgada

La AASHTO recomienda para un número de ESAL'S de 2000001 a 7000000 un espesor

Mínimo lo siguientes:

- Capa de rodadura 3. 5 pulgadas
- Base 6 pulgadas

4.8 Comparación de resultados

De acuerdo a las mediciones de espesores que se realizaron a la estructura de pavimento, capa de rodadura, base, y sub base, tenemos los siguientes resultados.

Tabla 35: comparación de espesores

Capas	Espesores actuales (cm)	Espesores que requiere el trafico actual (cm)
Cap de rodadura	12	7.5
Base	10	10
Sub base	25	25

Elaborado por: Luis Ortiz

Tabla 36: Comparación de ensayos

Resultado de los ensayos					Parametros recomendado por el M.T.O.P	
ensayo		Base		Sub base		
Límite líquido		22	20	25.4	32.5	Base < 25%
Límite plástico		18.64	17.51	18.79	24.11	Sub base <25%
Índice plástico		3.36	2.49	6.61	8.39	< 6
Análisis granulomé	Cu	55	32.5	-	-	> 4
	CC	3.31	3.39	-	-	entre 1 y 3
CBR		53	61	21.6	25	entre 1 y 3
						≥ 80%
						30%

Autor: Luis Ortiz

Capítulo V

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

De acuerdo al conteo de tráfico se determinó el tráfico promedio diario anual y con estos se obtuvo los Esal's de diseño, con lo cuales se calculó los espesores de la estructura de pavimento los cuales fueron: capa de rodadura 7.5, base 10, y sub base 25, de esta manera se pudo comprobar que los espesores existente cumplen con los espesores para el tráfico que circula por la vía, ya que estos actualmente tienen los mismos espesores que obtuvimos en nuestros calculo.

De acuerdo a los trabajos de laboratorios realizados al pavimento, tenemos que: La resistencia al esfuerzo cortante (CBR), obtenidos de las muestras de base no cumplen, ya que estas tiene un CBR de 53% y 61% respectivamente, y el parámetro mínimo que especifica el MTOP es que este debe ser igual o mayor a 80%.

La resistencia al esfuerzo cortante (CBR), obtenidos de las muestras de sub base no cumplen, ya que estas tienen un CBR de 21.6 y 25 respectivamente, y el parámetro mínimo que especifica el MTOP es que este debe ser igual o mayor a 30%.

Del análisis granulométrico de la base y sub base de se determinó que estos no cumplen con los límites granulométricos, los cuales están representado en la tabla de granulométrica.

También se determinó de las curvas granulométricas, los coeficientes de uniformidad y coeficiente de curvatura de la base y sub base los cuales fueron:

Para la base

Coeficiente de uniformidad si cumplen ya que estas son 55 y 32.5 respectivamente y la especificación indica que esta debe ser mayor a 4.

El coeficiente de uniformidad no cumple ya que estas son 3.31 y 3.29 respectivamente y la especificación indica que estas deben estar entre 1 y 3.

Para la sub base

No se pudo determinar los coeficiente de curvatura y coeficiente de uniformidad lo cual nos indican que es un material mal gradado, porque la especificación nos indica que estos deben ser para coeficiente de curvatura mayor que 4 y coeficiente de curvatura debe estar entre 1 y 3.

También se determinó que hay un porcentaje alto de finos. Las especificaciones dicen que en la base el porcentaje de fino (pasante del tamiz 200) debe ser menor de la mitad del porcentaje pasante del tamiz 40, y en las dos muestras tenemos en la primera el porcentaje de fino es mayor y en la otra son iguales.

De esta manera se determina que los parámetros indicados, no cumplen con las especificaciones que el Ministerio de Transporte y Obras Publica indica, siendo estas causantes de que el pavimento se deteriore.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo al alto daño que la carpeta de rodadura presenta, recomendamos:

Remoción de la estructura de pavimento existente, puesto que estas no cumplen con los parámetros mínimos que el MTOP recomienda para una estructura de esta magnitud.

Construcción de una nueva estructura de pavimento flexible, para 10 años de servicio con las siguientes dimensiones.

Capa de rodadura de 4"

Base de 8"

Sub base de 20"

ANEXO

Ensayos de suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA: JUNIO DEL 2016

PROYECTO: ANALISIS DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL DETERIORO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE INGRESO A LA CIUDADELA BRISAS DE PROCARSA

UBICACIÓN: KM 6.5 VIA DURAN TAMBO

MUESTRA: Variables

PROFUNDIDAD: Variables.

BASE		ABSC 0+0.340 profundidad: 0.20			ABSC 0+580 profundidas:0.20		
MUESTRA No.		1			1		
PROFUNDIDAD		0.2			0.2		
RECIPIENTE No.		M1			B1		
PESO	Recipiente + peso humedo	3376.1			3162.5		
	Recipiente + peso seco	3166.4			3024.3		
EN	Agua Ww	209.7			138.2		
	Recipiente	119.2			147.73		
GRAMOS	Peso seco Ws	3047.2			2876.57		
	Contenido de agua W	6.88%			4.80%		

SUB BASE		ABSC 0+0.340 profundidad: 0.45			ABSC 0+580 profundidas:0.45		
MUESTRA No.		2			2		
PROFUNDIDAD		0.45			0.45		
RECIPIENTE No.		Y1			10		
PESO	Recipiente + peso humedo	2341.6			1618.5		
	Recipiente + peso seco	2203.7			1466.9		
EN	Agua Ww	137.9			151.6		
	Recipiente	121.2			74.3		
GRAMOS	Peso seco Ws	2082.5			1392.6		
	Contenido de agua W	6.62%			10.89%		

SUB RASANTE		ABSC 0+0.340 profundidad: 1.50			ABSC 0+580 profundidas: 1.50		
MUESTRA No.		3			3		
PROFUNDIDAD		1.5			1.5		
RECIPIENTE No.		6			CH		
PESO	Recipiente + peso humedo	2062.5			2389.3		
	Recipiente + peso seco	1859.7			2127.6		
EN	Agua Ww	202.8			261.67		
	Recipiente	115.0			123.4		
GRAMOS	Peso seco Ws	1744.7			2004.27		
	Contenido de agua W	11.62%			13.06%		

OBSERVACION:

Operador:

Calculado por: LUIS ORTIZ

Verificado por:

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarsa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+340

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

0.20

m

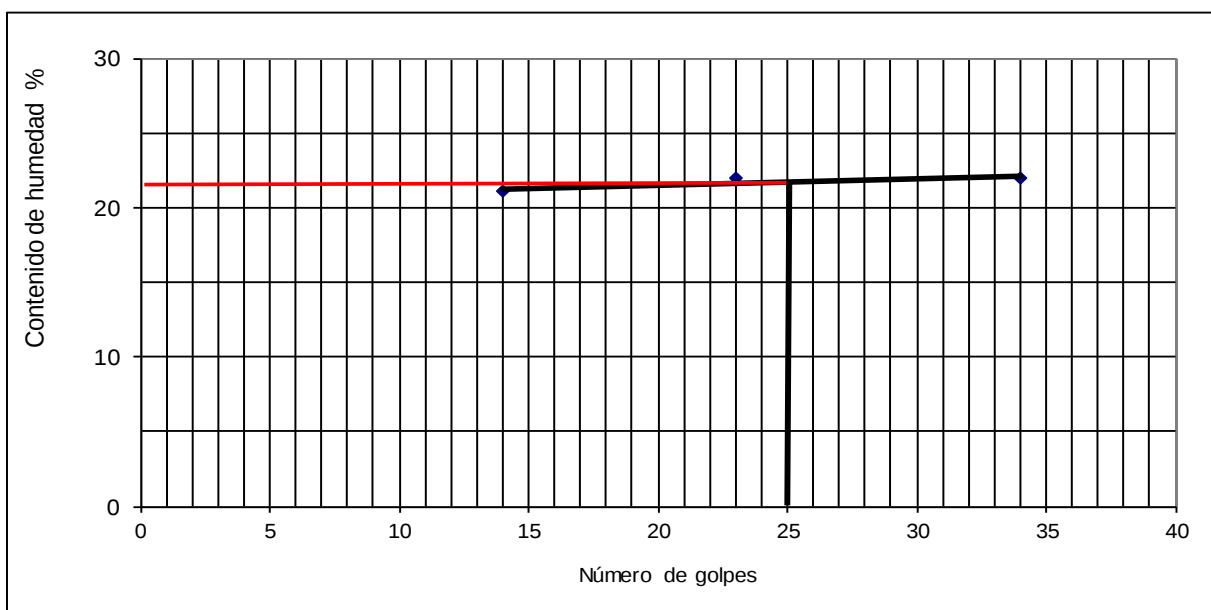
Muestra

1

BASE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		33	P	G			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	22.30	22.60	23.60			
	Recipiente + Peso seco	19.90	20.10	20.90			
	Agua	Ww	2.40	2.50	2.70		
	Recipiente		8.50	8.70	8.60		
	Peso Seco	Ws	11.40	11.40	12.30		
Contenido de Humedad (%)		W	21.1	21.93	21.95		
Número de Golpes			14	23	34		



LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.		1	12	8			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	15.20	14.30	10.70			
	Recipiente + Peso seco	14.40	13.80	9.90			
	Agua	Ww	0.80	0.50	0.80		
	Recipiente		10.40	10.30	6.20		
	Peso Seco	Ws	4.00	3.50	3.70		
Contenido de Humedad		W	20.00	14.29	21.62		
Límite Plástico							

Observaciones

W_L = 22 %

W_P = 18.64 %

I_P = 3.36 %

Operador:

Símbolo de la carta de
Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

Verificado por:

GP - GM

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarsa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+340

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

0.45

m

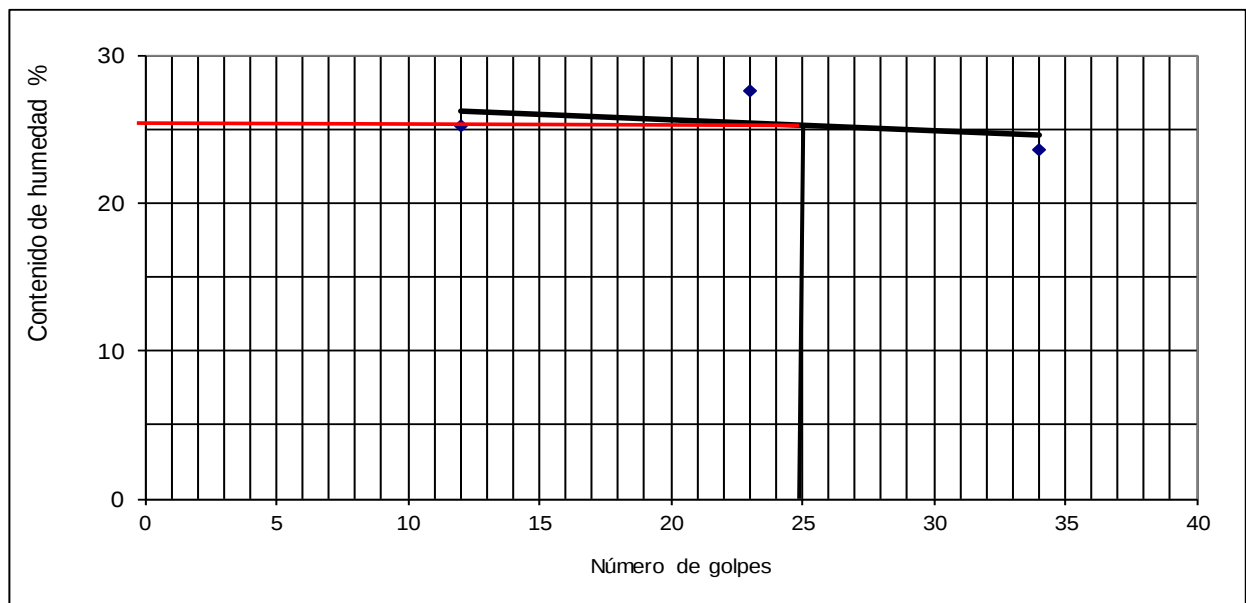
Muestra

1

SUB BASE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		X	38	31			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	23.50	22.30	23.60			
	Recipiente + Peso seco	20.50	19.30	20.70			
	Agua	Ww	3.00	3.00	2.90		
	Recipiente		8.60	8.40	8.40		
	Peso Seco	Ws	11.90	10.90	12.30		
Contenido de Humedad (%)	W	25.2	27.52	23.58			
Número de Golpes		12	23	34			



LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.		16	9	10			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10.40	14.80	8.80			
	Recipiente + Peso seco	9.70	14.20	8.20			
	Agua	Ww	0.70	0.60	0.60		
	Recipiente		6.30	10.40	5.20		
	Peso Seco	Ws	3.40	3.80	3.00		
Contenido de Humedad	W	20.59	15.79	20.00			
Límite Plástico							

Observaciones

$W_L = 25.4 \%$

$W_P = 18.79 \%$

$I_P = 6.64 \%$

Operador:

Simbolo de la carta de
Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

GP - GM

Verificado por:

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarisa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+340

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

1.50

m

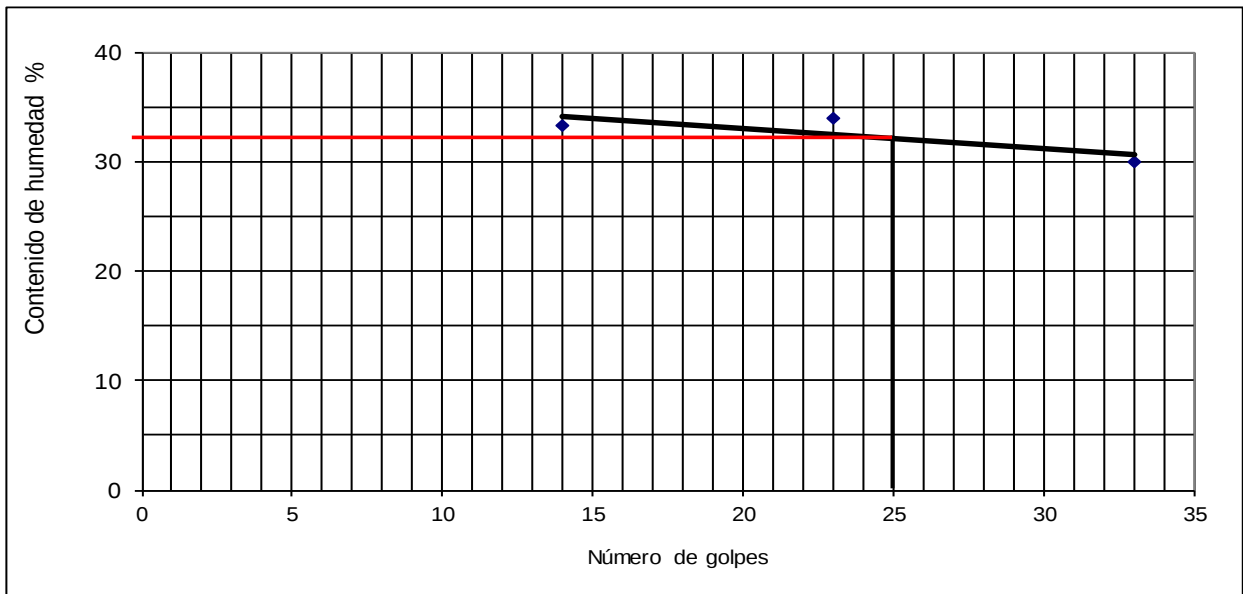
Muestra

3

SUB RASANTE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.	1	2	3	4	5	6
Recipiente No.	54	13	14			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		19.40	21.30	20.60	
	Recipiente + Peso seco		16.20	17.90	17.70	
	Agua	Ww	3.20	3.40	2.90	
	Recipiente		6.60	7.90	8.00	
	Peso Seco	Ws	9.60	10.00	9.70	
Contenido de Humedad (%)	W		33.3	34.00	29.90	
Número de Golpes	14	23	33			



LIMITE PLASTICO

PASO No.	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.	13	7	14			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		9.30	10.10	14.50	
	Recipiente + Peso seco		8.60	9.40	13.70	
	Agua	Ww	0.70	0.70	0.80	
	Recipiente		5.50	6.20	10.50	
	Peso Seco	Ws	3.10	3.20	3.20	
Contenido de Humedad	W		22.58	21.88	25.00	
Límite Plástico						

Observaciones

$W_L = 32.4 \%$

$W_P = 23.15 \%$

$I_P = 9.26 \%$

Operador:

Símbolo de la carta de Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

Verificado por:

GM

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarisa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+580

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

0.20

m

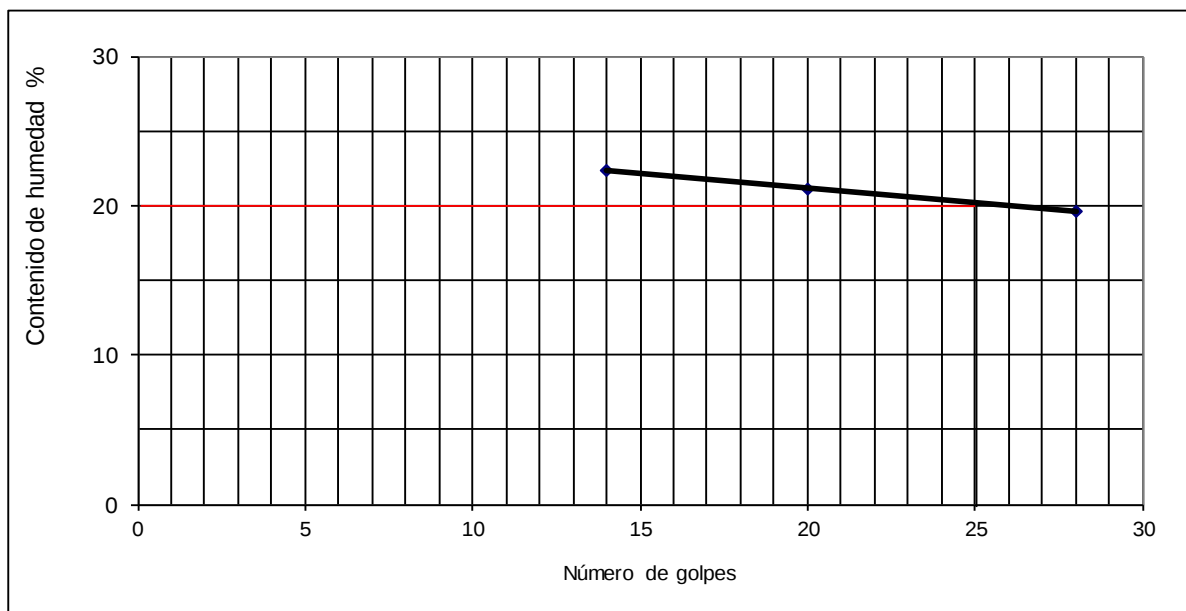
Muestra

1

BASE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		CM	QS	U			
Peso en	Recipiente + Peso húmedo	22.40	19.90	18.30			
grs.	Recipiente + Peso seco	19.70	17.60	16.40			
	Agua	Ww	2.70	2.30	1.90		
	Recipiente		7.60	6.70	6.70		
	Peso Seco	Ws	12.10	10.90	9.70		
Contenido de Humedad (%)	W	22.3	21.10	19.59			
Número de Golpes		14	20	28			



LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.		9	18	15			
Peso en	Recipiente + Peso húmedo	10.80	10.40	11.80			
grs.	Recipiente + Peso seco	10.10	9.90	11.00			
	Agua	Ww	0.70	0.50	0.80		
	Recipiente		6.60	6.60	6.40		
	Peso Seco	Ws	3.50	3.30	4.60		
Contenido de Humedad	W	20.00	15.15	17.39			
Límite Plástico							

Observaciones

W_L = 20.0 %

W_P = 17.51 %

I_P = 2.49 %

Operador:

Símbolo de la carta de Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

Verificado por:

GP - GM

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarisa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+580

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

0.45

m

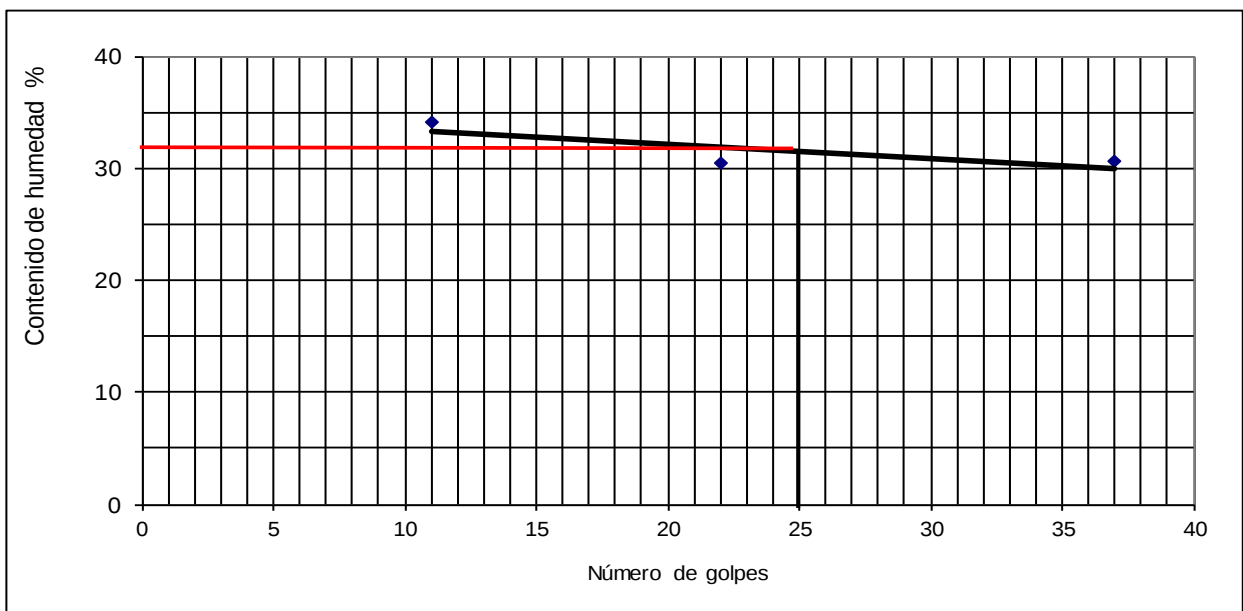
Muestra

2

SUB BASE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		16	17	32			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	17.70	20.30	20.80			
	Recipiente + Peso seco	14.90	17.40	17.80			
	Agua	Ww	2.80	2.90	3.00		
	Recipiente		6.70	7.90	8.00		
	Peso Seco	Ws	8.20	9.50	9.80		
Contenido de Humedad (%)	W	34.1	30.53	30.61			
Número de Golpes		11	22	37			



LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.		32	10	30			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	11.20	13.00	12.40			
	Recipiente + Peso seco	10.40	12.10	11.50			
	Agua	Ww	0.80	0.90	0.90		
	Recipiente		6.70	8.50	8.00		
	Peso Seco	Ws	3.70	3.60	3.50		
Contenido de Humedad	W	21.62	25.00	25.71			
Límite Plástico							

Observaciones

W_L = 32.5 %

W_P = 24.11 %

I_P = 8.39 %

Operador:

Símbolo de la carta de
Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

Verificado por:

GP - GC

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis de las causas que provocan el deterioro en el pavimento flexible en ingreso a cda. Procarisa

Nombre: Luis Ortiz Yagual

CALICATA

0+580

FECHA

JUNIO del 2016

Profundidad

1.50

m

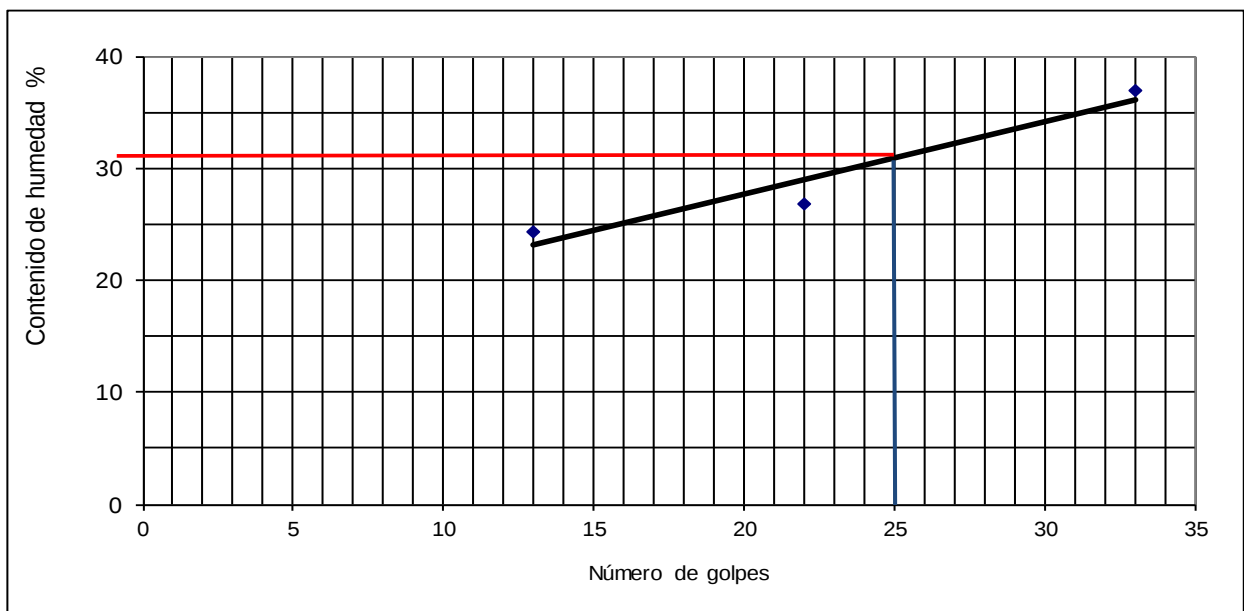
Muestra

3

SUB RASANTE

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		7	13	4			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	16.90	19.70	21.50			
	Recipiente + Peso seco	14.90	17.20	17.80			
	Agua	Ww	2.00	2.50	3.70		
	Recipiente		6.70	7.90	7.80		
	Peso Seco	Ws	8.20	9.30	10.00		
Contenido de Humedad (%)	W	24.39	26.88	37.00			
Número de Golpes		13	22	33			



LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Nat.
Recipiente No.		9	18	15			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10.60	11.60	11.30			
	Recipiente + Peso seco	9.80	10.80	10.60			
	Agua	Ww	0.80	0.80	0.70		
	Recipiente		6.60	6.80	6.70		
	Peso Seco	Ws	3.20	4.00	3.90		
Contenido de Humedad	W	25.00	20.00	17.95			
Límite Plástico							

Observaciones

$W_L = 31.3 \%$

$W_P = 20.98 \%$

$I_P = 10.32 \%$

Operador:

Simbolo de la carta de
Plasticidad

Calculado por : LUIS ORTIZ

Verificado por:

GC

LUIS ORTIZ YAGUAL
PROYECTO DE TITULACION

PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ N° 200.

FECHA: JUNIO DEL 2016

PROYECTO: ANALISIS DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL DETERIORO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA DE INGRESO A LA CIUDADELA BRISAS DE PROCARSA

UBICACIÓN: DURA PROV. DEL GUAYAS

PERFORACION Varias MUESTRA Variables PROFUNDIDAD : Variables

BASE		ABSC 0+0.340 profundidad: 0.10-0.20			ABSC 0+0.580 profundidad: 0.10-0.20		
	Profundidad						
MUESTRA: N°		1			1		
RECIPIENTE N°		M1			B1		
PESO DEL RECIPIENTE		119.2			147.7		
PESO INICIAL + RECIPIENTE		3166.4			3024.3		
PESO FINAL +RECIPIENTE		2972.6			2885.5		
PESO INICIAL		3047.2			2876.6		
PESO FINAL		2853.4			2737.8		
% RETENIDO= $\frac{\text{PESO FINAL} \times 100}{\text{PESO INICIAL}}$		93.64			95.18		
% PASA TAMIZ N° 200= 100%-%RET.		6.4			4.8		

SUB BASE		ABSC 0+0.340 profundidad: 0.20-0.45			ABSC 0+0.580 profundidad: 0.20-0.45		
	Profundidad						
MUESTRA: N°		2			2		
RECIPIENTE N°		Y1			10		
PESO DEL RECIPIENTE		121.2			74.3		
PESO INICIAL + RECIPIENTE		2203.7			1466.9		
PESO FINAL +RECIPIENTE		1981.6			1269.1		
PESO INICIAL		2082.5			1392.6		
PESO FINAL		1860.4			1194.8		
% RETENIDO= $\frac{\text{PESO FINAL} \times 100}{\text{PESO INICIAL}}$		89.33			85.80		
% PASA TAMIZ N° 200= 100%-%RET.		10.7			14.2		

SUB RASANTE		ABSC 0+0.340 profundidad: 1.00-1.50			ABSC 0+580 profundidad: 1.00-1.50		
	Profundidad	1.5			1.5		
MUESTRA: N°		3			3		
RECIPIENTE N°		6			CH		
PESO DEL RECIPIENTE		115.0			123.3		
PESO INICIAL + RECIPIENTE		1859.7			2127.6		
PESO FINAL +RECIPIENTE		1530.2			1720.2		
PESO INICIAL		1744.7			2004.3		
PESO FINAL		1415.2			1596.9		
% RETENIDO= $\frac{\text{PESO FINAL} \times 100}{\text{PESO INICIAL}}$		81.11			79.67		
% PASA TAMIZ N° 200= 100%-%RET.		18.9			20.3		

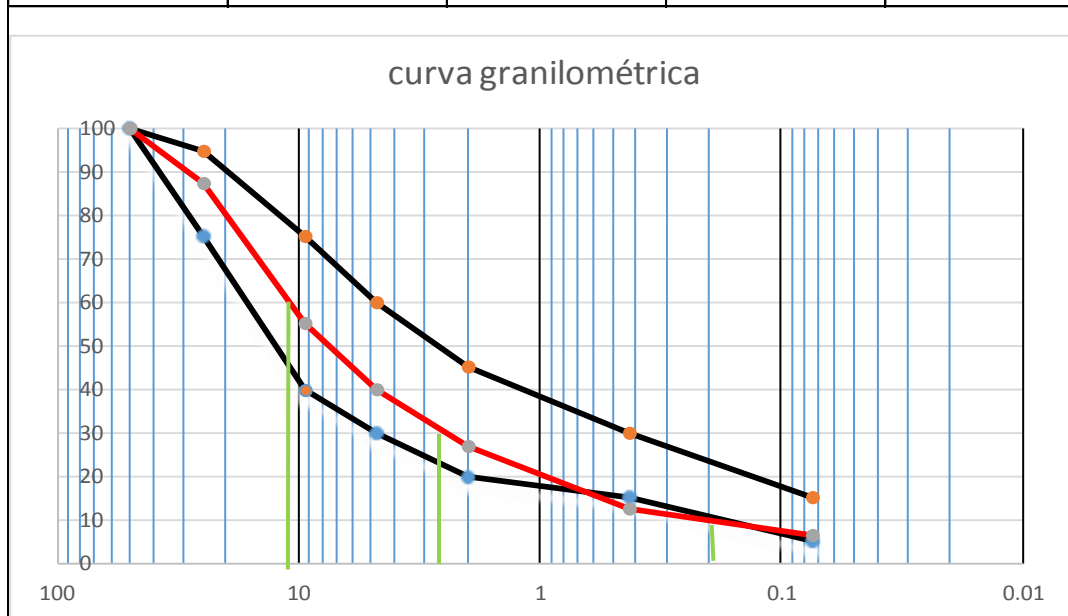
OBSERVACIONES:

Calculado por:

LUIS ORTIZ

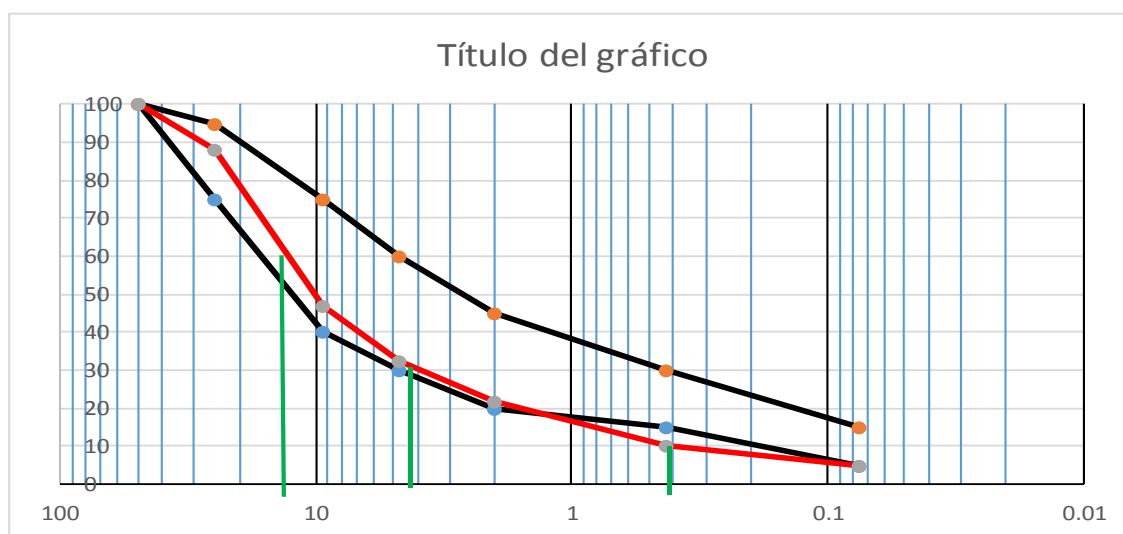
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Base
0+340	0.2	1	M1	1
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
2	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1	378.80	12.43%	12.43%	87.57
3/4	269.80	8.85%	21.29%	78.71
3/8	714.30	23.44%	44.73%	55.27
4	468.30	15.37%	60.09%	39.91
10	393.50	12.91%	73.01%	26.99
40	449.30	14.74%	87.75%	12.25
200	179.40	5.89%	93.64%	6.36
Fondo	193.80	6.36%	100.00%	0.00
Total	3047.20	100.00%		



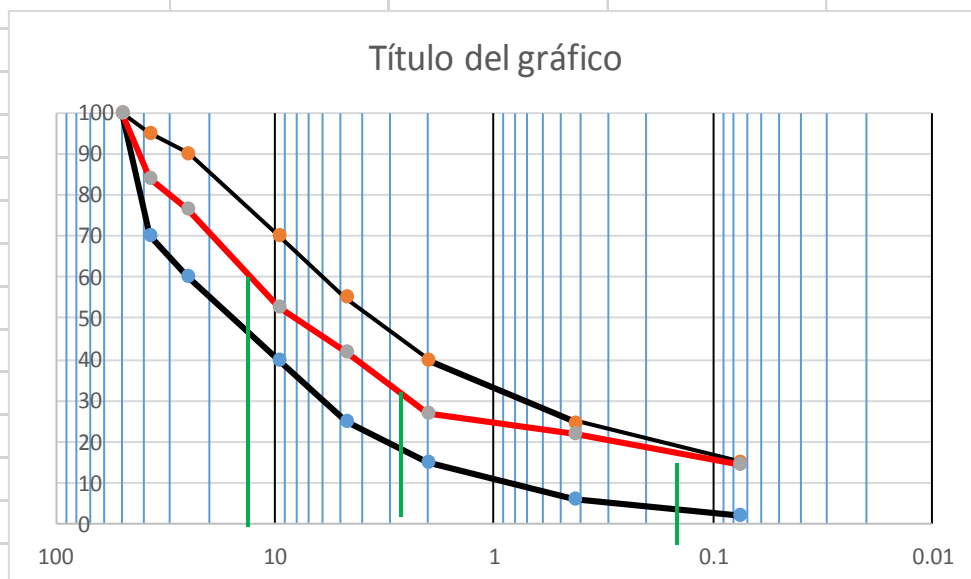
		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$	
D_{10}	0.2	Cu	Cc	clase	
D_{30}	2.7				
D_{60}	11			mal graduada	

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Base
0+580	0.2	2	B1	2
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
2	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1	349.30	12.14%	12.14%	87.86
3/4	431.60	15.00%	27.15%	72.85
3/8	742.40	25.81%	52.96%	47.04
4	417.20	14.50%	67.46%	32.54
10	312.60	10.87%	78.33%	21.67
40	334.80	11.64%	89.96%	10.04
200	149.90	5.21%	95.18%	4.82
Fondo	138.77	4.82%	100.00%	0.00
Total	2876.57	100.00%		



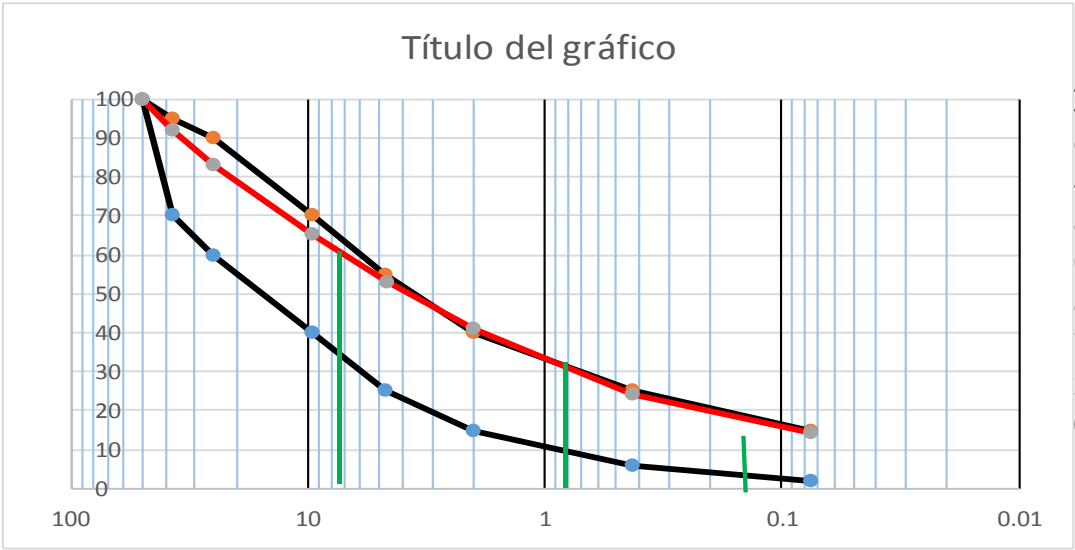
D_{10}		0.4	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$			$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$		
D_{30}		4.2	Cu	Cc	clase			
D_{60}		13	32.5	3.39	mal graduada			

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Sub Base
0+340	0.20 - 0.45	1	Y1	1
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
2	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1.5	334.00	16.04%	16.04%	83.96
1	156.90	7.53%	23.57%	76.43
3/4	135.90	6.53%	30.10%	69.90
3/8	360.30	17.30%	47.40%	52.60
4	224.50	10.78%	58.18%	41.82
10	312.60	15.01%	73.19%	26.81
40	103.40	4.97%	78.16%	21.84
200	152.80	7.34%	85.49%	14.51
Fondo	302.10	14.51%	100.00%	0.00
Total	2082.50	100.00%		



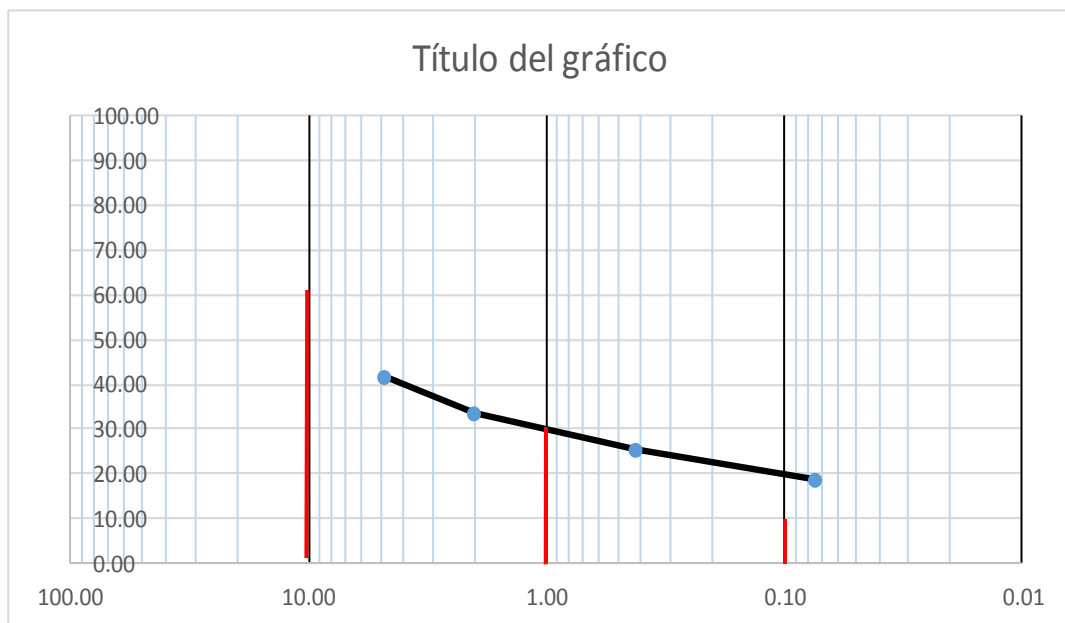
		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$
D_{10}	0	Cu	Cc	clase
D_{30}	2.6	-	-	mal graduada
D_{60}	10.4			

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Sub Base
0+580	0.20 - 0.45	2	10	2
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
2	0.00	0.00%	0.00%	100.00
1.5	111.90	8.04%	8.04%	91.96
1	121.50	8.72%	16.76%	83.24
3/4	70.40	5.06%	21.82%	78.18
3/8	179.60	12.90%	34.71%	65.29
4	168.60	12.11%	46.82%	53.18
10	172.90	12.42%	59.23%	40.77
40	233.20	16.75%	75.98%	24.02
200	136.70	9.82%	85.80%	14.20
Fondo	197.80	14.20%	100.00%	0.00
Total	1392.60	100.00%		



D_{10}	0	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$	
D_{30}	0.8	Cu	Cc	clase	
D_{60}	7.5	-	-	mal graduada	

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Sub rasante
0+340	0.20 - 0.45	2	6	1
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
4	1017.30	58.31%	58.31%	41.69
10	142.30	8.16%	66.46%	33.54
20	87.10	4.99%	71.46%	28.54
40	56.80	3.26%	74.71%	25.29
100	71.00	4.07%	78.78%	21.22
200	40.70	2.33%	81.11%	18.89
Fondo	329.50	18.89%	100.00%	0.00
Total	1744.70	100.00%		



		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$	
D_{10}	0	Cu	Cc	clase	
D_{30}	1				
D_{60}	0				

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio "Dr. Arnoldo Ruffilli"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
PROYECTO				
ABSCISA	Profundidad	Muestra	Recipiente	Sub rasante
0+580	0.20 - 0.45	2	CH	2
Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% retenido acumulado	Pasante acumulado
4	934.00	46.60%	46.60%	53.40
10	187.40	9.35%	55.95%	44.05
20	136.80	6.83%	62.78%	37.22
40	117.30	5.85%	68.63%	31.37
100	152.70	7.62%	76.25%	23.75
200	68.70	3.43%	79.67%	20.33
Fondo	407.40	20.33%	100.00%	0.00
Total	2004.30	100.00%		
Título del gráfico				
		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}}$
D_{10}	0			
D_{30}	0.37	Cu	Cc	
D_{60}	0	-	-	

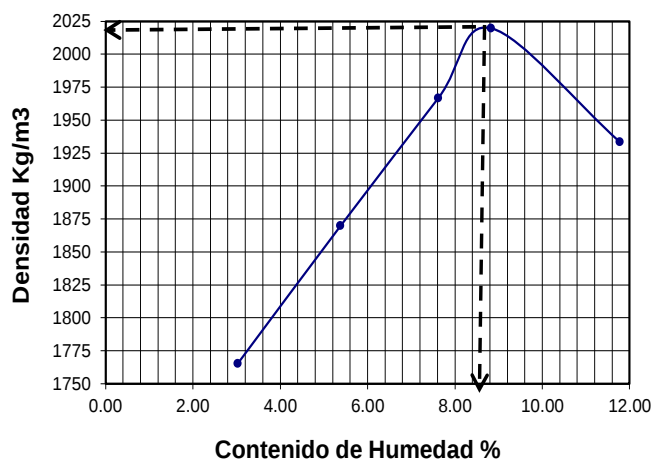
Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento flexible de la via de ingreso a ciudadela Brisas de Procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO:	<u>0.000944</u>	<u>m³</u>	PROYECTO:	
PESO DEL CILINDRO:	<u>4.300</u>	<u>kg</u>	LOCALIZACIÓN:	<u>KM 6.5 VÍA DURAN TAMBO</u>
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	<u>25</u>		MUESTRA:	<u>ABSCISA 0+340 profundidad 0.10-0.20 m</u>
NÚMERO DE CAPAS:	<u>5</u>		FECHA:	<u>JUNIO DEL 2016</u>

BASE

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + w/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
EN	27	341.6	332.20	21.80	9.40	310.40	3.03	6.017	1.717	1.030	1.667	1765
60	V	312.4	297.60	22.40	14.80	275.20	5.38	6.160	1.860	1.054	1.765	1870
120	5	253.1	237.30	29.80	15.80	207.50	7.61	6.298	1.998	1.076	1.857	1967
180	F6	264.1	244.50	22.50	19.60	222.00	8.83	6.375	2.075	1.088	1.907	2020
240	14	237.4	215.70	31.40	21.70	184.30	11.77	6.340	2.040	1.118	1.825	1933



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:

 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:

8.6 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:

2020 kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	W _i	W _o	I _p	%>Nº 4

Operador:

Calculado por:

Verificado por:

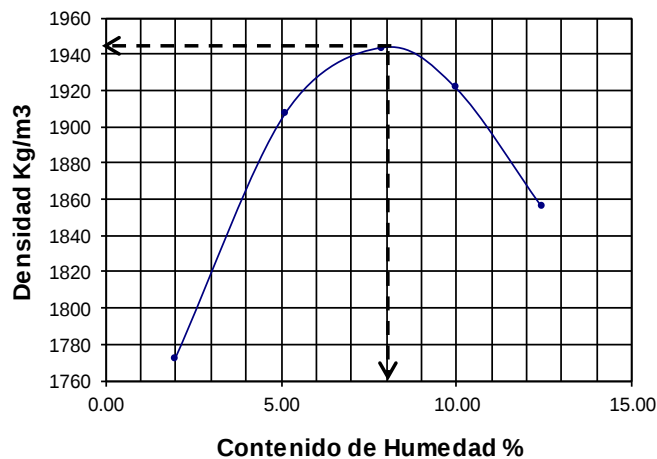
Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento asfaltico de la via de ingreso a procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0.000944 m³ PROYECTO: _____
 PESO DEL CILINDRO: 4.300 kg LOCALIZACIÓN: _____
 NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: ABSCISA 0+580 rofundidad 0.10-0.20
 NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: JUNIO DEL 2016

BASE

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
EN	I	320.8	315.20	29.10	5.60	286.10	1.96	6.006	1.706	1.020	1.673	1773
75	N	155.4	149.40	31.70	6.00	117.70	5.10	6.192	1.892	1.051	1.800	1907
150	AO	294.1	274.90	30.80	19.20	244.10	7.87	6.279	1.979	1.079	1.835	1944
225	A	239.5	220.60	31.00	18.90	189.60	9.97	6.295	1.995	1.100	1.814	1922
300	10	339.5	305.20	29.90	34.30	275.30	12.46	6.270	1.970	1.125	1.752	1856



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: _____ %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 8.0 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1945 kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	ω _i	ω _o	I _p	% > N° 4

Operador:

Calculado por:

Verificado por:

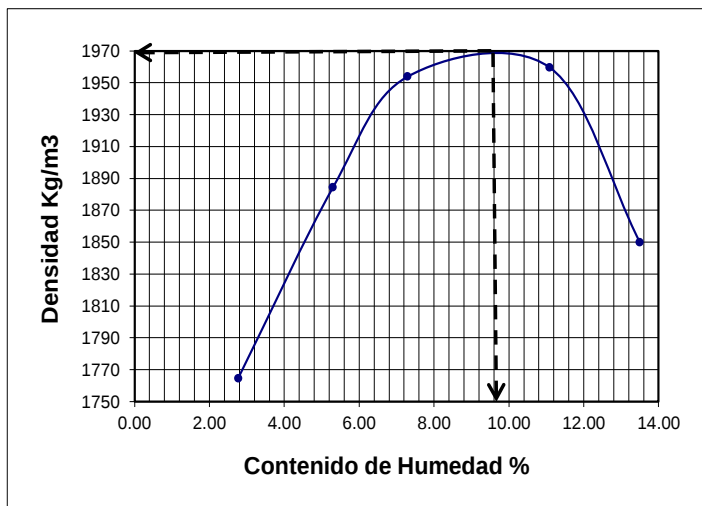
Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento
asfaltico de la via de ingreso a procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0.000944 m³ PROYECTO: _____
 PESO DEL CILINDRO: 4.300 kg LOCALIZACIÓN: _____
 NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: ABSCISA 0+340 profundidad 0.20-0.45m
 NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: JUNIO DEL 2016

SUB BASE

CANTIDAD DE AGUA cm ³	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HÚ- MEDA + RE- CIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RE- CIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	ω %	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HÚMEDA Wh kg	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m ³
EN	31	271.8	265.10	23.20	6.70	241.90	2.77	6.012	1.712	1.028	1.666	1765
75	A	195.3	186.60	22.40	8.70	164.20	5.30	6.173	1.873	1.053	1.779	1884
150	X	285.6	267.70	22.30	17.90	245.40	7.29	6.279	1.979	1.073	1.844	1954
225	13	224.5	205	29.1	19.50	175.90	11.09	6.355	2.055	1.111	1.850	1960
300	B	213.5	190.70	21.80	22.80	168.90	13.50	6.282	1.982	1.135	1.746	1850



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:
_____ %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:
9.6 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:
1970 kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	ω _i	ω _o	I _p	%>Nº 4

Operador:

Calculado por:

Verificado por:

Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento asphaltico de la via de ingreso a procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0.000944 m³ PROYECTO: _____

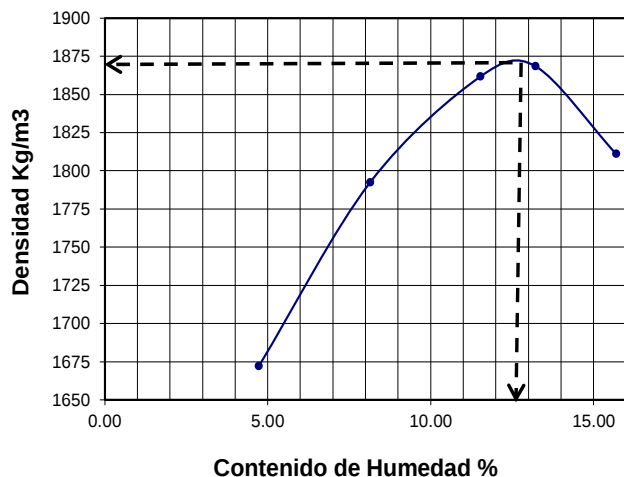
PESO DEL CILINDRO: 4.300 kg LOCALIZACIÓN: _____

NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: ABSCISA: 0+580 profundidad: 0.20-0.45 m.

NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: JUNIO DEL 2016

SUB BASE

CANTIDAD DE AGUA cm ³	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	ω %	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HÚMEDA Wh kg	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m ³
EN	9	211.6	203.40	29.90	8.20	173.50	4.73	5.953	1.65	1.047	1.58	1672
75	M	196.2	183.70	30.30	12.50	153.40	8.15	6.130	1.830	1.081	1.692	1792
150	JR	199.9	182.40	30.60	17.50	151.80	11.53	6.260	1.960	1.115	1.757	1862
225	Z	271.2	243.10	30.50	28.10	212.60	13.22	6.297	1.997	1.132	1.764	1869
300	13	280.0	245.70	27.20	34.30	218.50	15.70	6.278	1.978	1.157	1.710	1811



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: _____ %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: **12.8** %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: **1872** kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	ω _i	ω _o	I _p	%>Nº 4

Operador:

Calculado por:

Verificado por:

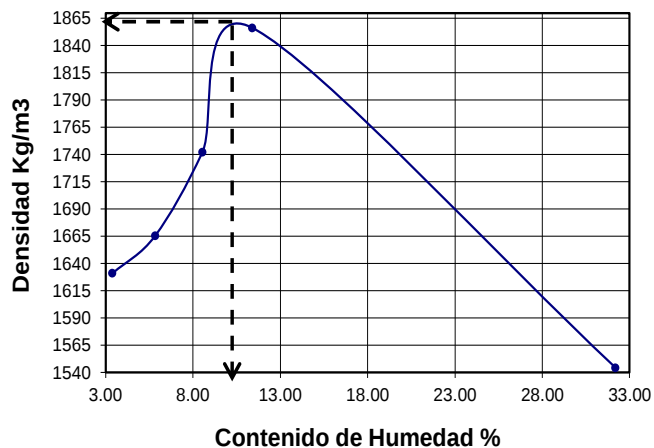
Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento asphaltico de la via de ingreso a procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0.000944 m³ PROYECTO: _____
 PESO DEL CILINDRO: 4.300 kg LOCALIZACIÓN: _____
 NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: ABSCISA: 0+340 - Profundidad 1.00-1.50.
 NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: JUNIO DEL 2016

SUB RASANTE

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	$1 + \omega/100$	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
EN	28	210.0	204.10	30.70	5.90	173.40	3.40	5.892	1.592	1.034	1.540	1631
75	3	202.0	192.50	29.90	9.50	162.60	5.84	5.964	1.664	1.058	1.572	1665
150	XY	226.9	211.40	30.00	15.50	181.40	8.54	6.085	1.785	1.085	1.644	1742
225	62	230.0	209.50	29.80	20.50	179.70	11.41	6.252	1.952	1.114	1.752	1856
300	50	336.7	262.10	30.40	74.60	231.70	32.20	6.227	1.927	1.322	1.458	1544



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: _____ %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: **10.5** %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: **1860** kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _S	ω_i	ω_o	I _p	%>Nº 4

Operador:

Calculado por:

Verificado por:

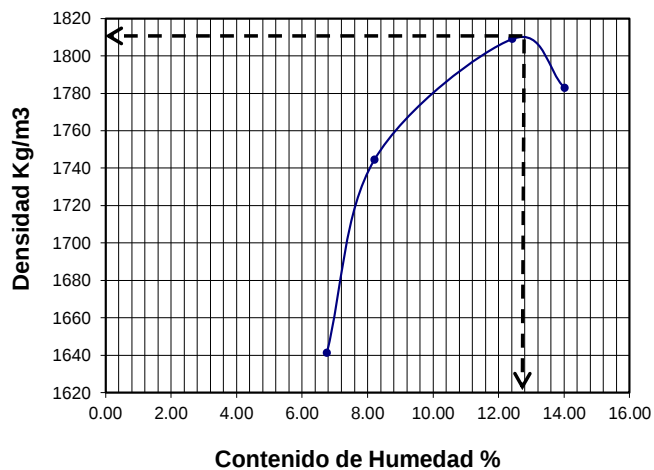
Proyecto: analisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento asphaltico de la via de ingreso a procarsa

ENSAYO PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0.000944 m³ PROYECTO: _____
 PESO DEL CILINDRO: 4.300 kg LOCALIZACIÓN: _____
 NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: ABSCISA: 0+580 Profundidad: 1.00-1.50 m.
 NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: JUNIO DEL 2016

SUB RASANTE

CANTIDAD DE AGUA cm ³	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	ω %	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HÚMEDA Wh kg	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m ³
EN	20	203.0	192.00	29.20	11.00	162.80	6.76	5.954	1.654	1.068	1.549	1641
80	7	212.4	198.60	30.50	13.80	168.10	8.21	6.082	1.782	1.082	1.647	1744
160	2	265.4	239.30	29.30	26.10	210.00	12.43	6.220	1.920	1.124	1.708	1809
240	1	244.1	217.90	31.00	26.20	186.90	14.02	6.219	1.919	1.140	1.683	1783



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: _____ %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: **12.8** %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: **1810** kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _S	ω _i	ω _o	I _p	%>Nº 4

Operador:

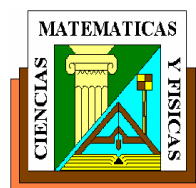
Calculado por:

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Laboratorio de suelos y materiales



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: Junio del 2016

PROF: 0.10 - 0.20

Absc:

0+340

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

20

E

35

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		P	X	35
	Wh + Recipiente.		575.5	413.7	315.6
	Ws + Recipiente.		530.7	392.5	298.1
	Ww		44.8	21.2	17.5
	Wrecipiente		75.6	67.6	68
	Wseco		455.1	324.9	230.1
	W% (porcentaje de humedad)		9.8	6.5	7.6
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10.375	11.662	11.833
Peso de Molde			5.811	6.579	6.648
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.564	5.083	5.185
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.155	4.772	4.819
Conetido de agua= $W_h / 1 + 0,01W\%$		W%	9.8	6.5	7.6
Densidad Húmeda= $W_h/Volum.$		δ_h	1971	2195	2239
Densidad Seca= $D_h / 1 + 0,01W\%$		δ_s	1794	2060	2081

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		5	B	9
	Wh + Recipiente.		373.4	446.6	364.1
	Ws + Recipiente.		336.1	406.2	337.2
	Ww		37.3	40.4	26.9
	Wrecipiente		29.5	31	29.9
	Wseco		306.6	375.2	307.3
	W% (porcentaje de humedad)		12.2	10.8	8.8
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10.541	11.768	11.906
Peso de Molde			5.811	6.579	6.648
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.730	5.189	5.258
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.217	4.685	4.835
Conetido de agua= $W_h / 1 + 0,01W\%$		W%	12.2	10.8	8.8
Densidad Húmeda= $W_h/Volum.$		δ_h	2042	2241	2270
Densidad Seca= $D_h / 1 + 0,01W\%$		δ_s	1821	2023	2088

% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL			0.050	0.045	0.050
24 Horas			0.053	0.048	0.052
48 "			0.056	0.051	0.054
72 "			0.057	0.054	0.056
96 "			0.059	0.055	0.057
HINCHAMIENTO	%		0.18	0.20	0.14
C.B.R.	%				
Densidad Seca.	δ_s		1821	2023	2088

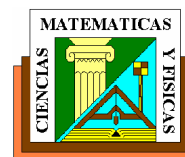
Operador :

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Laboratorio de suelos y materiales



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: Junio del 2016

PROF: 0.10 - 0.20

Absc:

0+580

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

BASE

2

39

4

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		29	2	X
	Wh + Recipiente.		175.5	394.2	194.3
	Ws + Recipiente.		165.3	378.1	183.7
	Ww		10.2	16.1	10.6
	Wrecipiente		29.2	29.3	30.1
	Wseco		136.1	348.8	153.6
	W% (porcentaje de humedad)		7.5	4.6	6.9
Peso de Molde + Suelo Húmedo			12.11	11.79	11.663
Peso de Molde			7.626	7.026	6.596
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.484	4.764	5.067
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.171	4.554	4.740
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	7.5	4.6	6.9
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	1936	2057	2188
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1801	1966	2047

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		M	46	JR
	Wh + Recipiente.		481.8	400.2	427.9
	Ws + Recipiente.		433.2	367.2	395.2
	Ww		48.6	33	32.7
	Wrecipiente		29.7	29.4	30.6
	Wseco		403.5	337.8	364.6
	W% (porcentaje de humedad)		12.0	9.8	9.0
Peso de Molde + Suelo Húmedo			12.369	11.692	11.785
Peso de Molde			7.626	7.026	6.596
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.743	4.666	5.189
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.233	4.251	4.762
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	12.0	9.8	9.0
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2048	2015	2241
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1828	1835	2056

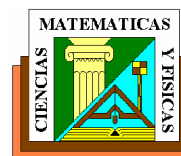
% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL			0.140	0.084	0.106
24 Horas			0.143	0.086	0.12
48 "			0.146	0.09	0.122
72 "			0.151	0.1	0.13
96 "			0.164	0.113	0.149
HINCHAMIENTO		%	0.48	0.58	0.86

C.B.R.	%			
Densidad Seca.	δs	1828	1835	2056

Operador :

Verificado por:



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: Junio del 2016

PROF: 0.20 - 0.45

Absc:

0+340

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

SUB BASE

1

36

3

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		46	10	JR
	Wh + Recipiente.		325	312.2	351.6
	Ws + Recipiente.		293.4	286.6	321.2
	Ww		31.6	25.6	30.4
	Wrecipiente		29.4	29.9	30.6
	Wseco		264	256.7	290.6
	W% (porcentaje de humedad)		11.97	9.97	10.46
Peso de Molde + Suelo Húmedo			11.413	11.149	11.531
Peso de Molde			6.584	6.397	6.458
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.829	4.752	5.073
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.313	4.321	4.593
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	11.97	9.97	10.46
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2085	2052	2190
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1862	1866	1983

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		14	M	I
	Wh + Recipiente.		467.7	570	349.4
	Ws + Recipiente.		417.4	526	311.6
	Ww		50.3	44	37.8
	Wrecipiente		30.8	30.3	29.1
	Wseco		386.6	495.7	282.5
	W% (porcentaje de humedad)		13.0	8.9	13.4
Peso de Molde + Suelo Húmedo			11.559	11.239	11.6
Peso de Molde			6.584	6.397	6.458
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.975	4.842	5.142
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.402	4.447	4.535
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	13.0	8.9	13.4
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2148	2091	2220
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1901	1920	1958

% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL			0.03	0.125	0.035
24 Horas			0.032	0.134	0.038
48 "			0.04	0.142	0.05
72 "			0.059	0.152	0.063
96 "			0.062	0.159	0.071
HINCHAMIENTO			%	0.64	0.68
					0.72

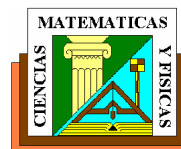
C.B.R.	%			
Densidad Seca.	δs	1901	1920	1958

Operador :

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Ing. Arnoldo Ruffilli



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: Junio del 2016

PROF: 0.20-0.45m.

Absc:

0+580

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

SUB BASE

19

B

17

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		XY	40	A
	Wh + Recipiente.		313	217.5	206.5
	Ws + Recipiente.		283	197.2	190
	Ww		30	20.3	16.5
	Wrecipiente		30	30.8	31
	Wseco		253	166.4	159
	W% (porcentaje de humedad)		11.9	12.2	10.4
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10.215	11.53	11.982
Peso de Molde			5.662	6.633	7.058
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.553	4.897	4.924
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.070	4.365	4.461
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	11.9	12.2	10.4
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	1966	2114	2126
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1757	1885	1926

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		28	Z	XY
	Wh + Recipiente.		393.8	453.7	365.2
	Ws + Recipiente.		346.8	404.6	329.6
	Ww		47	49.1	35.6
	Wrecipiente		30.3	31.7	30
	Wseco		316.5	372.9	299.6
	W% (porcentaje de humedad)		14.8	13.2	11.9
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10.353	11.631	12.051
Peso de Molde			5.662	6.633	7.058
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.691	4.998	4.993
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.084	4.416	4.463
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	14.8	13.2	11.9
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2025	2158	2156
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1764	1907	1927

% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL			0.034	0.136	0.038
24 Horas			0.087	0.143	0.047
48 "			0.093	0.146	0.053
72 "			0.1	0.157	0.061
96 "			0.109	0.168	0.073
HINCHAMIENTO		%	1.50	0.64	0.70

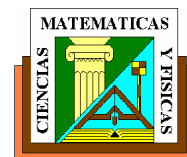
C.B.R.	%			
Densidad Seca.	δs	1764	1907	1927

Operador :

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Ing. Arnoldo Ruffilli



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: Junio del 2016

PROF: 1.00-1.50 m.

Absc:

0+340

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

SUB RASANTE

35

20

04

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		7	1	10
	Wh + Recipiente.		277.5	254.2	221.9
	Ws + Recipiente.		252.8	233.9	209.5
	Ww		24.7	20.3	12.4
	Wrecipiente		30.5	31	29.9
	Wseco		222.3	202.9	179.6
	W% (porcentaje de humedad)		11.1	10.0	6.9
Peso de Molde + Suelo Húmedo			11.046	10.328	12.38
Peso de Molde			6.652	5.818	7.594
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.394	4.51	4.786
Peso del Suelo Seco.		Ws	3.955	4.100	4.477
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	11.1	10.0	6.9
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	1897	1947	2066
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1708	1770	1933

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		2	1	8
	Wh + Recipiente.		517.7	453.9	348.7
	Ws + Recipiente.		446.5	396.6	308.7
	Ww		71.2	57.3	40.0
	Wrecipiente		20.3	29.1	31
	Wseco		426.2	367.5	277.7
	W% (porcentaje de humedad)		16.7	15.6	14.4
Peso de Molde + Suelo Húmedo			11.321	10.533	12.544
Peso de Molde			6.652	5.818	7.594
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.669	4.715	4.950
Peso del Suelo Seco.		Ws	4.001	4.079	4.327
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	16.7	15.6	14.4
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2016	2036	2137
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1727	1761	1868

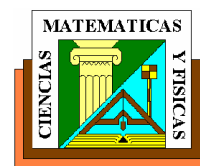
% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL					
24 Horas			0.140	0.024	0.168
48 "			0.186	0.054	0.202
72 "			0.187	0.058	0.209
96 "			0.194	0.069	0.219
HINCHAMIENTO			%	1.30	1.00
				1.24	

C.B.R.	%			
Densidad Seca.	δs	1727	1761	1868

Operador :

Verificado por:



C.B.R. - DENSIDADES

PROYECTO:

UBICACIÓN:

FECHA: junio del 2016

PROF: 1.00 - 1.50 m

Absc:

0+580

Muestra:

1

Vol.del Espec.(m3)

0.002316

SUB RASANTE

02

1

26

ANTES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		N	13	28
	Wh + Recipiente.		248.3	232.4	233.7
	Ws + Recipiente.		227.2	213.7	214.8
	Ww		21.1	18.7	18.9
	Wrecipiente		31.7	27.2	18.9
	Wseco		195.5	186.5	195.9
	W% (porcentaje de humedad)		10.79	10.0	9.6
Peso de Molde + Suelo Húmedo			9.743	11.012	10.892
Peso de Molde			5.585	6.595	6.400
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.158	4.417	4.492
Peso del Suelo Seco.		Ws	3.753	4.014	4.097
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	10.79	10.0	9.6
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	1795	1907	1940
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1620	1733	1769

DESPUES DE LA INMERSIÓN

			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°		14	M	101
	Wh + Recipiente.		567.3	423.3	523.2
	Ws + Recipiente.		480.40	364.20	461
	Ww		86.9	59.1	62.2
	Wrecipiente		29.4	28	39.5
	Wseco		451	336.2	421.5
	W% (porcentaje de humedad)		19.3	17.6	14.8
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10.112	11.328	11.374
Peso de Molde			5.585	6.595	6.400
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4.527	4.733	4.974
Peso del Suelo Seco.		Ws	3.796	4.025	4.334
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	19.3	17.6	14.8
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	1955	2044	2148
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1639	1738	1871

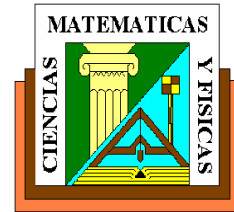
% DE HINCHAMIENTO

LECTURA INICIAL		0.067	0.085	0.09
24 Horas		0.098	0.135	0.130
48 "		0.105	0.140	0.135
72 "		0.119	0.147	0.146
96 "		0.128	0.153	0.153
HINCHAMIENTO	%	1.22	1.36	1.26

C.B.R.	%			
Densidad Seca.	δs	1639	1738	1871

Operador :

Verificado por:



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 0.10 - 0.20

Absc: 0+340

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5 PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.

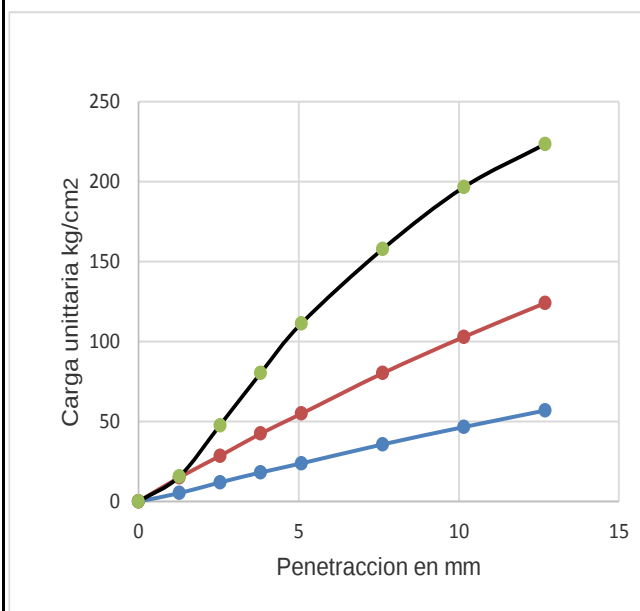
Muestra: 1

AREA DE MOLDE: 19.35

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

		BASE					
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	220	638	660	100	290	300
2.54 mm	(0.10")	506	1210	2024	230	550	920
3.81 mm	(0.15")	770	1804	3410	350	820	1550
5.08 mm	(0.20")	1012	2332	4730	460	1060	2150
7.62 mm	(0.30")	1518	3410	6710	690	1550	3050
10.16 mm	(0.40")	1980	4378	8360	900	1990	3800
12.70 mm	(0.50")	2420	5280	9504	1100	2400	4320
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	73.33	212.67	220.00	5.17	14.99	15.50
2.54 mm	(0.10")	168.67	403.33	674.67	11.89	28.42	47.55
3.81 mm	(0.15")	256.67	601.33	1136.67	18.09	42.38	80.10
5.08 mm	(0.20")	337.33	777.33	1576.67	23.77	54.78	111.11
7.62 mm	(0.30")	506.00	1136.67	2236.67	35.66	80.10	157.62
10.16 mm	(0.40")	660.00	1459.33	2786.67	46.51	102.84	196.38
12.7 mm	(0.50")	806.67	1760.00	3168.00	56.85	124.03	223.26



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	11.89	23.77	
25	28.42	54.78	
56	47.55	111.11	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	16.91	22.54	0.18%
25	40.43	51.94	0.20%
56	67.62	105.36	0.14%

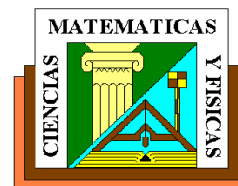
Patro para 0.1" 70.31

Patro para 0.2" 105.46

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Ing. Arnoldo Ruffilli



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 0.10 - 0.20

Absc: 0+580

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5

PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.

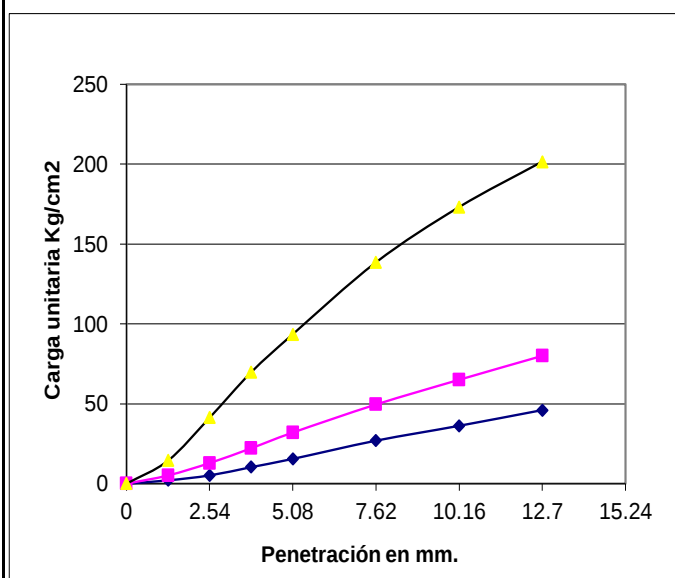
Muestra: 1

AREA DE MOLDE: 19.35

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

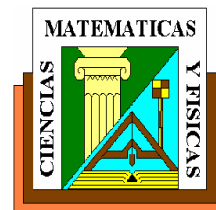
		BASE					
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	88	220	616	40	100	280
2.54 mm	(0.10")	220	550	1760	100	250	800
3.81 mm	(0.15")	440	946	2970	200	430	1350
5.08 mm	(0.20")	660	1364	3982	300	620	1810
7.62 mm	(0.30")	1144	2112	5896	520	960	2680
10.16 mm	(0.40")	1540	2772	7370	700	1260	3350
12.70 mm	(0.50")	1958	3410	8580	890	1550	3900
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	29.33	73.33	205.33	2.07	5.17	14.47
2.54 mm	(0.10")	73.33	183.33	586.67	5.17	12.92	41.34
3.81 mm	(0.15")	146.67	315.33	990.00	10.34	22.22	69.77
5.08 mm	(0.20")	220.00	454.67	1327.33	15.50	32.04	93.54
7.62 mm	(0.30")	381.33	704.00	1965.33	26.87	49.61	138.50
10.16 mm	(0.40")	513.33	924.00	2456.67	36.18	65.12	173.13
12.7 mm	(0.50")	652.67	1136.67	2860.00	45.99	80.10	201.55



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	5.17	15.50	
25	12.92	32.04	
56	41.34	93.54	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	7.35	14.70	0.48%
25	18.38	30.38	0.58%
56	58.80	88.70	0.86%

Patro para 0.1" 70.31
Patro para 0.2" 105.46

Verificado por:



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 0.20 - 0.45

Absc: 0+340

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5 **PESO DEL MARTILLO:** 10 Lbs.

area 19.35 **cm²**

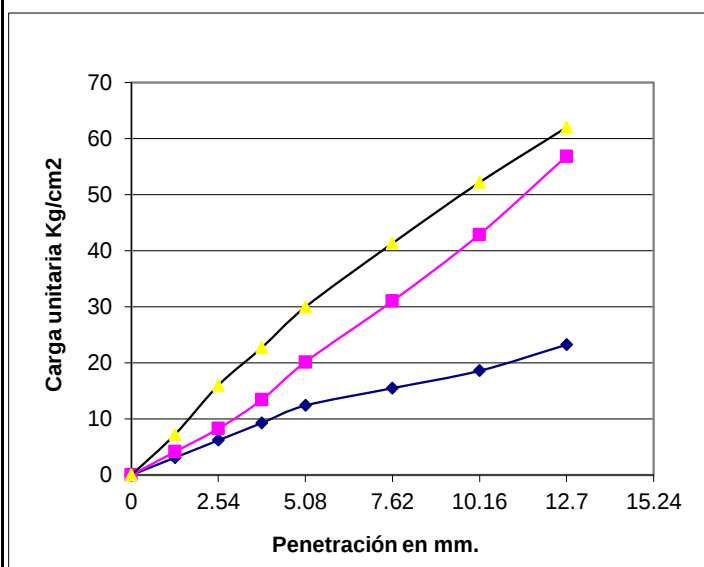
Muestra: 1

PESO DE MOLDE:

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

		SUB BASE					
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	132	176	308	60	80	140
2.54 mm	(0.10")	264	352	682	120	160	310
3.81 mm	(0.15")	396	572	968	180	260	440
5.08 mm	(0.20")	528	858	1276	240	390	580
7.62 mm	(0.30")	660	1320	1760	300	600	800
10.16 mm	(0.40")	792	1826	2222	360	830	1010
12.70 mm	(0.50")	990	2420	2640	450	1100	1200
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	44.00	58.67	102.67	3.10	4.13	7.24
2.54 mm	(0.10")	88.00	117.33	227.33	6.20	8.27	16.02
3.81 mm	(0.15")	132.00	190.67	322.67	9.30	13.44	22.74
5.08 mm	(0.20")	176.00	286.00	425.33	12.40	20.16	29.97
7.62 mm	(0.30")	220.00	440.00	586.67	15.50	31.01	41.34
10.16 mm	(0.40")	264.00	608.67	740.67	18.60	42.89	52.20
12.7 mm	(0.50")	330.00	806.67	880.00	23.26	56.85	62.02



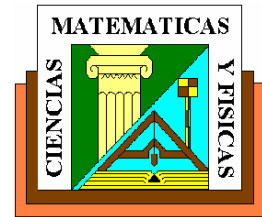
No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	6.20	12.40	
25	8.27	20.16	
56	16.02	29.97	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	8.82	11.76	0.64%
25	11.76	19.11	0.68%
56	22.79	28.42	0.72%

Patro para 0.1" 70.31
Patro para 0.2" 105.46

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Ing. Arnoldo Ruffilli



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 0.20 - 0.45

Absc: 0+580

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5 **PESO DEL MARTILLO:** 10 Lbs.

area 19.35 **cm²**

Muestra: 1

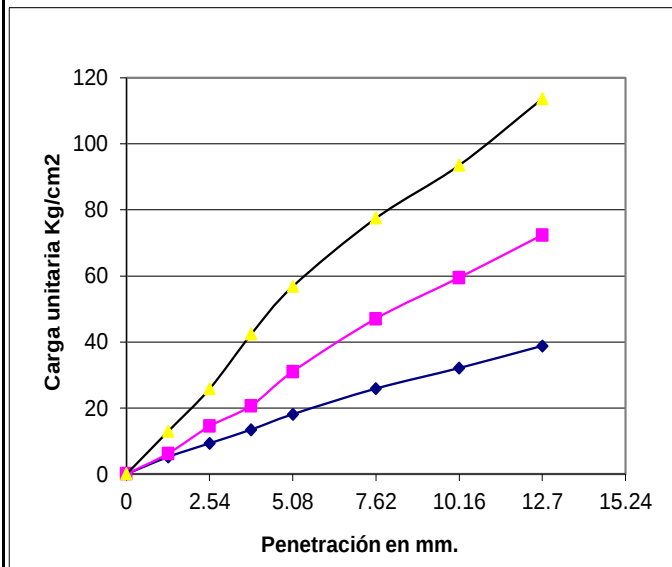
PESO DE MOLDE:

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

SUB BASE

No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	220	264	550	100	120	250
2.54 mm	(0.10")	396	616	1100	180	280	500
3.81 mm	(0.15")	572	880	1804	260	400	820
5.08 mm	(0.20")	770	1320	2420	350	600	1100
7.62 mm	(0.30")	1100	2002	3300	500	910	1500
10.16 mm	(0.40")	1364	2530	3982	620	1150	1810
12.70 mm	(0.50")	1650	3080	4840	750	1400	2200
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	73.33	88.00	183.33	5.17	6.20	12.92
2.54 mm	(0.10")	132.00	205.33	366.67	9.30	14.47	25.84
3.81 mm	(0.15")	190.67	293.33	601.33	13.44	20.67	42.38
5.08 mm	(0.20")	256.67	440.00	806.67	18.09	31.01	56.85
7.62 mm	(0.30")	366.67	667.33	1100.00	25.84	47.03	77.52
10.16 mm	(0.40")	454.67	843.33	1327.33	32.04	59.43	93.54
12.7 mm	(0.50")	550.00	1026.67	1613.33	38.76	72.35	113.70



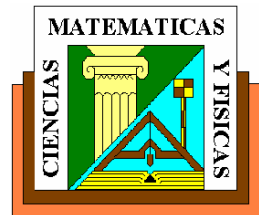
No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	9.30	18.09	
25	14.47	31.01	
56	25.84	56.85	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	13.23	17.15	1.50%
25	20.58	29.40	0.64%
56	36.75	53.90	0.70%

Patro para 0.1" 70.31
Patro para 0.2" 105.46

Verificado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Ing. Arnoldo Ruffilli



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 1.00 -1.50

Absc: 0+340

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5

PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.

Area 19.35 **cm2**

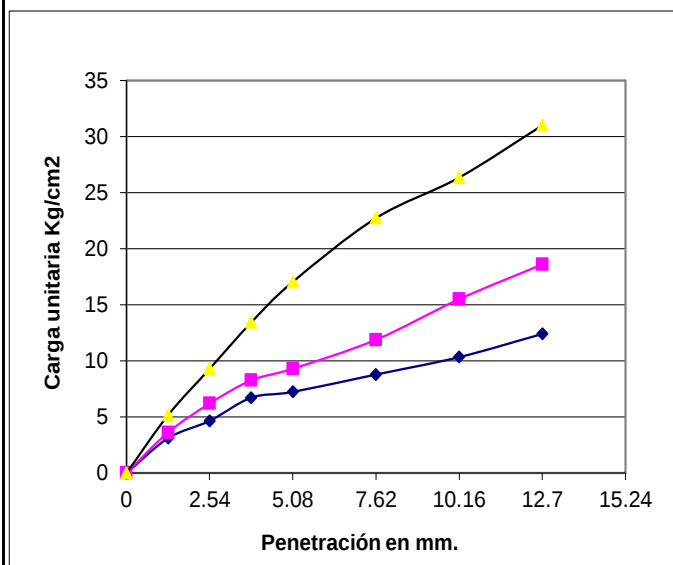
Muestra: 1

PESO DE MOLDE:

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

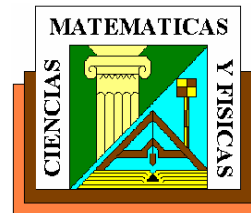
		SUB RASANTE					
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	132	154	220	60	70	100
2.54 mm	(0.10")	198	264	396	90	120	180
3.81 mm	(0.15")	286	352	572	130	160	260
5.08 mm	(0.20")	308	396	726	140	180	330
7.62 mm	(0.30")	374	506	968	170	230	440
10.16 mm	(0.40")	440	660	1122	200	300	510
12.70 mm	(0.50")	528	792	1320	240	360	600
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0.0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	44.00	51.33	73.33	3.10	3.62	5.17
2.54 mm	(0.10")	66.00	88.00	132.00	4.65	6.20	9.30
3.81 mm	(0.15")	95.33	117.33	190.67	6.72	8.27	13.44
5.08 mm	(0.20")	102.67	132.00	242.00	7.24	9.30	17.05
7.62 mm	(0.30")	124.67	168.67	322.67	8.79	11.89	22.74
10.16 mm	(0.40")	146.67	220.00	374.00	10.34	15.50	26.36
12.7 mm	(0.50")	176.00	264.00	440.00	12.40	18.60	31.01



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	4.65	7.24	
25	6.20	9.30	
56	9.30	17.05	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	6.62	6.86	1.30%
25	8.82	8.82	1.00%
56	13.23	16.17	1.24%

Patro para 0.1" 70.31
Patro para 0.2" 105.46

Verificado por:



CBR PENETRACION

PROYECTO:

Profundidad 1.00 - 1.50

Absc: 0+580

FECHA: JUNIO DEL 2016

No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56

No. DE CAPAS: 5

PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.

Area 19.35

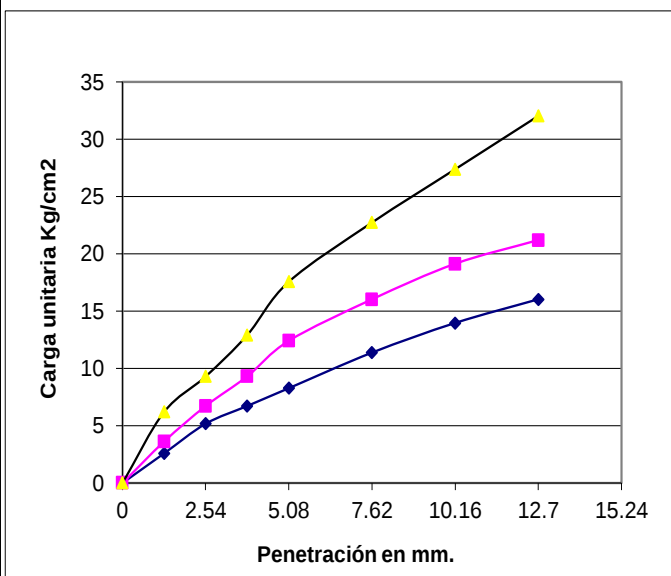
Muestra: 1

PESO DE MOLDE:

VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316

ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

		SUB RASANTE					
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm	(0.05")	110	154	264	50	70	120
2.54 mm	(0.10")	220	286	396	100	130	180
3.81 mm	(0.15")	286	396	550	130	180	250
5.08 mm	(0.20")	352	528	748	160	240	340
7.62 mm	(0.30")	484	682	968	220	310	440
10.16 mm	(0.40")	594	814	1166	270	370	530
12.70 mm	(0.50")	682	902	1364	310	410	620
No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1.27 mm	(0.05")	36.67	51.33	88.00	2.58	3.62	6.20
2.54 mm	(0.10")	73.33	95.33	132.00	5.17	6.72	9.30
3.81 mm	(0.15")	95.33	132.00	183.33	6.72	9.30	12.92
5.08 mm	(0.20")	117.33	176.00	249.33	8.27	12.40	17.57
7.62 mm	(0.30")	161.33	227.33	322.67	11.37	16.02	22.74
10.16 mm	(0.40")	198.00	271.33	388.67	13.95	19.12	27.39
12.7 mm	(0.50")	227.33	300.67	454.67	16.02	21.19	32.04



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración		
	0,1 Pulg	0,2 Pulg	
12	5.17	8.27	
25	6.72	12.40	
56	9.30	17.57	
C.B.R.	%		Hinchamiento
12	7.35	7.84	1.22%
25	9.56	11.76	1.36%
56	13.23	16.66	1.26%

Patro para 0.1" 70.31
Patro para 0.2" 105.46

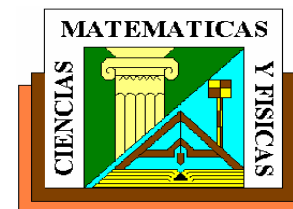
Verificado por:



UNIVERSIDA DE GUAYAQUIL

Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli

PROCTOR - C.B.R.



PROYECTO:

LOCALIZACION: ingreso a ciudadela brisas de procarsa

Abscisa: 0+340

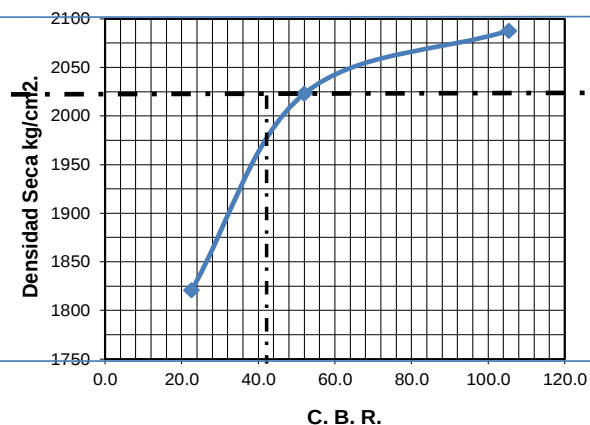
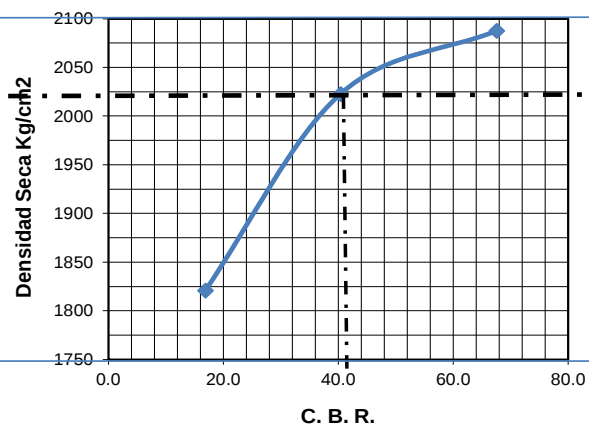
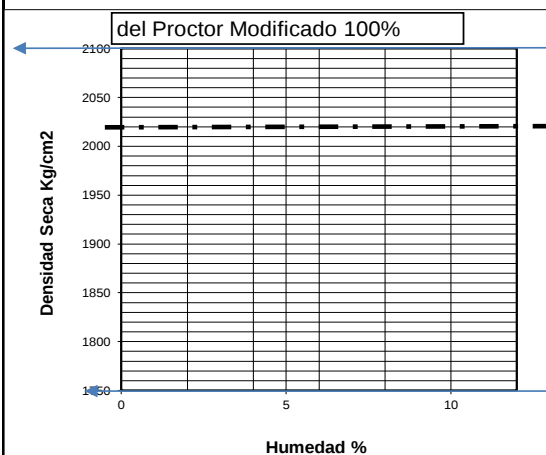
FECHA: JUNIO DEL 2016

Profundidad de la muestra: 0.10 - 0.20 m.

BASE

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

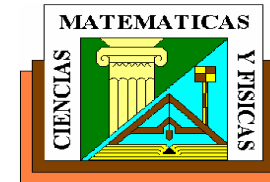
C. B. R. = 42 %

C. B. R. = 53 %

Calculado por:



UNIVERSIDA DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO:

LOCALIZACION: ingreso a ciudadela brisas de procarisa

Abscisa: 0+580

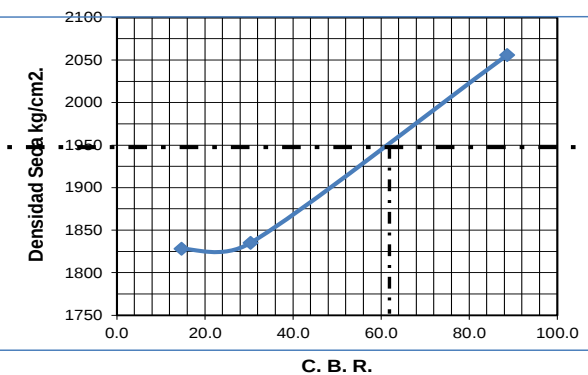
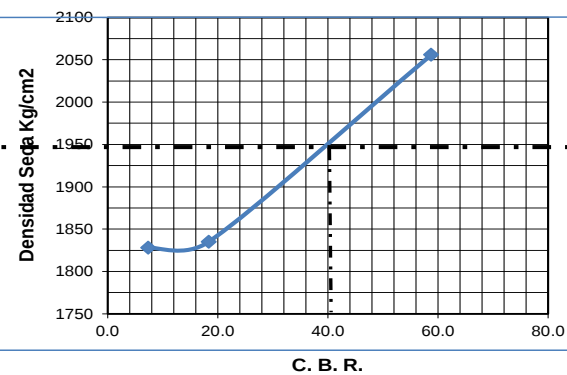
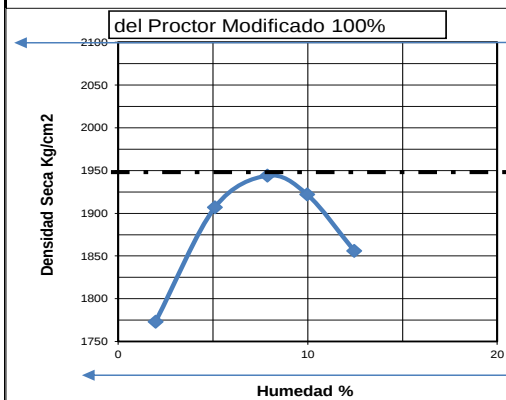
FECHA: JUNIO DEL 2016

Profundidad de la muestra: 0.10 - 0.20 m.

BASE

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

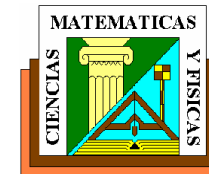
C. B. R. = 40.2 %

C. B. R. = 61 %

Calculado por:



UNIVERSIDA DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO:

LOCALIZACION:

Abscisa 0+340

FECHA: JUNIO DEL 2016

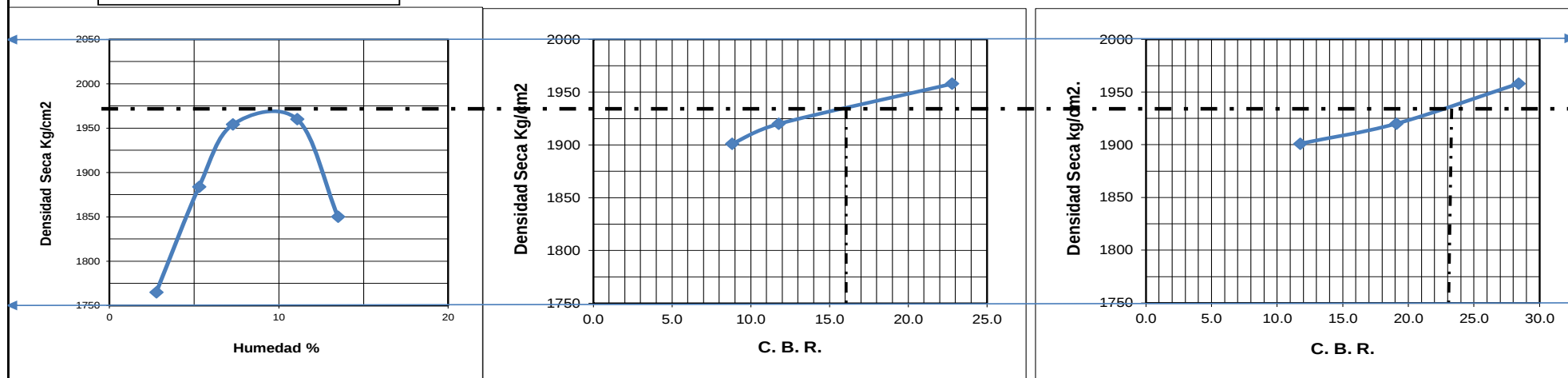
Profundidad de la muestra: 0.20 - 0.45 m.

SUB BASE

100% del Proctor Modificado

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

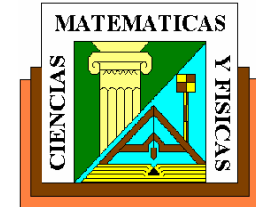
C. B. R. = 16%

C. B. R. = 21.6 %
sub base 1

Calculado por:



UNIVERSIDA DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO:

LOCALIZACION:

Abscisa 0+580

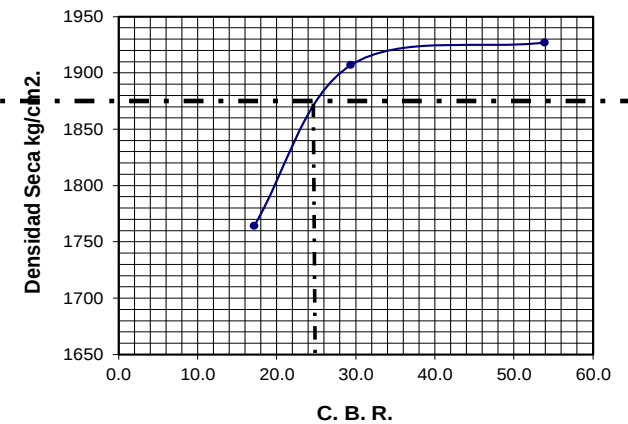
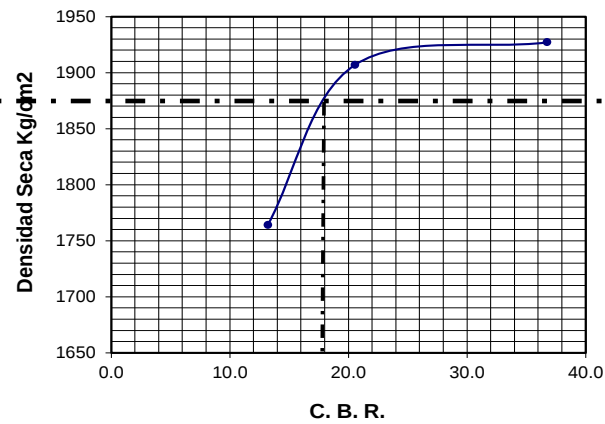
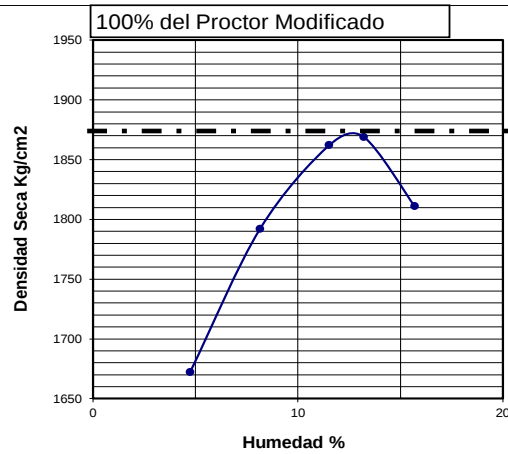
FECHA: JUNIO DEL 2016

Profundidad de la muestra: 0.20 - 0.45 m.

SUB BASE

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

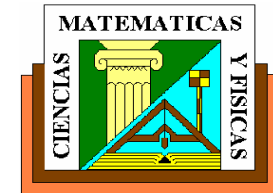
C. B. R. = 17.9%

C. B. R. = 25 %

Calculado por:



UNIVERSIDA DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO:

LOCALIZACION:

Abscisa 0+340

FECHA: JUNIO DEL 2016

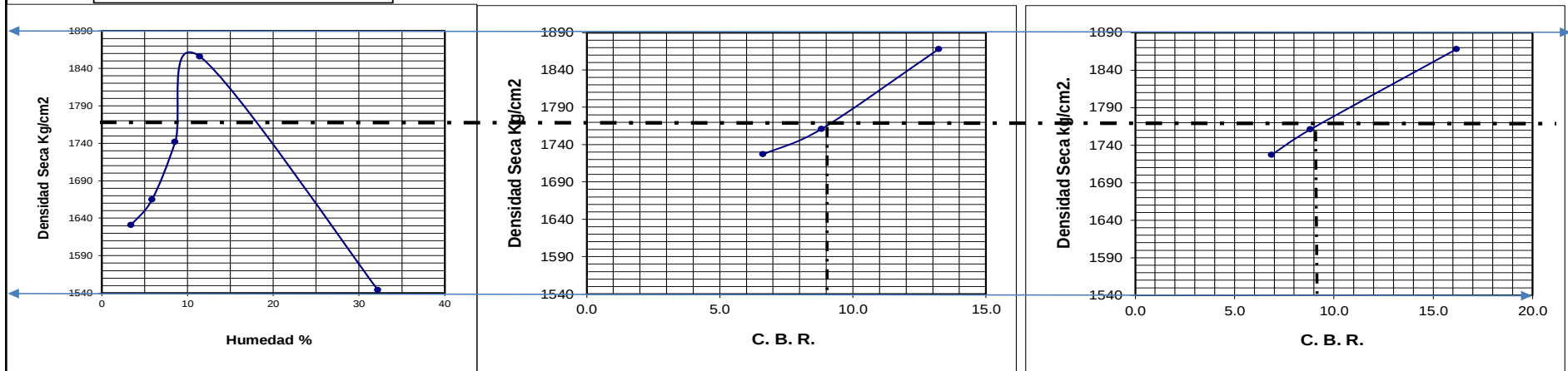
Profundidad de la muestra: 1.00 - 1.50 m.

SUB RASANTE

95% del Proctor Modificado

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

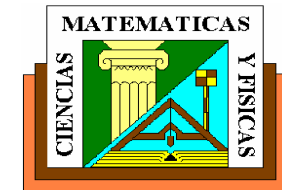
C. B. R. = 9 %

C. B. R. = 9.2 %

Calculado por:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Laboratorio de suelos y materiales Arnoldo Ruffilli



PROCTOR - C.B.R.

PROYECTO:

LOCALIZACION:

Abscisa 0+580

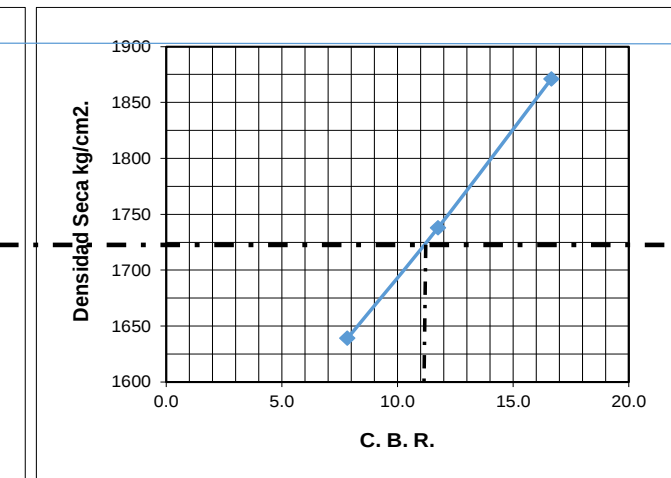
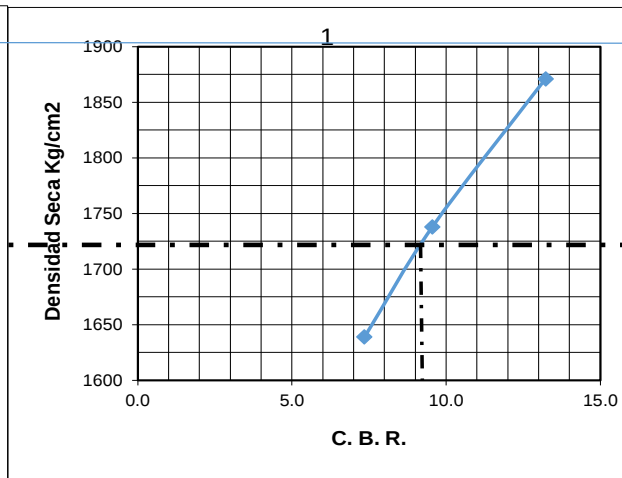
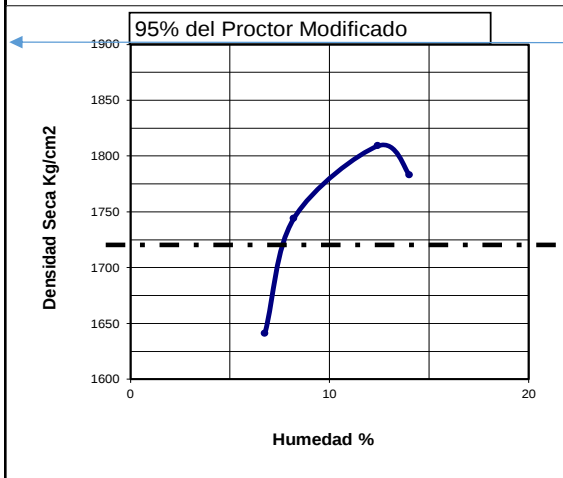
FECHA: JUNIO DEL 2016

Profundidad de la muestra: 1.00 - 1.50 m.

SUB RASANTE

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 9.2 %

C. B. R. = 11.1%

Calculado por:

Memorias fotográficas



Imagen 1: Vía en estudio

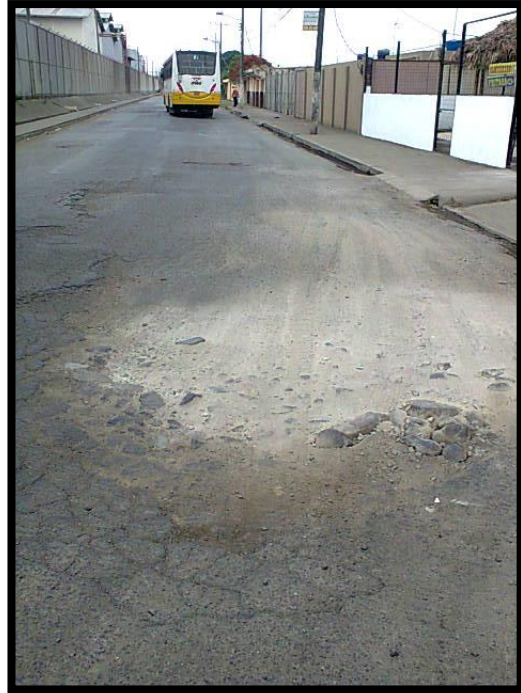


Imagen 2: Daños en la vía



Imagen 3: bache



Imagen 4: piel de cocodrilo



Imagen 5: Calicata 1



Imagen 6: Calicata 2

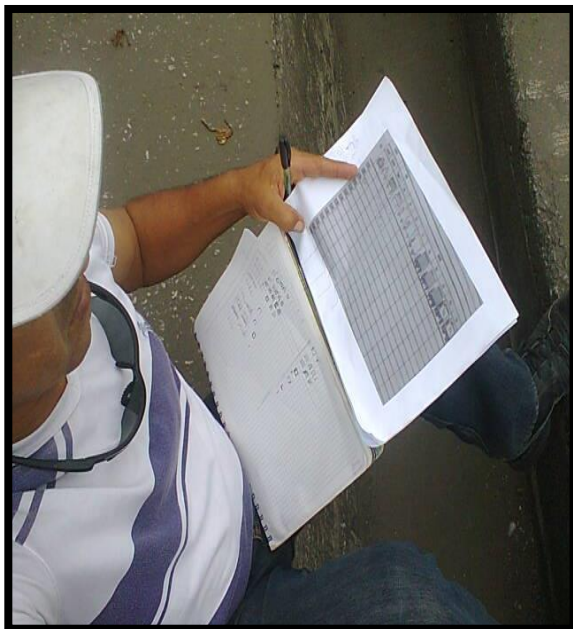


Imagen 7: conteo de tráfico



Imagen 8: Tipo de vehículo



Imagen 9: Muestra de suelo



Imagen 10: Muestra ensayo humedad



Imagen 11: Muestras ensayo límites



Imagen 12: Ensayo de granulometría



Imagen 13: Ensayo proctor



Imagen 14: Ensayo de CBR



Imagen 15: Prueba de hinchamiento



Imagen 16: CBR penetracion

Bibliografía

- COMUNICACION, M. D. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*. Quito.
- Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá, D.C.: Ediciones y Publicaciones.
- Fonseca, A. M. (2006). *Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*. Bogotá, D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- PUBLICA, M. D. (2003). *NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS - 2003*. Quito.
- Publicas, M. d. (2002). *especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito.
- Sandoval, C. H. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Terreros de Varela, C., & Moreno Lituma, V. (1995). *MECÁNICA DE SUELOS Laboratorio*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia y Tecnología
Innovación y saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO	Análisis de las causas que provocan el deterioro del pavimento flexible en la vía de ingreso a la ciudadela Brisas de procarsa ubicada en el Cantón Durán	
AUTOR/ES: Luis Alejandro Ortiz Yagual	REVISORES: Ing. Julio Vargas Jiménez Ing. Gustavo Ramirez Aguirre Ing. Marcelo Mocayo Theurer	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: De Ciencias Matematicas y Fisicas	
CARRERA: Ingenieria civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016	Nº DE PÁG:	64
ÁREAS TEMÁTICAS: Vías Deterioro en pavimento flexible		
PALABRAS CLAVE: <Análisis - Causas - Deterioro - Reparación - Vía ingreso>		
RESUMEN: Las vías de comunicación cumplen un papel fundamental en el desarrollo de la economía de un país, por esta razón es necesario realizar los estudios adecuados que se requiere para la construcción, mantenimiento, y reparación de una carretera, de esta manera se asegura que cumplirá con el periodo de vida útil para la cual fue diseñada. El presente estudio es el análisis de las causas que provocan que el pavimento flexible de la vía de ingreso a la ciudadela Brisas de Procarsa, la cual está ubicada en el cantón Durán, en esta vías hemos observado que hay muchos tipos de fallas, que son más de tipo estructural, para lo cual realizamos los respectivos estudio de la estructura de pavimento para poder determinar cuáles son las causantes de este problema, además realizamos un diseño de pavimento con un periodo de vida útil de quince años, para que la entidad a cargo de esta vía realice la reparaciones, y que se programen un mantenimiento rutinario en la vía, para que esta pueda ser de mucha utilidad para los automotores que transitan por ella, y además evitar las molestias que es ocasionado por el mal estado que se encuentra. De esta manera se dinamiza el flujo vehicular de la zona y de esta manera se desarrollaran de mejor forma las actividades de las fábricas que se encuentran en este sector, también se puede resolver el problema de las afectaciones de las viviendas de los moradores de la zona, las cuales presentan daños por las continuas vibraciones que produce la circulación de tráfico pesado.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTOS PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES: CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Teléfono: 960111140	E-mail: lortizy@yahoo.es
	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

