



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

VÍAS

TEMA:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADUM
DESDE LA AV. COLÓN HASTA LA AV. JAIME ROLDÓS AGUILERA,
EN EL CANTÓN MILAGRO, PROVINCIA DEL GUAYAS.**

AUTORES:

**ESTEFANIA SORANGE TORRES CASTILLO
GALO ROBERTO MAITA VIVANCO**

TUTOR

ING. GREGORIO BANCHON ZUÑIGA.

2016

GUAYAQUIL - ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, de lograr alcanzar mi culminación académica.

Definitivamente Dios, mi Señor mi guía, mi proveedor, sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría. A mis padres, ustedes siempre serán mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa.

Y porque no agradecer a mis maestros, en especial al Ing. Gregorio Banchon que ha sido mi asesor de esta tesina y gestor de este proceso de enseñanza, aprendizaje teórico y práctico en nuestra institución.

Estefanía Torres Castillo

DEDICATORIA

Por sus almas nobles llenas de fe en mí, que sembraron en mi corazón aquel poder inseparable de optimismo y esperanza dedico esta tesina a mis queridos padres, ya que con su conocimiento, experiencia y apoyo incondicional contribuyeron para la culminación de este trabajo sin olvidar a mi querido Dios y demás familia que en los momentos difíciles me han apoyado y he podido salir adelante.

Ustedes han estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten, para todos ustedes esta dedicatoria que he realizado con mucho esfuerzo y empeño.

Estefanía Torres Castillo

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo agradezco a la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, escuela de Ingeniería Civil, que me acogió para formarme como profesional y servir a la sociedad.

Al Ing. Gregorio Banchón quien con su dedicación y paciencia ha sabido guiarme y asesorarme en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A los docentes que me brindaron sus conocimientos y experiencias que han sido herramientas fundamentales para desarrollarme profesionalmente.

Galo Maita Vivanco

DEDICATORIA

A Dios, a mi mami gracias por todo el amor comprensión y apoyo que me ha dado durante todo este tiempo, a mi papi que ha sido mi inspiración para lograr mi sueño y promesa, a mis hijos que son mi motivación para salir adelante, mi esposa y hermanos y cada uno de los que fueron parte en mi formación académica que Dios los bendiga.

Galo Maita Vivanco

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M. Sc.

DECANO

Ing. Gregorio Banchon Zuñiga

TUTOR

Ing. Carlos Mora Cabrera M. Sc.

TRIBUNAL

Ing. Julio Vargas Jiménez M. Sc.

TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

ART.- XI del Reglamento interno de Graduación de la facultad Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este trabajo de Titulación corresponde exclusivamente a los autores, y el patrimonio intelectual de la Universidad de Guayaquil.

Estefania Sorange Torres Castillo

Ci: 0921939423-7

Galo Roberto Maita Vivanco

Ci: 1104381312

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Tema de investigación	2
1.4. Planteamiento del problema.....	3
1.4.1. Formulación del problema.	3
1.5. Delimitación del tema.....	4
1.5.1. Delimitación espacial.....	4
1.5.2. Delimitación temporal.	4
1.5.3. Delimitación del contenido.	4
1.6. Justificación del tema.....	4
1.7. Metodología	5
1.8. Alcance	6
1.9. Objetivos.....	6
1.9.1. Objetivo general.	6
1.9.2. Objetivos específicos.....	7
1.10. Ubicación.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Camino	9
2.2. Pavimento	10
2.2.1. Clasificación de los pavimentos.	10
2.3. Pavimentos flexibles	11
2.3.1. Elementos que conforman un pavimento flexible.	11
2.3.2. Variables para el diseño de pavimento flexible.	14
2.3.2.1. <i>Periodo de diseño.</i>	14
2.3.2.2. <i>Tránsito.</i>	14
2.3.2.3. <i>Confiabilidad.</i>	14
2.3.2.4. <i>Serviciabilidad.</i>	14
2.3.2.5. <i>Drenaje.</i>	15
2.3.2.6. <i>Propiedades de los materiales.</i>	15
2.3.2.7. <i>Numero estructural (SN).</i>	15
2.3.2.8. <i>Módulo resiliente de la sub-rasante, Mr.</i>	15
2.4. Tráfico.....	16
2.4.1. Tráfico promedio diario anual.	16
2.4.1.1. <i>Tipos de conteo.</i>	17
2.4.1.2. <i>Variaciones.</i>	17
2.4.2. Tráfico futuro.	18

2.5. Velocidad	18
2.6. Estudios de suelos	18
2.6.1. Contenido de humedad.	19
2.6.2. Límites de Atterberg o límites de consistencia.	19
2.6.2.1. <i>Límite líquido.</i>	19
2.6.2.2. <i>Límite plástico.</i>	19
2.6.2.3. <i>Límite de contracción.</i>	19
2.6.3. Índice Plástico.	20
2.6.4. Granulometría.....	20
2.6.4.1. <i>Sistema de clasificación de los suelos.</i>	20
2.6.5. Ensayo de compactación.....	22
2.6.6. California bearing ratio (CBR).	22
2.6.7. Topografía y características físicas del relieve.....	23

CAPÍTULO III

TRÁFICO

3.1.	Determinación de la demanda vehicular actual.	25
3.1.1.	<i>Conteo de Tráfico.</i>	25
3.1.2.	<i>Trafico promedio diario semanal.</i>	27
3.1.3.	Variaciones de tráfico.	28
3.1.4.	<i>Trafico promedio diario anual.</i>	30
3.2.	Determinación de la demanda proyectada.	30
3.2.1.	<i>Tráfico futuro.</i>	30
3.2.1.1.	<i>Transito generado.</i>	30
3.2.1.2.	<i>Transito desarrollado.</i>	31
3.2.2.	Tránsito asignado.	31
3.2.3.	Proyección del tráfico a 15 años (Tf).	32
3.3.	Calculo de ESAL's	34
3.4.	Estudios de suelos	40
3.4.1.	Resultados Obtenidos.	40

CAPITULO IV

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO 93

4.1.	Variables para el diseño de pavimento.....	41
4.1.1.	Esal`s (W18).....	41
4.1.2.	Confiabilidad (R).....	42
4.1.3.	Desviación estándar (So).....	43
4.1.4.	Numero estructural (SN).....	44
4.1.5.	Serviciabilidad.	45
4.1.6.	Módulo resiliente.	45
4.2.	Espesores de las capas del pavimento	46

CAPITULO V

FACTORES GEOMÉTRICOS DEL DISEÑO VIAL

5.1.	Velocidad de diseño.....	48
5.2.	Velocidad de circulación.....	48
5.3.	Distancias de visibilidad	50
5.3.1.	Distancia de visibilidad de parada de un vehículo.....	50
5.3.2.	Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.	53
5.4.	Sección Típica	56
5.4.1.	Elementos de la sección de la vía.....	56

5.4.1.1. Calzada	56
5.4.1.2. Cunetas	57
5.4.2. Curvas horizontales	57
5.4.2.1. Curvas circulares simples	58
5.4.2.2. Tangentes	58
5.5. Diseño de curvas horizontales	59

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones	60
6.2. Recomendaciones	61

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la vía en estudio.....	8
Figura 2. Punto de control para el conteo de tráfico	25
Figura 3. Formato para el conteo de tráfico.....	26
Figura 4. Calculo del porcentaje de tráfico diario semanal	27
Figura 5. Calculo del tráfico futuro.....	33
Figura 6. Calculo de factor de equivalencia de carga LEF.	35
Figura 7. Factor de crecimiento.....	38
Figura 8. Resumen de estudios de suelos en la subrasante	40
Figura 9. Estructura del pavimento flexible.....	47
Figura 10. Distancia de visibilidad de parada	50

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la vía en estudio.....	8
Tabla 2. Factor de ajuste mensual.	29
Tabla 3. Calculo del factor diario	29
Tabla 4 Composición del trafico promedio diario semanal. (TPDS).....	32
Tabla 5. Composición del tráfico asignado. (Tasig.).....	32
Tabla 6. Tasa de crecimiento según el tipo de vehículos	33
Tabla 7. Normas de diseño geométrico 2002.....	34
Tabla 8. Calculo de factor camión por vehículo.....	37
Tabla 9. Porcentaje de crecimiento	38
Tabla 10. Calculo de esal's	39

Tabla 11. Guide for design of pavement structures 1993.....	39
Tabla 12. Niveles de confianza.	42
Tabla 13. Desviación normal estándar del nivel de confiabilidad.....	43
Tabla 14. Desviación standard (So).....	43
Tabla 15. Coeficientes de capa.....	44
Tabla 16. Coeficiente de drenaje.....	45
Tabla 17. Módulos resilientes de materiales.....	46
Tabla 18. Número estructural de las capas de la estructura de pavimento.....	46
Tabla 19. Espesores de las capas de la estructura de pavimento.....	47
Tabla 20. Velocidades de diseño.....	48
Tabla 21. Velocidades de circulación.....	49
Tabla 22. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.....	53
Tabla 23. Distancia mínima de visibilidad.....	55
Tabla 24. Especificaciones vigentes del MTOP.....	56
Tabla 25. Curvas calculadas.....	59

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El ser humano desde su existencia se vio en la necesidad de comunicarse de una manera rápida y segura, a sus inicios fue construyendo caminos a base de piedras y aglomerantes, en la actualidad se han perfeccionado las técnicas de construcción, dando como resultado calles, vías, de pavimento flexible y rígido.

Con el aumento del parque automotor en estos últimos años, la circulación en las calles y vías (urbanas, rurales), se ha tornado más compleja, por este motivo es de gran importancia la elaboración de análisis operacionales de sistemas viales.

El presente trabajo, el cual se refiere al diseño de pavimento flexible, describirá sus características para poder cumplir con los requisitos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

En la ciudad de Milagro provincia del Guayas, la situación actual de la Av. Alfredo Adúm, produce incomodidad para los moradores, contaminación en el medio ambiente, pérdida de tiempo en su recorrido.

Para el efecto es fundamental realizar el estudio de tráfico, que determina las características constructivas de la vía, para el diseño constructivo nos guiaremos en el método ASHTO-93, especificaciones y normas técnicas necesarias para poder cumplir con los requisitos del MTOP, y se describirán las características del suelo.

1.2. Antecedentes

El proyecto se encuentra ubicado en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas, con una longitud de 1.14 Km, siendo una vía colectora que une a dos vías principales, el estado actual de la avenida Alfredo Adúm está a nivel de material de mejoramiento, lo que regularmente provoca que en épocas de lluvia se formen charcos de agua, que tornan a la vía intransitable, tanto para los vehículos y peatones, y en época de verano se forme una capa de polvo que afecta a los habitantes del sector y también a la vegetación.

Dado los efectos producidos en épocas de invierno y verano, la movilidad, seguridad y comodidad de los que usan la avenida Alfredo Adúm, se ven afectados; el presente trabajo contribuye una alternativa de solución a los inconvenientes anteriormente descritos.

1.3. Tema de investigación

“Diseño de pavimento flexible utilizando el método Aashto 93, en la Av. Alfredo Adúm desde la Av. Colón hasta la Av. Jaime Roldós Aguilera del Cantón Milagro, Provincia del Guayas.”

1.4. Planteamiento del problema

Nuestro país se encuentra en vías de desarrollo por lo cual es de vital importancia contar con una red vial con infraestructura adecuada, funcional y estratégica que brinde confort y seguridad a los usuarios. Existe actualmente una gran extensión de vías pavimentadas que requieren mantenimiento, de igual manera hay sectores vulnerables que no tienen sus calles o carreteras asfaltadas.

Las calles de la zona urbana del Cantón Milagro a pesar de ser muy transitadas, presentan déficit en la calidad de la carpeta de rodadura causando malestar tanto en conductores, habitantes y peatones que circulan por estas avenidas. Las calles se encuentran deterioradas debido a los años de servicios y al tráfico reiterado, presentando envejecimiento prematuro y fallas en la capa de rodadura (piel de cocodrilo, ahuellamiento, fisuras transversales y longitudinales entre otros).

1.4.1. Formulación del problema.

La Avenida Alfredo Adúm del Cantón Milagro actualmente está a nivel de material de mejoramiento, esta vía en épocas de lluvia ocasiona problemas por las formaciones de charcos de agua que hace que se torne intransitable para los vehículos. En época de verano provoca malestar a los habitantes debido al polvo que genera el tránsito con la consecuente, contaminación del medio ambiente.

En tal razón y según las síntesis anteriormente mencionadas podemos expresar que el problema central de esta avenida se fundamenta en la siguiente interrogante.

¿La elaboración de un diseño de pavimento flexible según el método AASHTO 93, en la Av. Alfredo Adúm desde la Av. Colón hasta la Av. Jaime Roldós Aguilera del Cantón Milagro Provincia del Guayas, ayudará a la vialidad del sector y mejorará la calidad de vida para sus habitantes?

1.5. Delimitación del tema

1.5.1. Delimitación espacial.

Esta investigación de teoría y práctica se ejecutará en el Cantón Milagro en la avenida Alfredo Adúm, con una extensión aproximada de 1.14 km. Las coordenadas de inicio son 9763502 N, 657377 E; y las coordenadas del fin de la vía 9762446 N, 657782 E, en el sistema de referencia WGS84.

1.5.2. Delimitación temporal.

El presente proyecto de investigación se realizara en el periodo comprendido de mayo a septiembre del 2016.

1.5.3. Delimitación del contenido.

El objeto de esta investigación se ubica dentro del diseño de pavimento flexible.

1.6. Justificación del tema

Tomando en cuenta uno de los objetivos de la Universidad Estatal de Guayaquil es vincular la formación pre profesional con la sociedad en la búsqueda de integrar la teoría con la práctica y de esta manera brindar un apoyo mutuo. La carrera de Ingeniería Civil tiene como propósito formar profesionales de carácter competitivo

con el propósito de resolver problemas sociales políticos y económicos de la sociedad, es por ello que hemos creído conveniente realizar un diseño de pavimento flexible con el método AASHTO 93, en la Av. Alfredo Adúm desde la Av. Colón hasta la Av. Jaime Roldós Aguilera del Cantón Milagro, Provincia del Guayas.

Este trabajo permitirá contar con una herramienta de construcción vial que mejorará las condiciones de vida de sus habitantes.

La metodología programada en esta investigación del diseño de pavimento flexible, se llevara a cabo mediante obtención de toma de muestra en situ, para realizar los ensayos adecuados en el laboratorio, trabajos de topografía, trafico promedio diario anual (TPDA) y diseño de pavimento flexible.

1.7. Metodología

La sistemática a utilizar en el presente trabajo de investigación se clasifica de la siguiente forma:

- **Investigación de campo:**

En la investigación de campo se realizará aforo de vehículos TPDA, se obtendrán muestras de suelos en situ.

- **Análisis e interpretación de resultados:**

En esta etapa una vez adquirida la información de campo, se procederá a obtener resultados para su respectivo diseño.

La metodología a usar consiste en la realización de tomas de muestras necesarias, en nuestro caso se procedió a realizar 2 calicatas, las cuales nos permitieron realizar los ensayos en laboratorio como fueron: humedad, granulometría, límites líquido, límites plásticos, proctor modificado, CBR, para el cálculo de dichos ensayos utilizamos formatos aplicando formulas por medio de hoja de cálculo, una vez obtenido el ensayo de CBR de diseño, continuamos con el cálculo de $esal's$ que lo obtuvimos mediante el conteo de tráfico manual para obtener el TPDA, procedemos a la aplicación del método AASTHO 93 que define el espesor de cada capa para nuestro diseño.

1.8. Alcance

La presente investigación tiene como propósito realizar el diseño de pavimento flexible utilizando el método AASTHO 93, para mejorar las condiciones en la avenida Alfredo Adúm, para ello debemos realizar estudios de los materiales existentes para el diseño y construcción de la vía, partiendo de la sub-rasante la que va a permitir realizar el diseño de pavimento flexible.

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo general.

Diseñar un pavimento flexible para garantizar la vialidad y eficiencia de la estructura del pavimento que garantice comodidad y seguridad a los vehículos que circularán en la Av. Alfredo Adúm desde la Av. Colon hasta la Av. Jaime Roldos Aguilera del Cantón Milagro, Provincia del Guayas.

1.9.2. Objetivos específicos.

- Conocer la demanda actual y futura del tráfico para determinar mediante los ejes equivalente o esal's, las características estructurales del pavimento flexible.
- Determinar la capacidad de soporte del terreno donde se implantara la vía mediante ensayos y análisis de la geotecnia, a fin de obtener los parámetros de diseño referido al material de la sub-rasante.
- Determinar la estructura del pavimento flexible, por medio del método AASTHO 93.

1.10. Ubicación

La vía en estudio se sitúa en el área urbana del Cantón Milagro, Provincia del Guayas, se inicia desde la avenida colon con un recorrido de 1.14 Km, hasta llegar a la avenida Jaime Roldós Aguilera.

El Cantón Milagro pertenece a la provincia del Guayas y se encuentra ubicado a 46 km de Guayaquil, sus límites: por: Norte con los cantones Yaguachi, A Baquerizo Moreno y Simón Bolívar, al Sur con los Cantones Yaguachi y Naranjito, al Este con los Cantones Simón Bolívar y Naranjito, y al Oeste con Yaguachi.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la vía en estudio.

PUNTO 1 (Av. Alfredo Adúm y Av. Colón)	Norte:	9'763.502
	Este:	657.377
PUNTO 2 (Av. Alfredo Adúm y Av. Jaime Roldos)	Norte:	9'762.446
	Este:	657.782

Fuente. Torres Estefanía, Maita Galo



Figura 1. Ubicación de la vía en estudio

Fuente: Google Earth

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Camino

Se entiende por camino, carretera o calle, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos, la denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras, ya nivel urbano las calles de la ciudad. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994, pág. 98).

Autopistas y vías rápidas: Son las que facilitan el movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito entre áreas, a través o alrededor de la ciudad o de área urbana. (Tipos de vías y elementos de sección transversal; Universidad de Oriente) (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994, pág. 105).

Calles Principales (arteriales).- Son las que permiten el movimiento del tránsito entre áreas o partes de la ciudad, dirigiendo el tránsito a los generadores principales. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994).

Calles Secundarias (colectoras).- Son las que ligan las calles principales con las calles locales, proporcionando a su vez acceso a las propiedades colindantes. (Capítulo II, el usuario y la Viabilidad del vehículo) (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994, pág. 107).

Calles Locales.- Proporcionan acceso directo a las propiedades, sean estas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; además se conectan directamente con las calles colectoras y/o con las calles principales. (Tipos de vías y elementos de sección transversal; Universidad de Oriente). (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994, pág. 107).

2.2. Pavimento

Es la superficie de rodamiento formado por un conjunto de capas de distintos materiales que se colocan sobre el terreno natural (sub-rasante), capaz de soportar las cargas impuestas por el tránsito durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas.

2.2.1. Clasificación de los pavimentos.

Los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semi rígidos o semi flexibles, pavimento rígido y pavimento articulado. (ALFONSO, 2002, pág. 2).

Los más comunes son: pavimento flexibles (material bituminoso de asfalto) y pavimento rígidos (concreto hidráulico), la diferencia entre estos dos tipos de pavimentos es la distribución de las cargas de las ruedas que se producen en ellas y la resistencia a flexión.

2.3. Pavimentos flexibles

Se caracterizan por ser un sistema multicapas, con las capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. La carpeta de rodadura está formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente.

2.3.1. Elementos que conforman un pavimento flexible.

2.3.1.1. Sub-rasante.

Es la capa de suelo preparado y compactado para soportar una estructura de pavimento, puede estar constituida por el suelo natural o estabilizado por material de préstamo debidamente compactado para alcanzar el 95% de la máxima densidad seca obtenida mediante el ensayo de proctor modificado. (MOP-001-F-2002, 2002).

2.3.1.2. Sub-base.

Se denomina sub-base a la capa granular localizada entre la sub-rasante y la base granular en los pavimentos flexibles, destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas aplicadas a la superficie de rodadura. (MOP-001-F-2002, 2002)

Las sub-bases deberán tener un índice de plasticidad menor que 6% y un límite líquido máximo de 25%. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30% (MOP-001-F-2002, 2002).

De acuerdo a las especificaciones de MTOP las sub-bases de agregados se clasifican en tres clases:

- Sub-base clase 1.- Estas son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduados uniformemente de gruesos a finos. (MOP-001-F-2002, 2002).
- Sub-base clase 2.- Estas son sub-bases construidas con agregados obtenidos por cribato de piedras obtenidas de una mina o de gravas graduadas uniformemente de grueso a fino dentro de los límites de graduación. (MOP-001-F-2002, 2002).
- Sub-base clase 3.- Estas son sub-bases construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma, o de fuentes de préstamo; igualmente deben cumplir estos materiales con la graduación. (MOP-001-F-2002, 2002).

2.3.1.3. Base granular.

La base es la capa que sigue a la sub-base en orden ascendente, la base debe reunir las siguientes características: no sufrir cambio de volúmenes, resistir a los cambio de humedad y temperatura, tener un límite líquido menor que 25%, tener un índice plástico menor que 6%, CBR mayor que 50%, desgaste de agregado grueso máximo 40%, y su graduación debe ser uniforme. (MOP-001-F-2002, 2002).

De acuerdo a la clasificación hecha por el MTOP las bases se clasifican en las siguientes clases:

- Base Clase 1.- Son bases construidas con agregados gruesos y agregados finos triturados en un 100%.
- Base Clase 2.- Son bases construidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados.
- Base Clase 3.- Son bases construidas por lo menos con el 25% de agregados gruesos triturados.
- Base Clase 4.- Son bases construidas con agregados obtenidos por cribado de piedras o gravas. (MOP-001-F-2002, 2002).

2.3.1.4. Carpeta de rodadura.

Es la capa final del pavimento sobre la cual circularán los vehículos; por estar en contacto directo con el medio, debe ser el más resistente, mejor acabado y en constante mantenimiento.

La capa de rodadura debe proporcionar al pavimento flexible una superficie de rodamiento estable, capaz de resistir la aplicación directa de las cargas, la fricción de las llantas los refuerzos de drenaje, los producidos por la fuerza centrífuga, los impactos, etc.

La capa de rodadura puede clasificarse en los siguientes tipos: capas de rodadura granulares estabilizados con finos, capas de rodadura estabilizadas con asfalto y capas de rodadura formadas con concreto de cemento portland.

2.3.2. Variables para el diseño de pavimento flexible.

2.3.2.1. Periodo de diseño.

Es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento, la vida útil es el periodo medido a partir de la construcción o rehabilitación de pavimento hasta el momento que este alcanza un grado de serviciabilidad mínimo.

2.3.2.2. Tránsito.

El tránsito es el flujo de vehículos que circulan o circularan en una vía, calle o autopista. El tránsito es fundamental para el diseño de una carretera permitiendo determinar las cargas dadas por ejes equivalentes de 18 kips o Esal's, a través de los factores equivalentes de cargas LEF.

2.3.2.3. Confiabilidad.

Se entiende por confiabilidad al grado de certidumbre de que un diseño puede llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones.

2.3.2.4. Serviciabilidad.

La Serviciabilidad se la define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñada. El índice de serviciabilidad está dado en PSI mediante el cual el pavimento está calificado entre 0 (pésima condiciones), y 5 (perfecto).

La serviciabilidad inicial es función del diseño de pavimento y de la calidad de la construcción. La serviciabilidad final es función de la categoría del camino y es basada al criterio del proyectista.

2.3.2.5. Drenaje.

Se debe proteger la sección estructural de los pavimentos asfálticos de los efectos del agua exterior que pudiera penetrar en ellas.

2.3.2.6. Propiedades de los materiales.

Para el diseño de pavimento flexible se usa el módulo resiliente, tanto para la determinación del número estructural SN así como para, en función de los materiales que componen cada capa del paquete estructural.

2.3.2.7. Numero estructural (SN).

Es una cifra abstracta que presenta la resistencia total de un pavimento para unas determinadas condiciones de sub-rasante, tránsito, índice de servicio y condiciones ambientales.

2.3.2.8. Módulo resiliente de la sub-rasante, Mr.

El módulo resiliente es la propiedad que caracteriza los materiales de sub-rasante en el método AASHTO. Este se considera una medida de las propiedades elásticas del suelo que presentan ciertas características no lineales.

2.4. Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma depende del tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. (MOP-2003, 2003, pág. 11).

La información sobre el tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), y a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. (MOP-2003, 2003, pág. 11).

2.4.1. Trafico promedio diario anual.

Es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA, para el cálculo se debe tomar en cuenta lo siguiente: (MOP-2003, 2003, pág. 11).

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido. (MOP-2003, 2003, pág. 12).
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones, normalmente para este tipo de vías el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación. (MOP-2003, 2003, pág. 12).

2.4.1.1. Tipos de conteo.

Manuales.- Se requieren de personas que registren la cantidad de vehículos que se movilizan en el punto o estación de conteo, en ésta se contabilizan la cantidad de automotores livianos, pesados, que pasaran en un intervalo de tiempo.

Automáticos.- Los fijos, éstos se instalan como una estructura empotrada en casetas o garitas de peajes y sirven para realizar conteos a un plazo largo, estas pueden ser accionadas por células fotos eléctricas y ondas ultrasónicas estos contadores se lo utilizan a largo plazo.

2.4.1.2. Variaciones.

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son: (MOP-2003, 2003, pág. 14).

Factor Horario (FH). Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio. (MOP-2003, 2003, pág. 14).

Factor Diario (FD). Transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio. (MOP-2003, 2003, pág. 15).

Factor Semanal (FS). Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio. (MOP-2003, 2003, pág. 16).

Factor Mensual (FM). Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual. (MOP-2003, 2003, pág. 16).

2.4.2. Tráfico futuro.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual, los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y de factores como el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. (MOP-001-F-2002, 2002, pág. 16).

2.5. Velocidad

Considerando la velocidad como indicador principal de la calidad de operación a través de un sistema de transporte.

La Velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

2.6. Estudios de suelos

El objeto de un estudio de suelos, para la construcción de un proyecto vial es con el fin de prever el comportamiento de los suelos, durante la construcción o cuando se encuentre en servicio la carretera; debido a que el suelo está sometido a la acción de agentes atmosférico que puede debilitar su capacidad para soportar cargas.

2.6.1. Contenido de humedad.

Es la relación existente entre el peso de agua contenido en la toma y el peso de la muestra luego de ser secada al horno.

2.6.2. Límites de Atterberg o límites de consistencia.

Por límites de consistencia se entiende al grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura. Los límites de atterberg de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales límites de atterberg se conocen con los nombres de: limite líquido, limite plástico y límite de contracción.

2.6.2.1. Limite líquido.

Es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar del estado líquido al plástico.

2.6.2.2. Limite plástico.

Es el contenido de la humedad que tiene un suelo al momento de pasar del estado plástico al semisólido.

2.6.2.3. Límite de contracción.

Es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar del estado semisólido al sólido.

2.6.3. Índice Plástico.

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. El índice plástico ayuda a establecer si un suelo es o no plástico y, además determina su grado de plasticidad.

2.6.4. Granulometría.

El análisis granulométrico consiste en clasificar por tamaños los distintos granos que componen las muestras del suelo en estudio con el fin de clasificar los suelos gruesos con los finos.

2.6.4.1. Sistema de clasificación de los suelos.

La clasificación de los suelos consiste en incluir un suelo en un grupo que presenta un comportamiento semejante. Además, pretende agrupar los suelos que reúnan unas determinadas características físicas y como resultados de ellas unas propiedades constructivas determinadas.

Existen varios sistemas de clasificación de los suelos, de los cuales los más utilizados en nuestro país en la construcción de carreteras son dos:

Método de clasificación de los suelos según la AASHTO.

Sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS).

2.6.4.1.1. Sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS).

Es un método rápido para identificar y agrupar a los suelos. En esta clasificación los suelos se dividen en tres grupos:

Suelos granulares: son las gravas y arenas, estos suelos al ser sometido al tamizado más del 50% queda retenido en el tamiz No. 200.

Suelos finos: se consideran suelos de granos finos los suelos que al ser sometido al tamizado más del 50% pasa por el tamiz No. 200; en este se hayan los limos o arcillas de alta o baja plasticidad.

Suelos de estructura orgánica: son suelos turbosos u otros de alto contenido orgánico. Son fácilmente identificables por su olor y color; son esponjosos y su textura es frecuentemente fibrosa.

2.6.4.1.2. Método de clasificación de los suelos AASHTO.

Esta clasificación se basa en los resultados obtenidos al pasar un suelo por los tamices No. 10, 40, 200. Así como los límites líquidos y plástico del material que pasa el tamiz No. 40, con estos datos es posible clasificar el suelo en dos grandes grupos:

Suelos granulares: son aquellos que tienen 35% o menos del material fino que pasa el tamiz No. 200.

Suelos finos: son aquellos que contienen más del 35% del material que pasa el tamiz No. 200.

2.6.5. Ensayo de compactación.

El objeto del ensayo de compactación (AASHTO modificado: designación: T 180) es de determinar la densidad máxima y la humedad óptima de los suelos.

Densidad **máxima**.- Es el peso unitario máximo que se puede llegar a obtener cuando se compacta un suelo.

Humedad óptima.- Es la cantidad de agua incluida en un suelo para compactarlo y que produce la densidad máxima.

2.6.6. California bearing ratio (CBR).

El ensayo de CBR o valor de soporte de california es esencialmente un ensayo de penetración, cuya función específica es medir la resistencia del suelo a la acción de las cargas, antes de que este suelo alcance su última resistencia al esfuerzo cortante.

El CBR obtenido en laboratorio, es definitivo como una relación en porcentajes cuyos valores fluctúan entre cero y cien y se los mide en relación a un tipo de material estándar, constituido por rocas trituradas bien compactadas al 100%, el valor del CBR corresponderá a esta roca triturada.

El ensayo de CBR Comprende tres tipos de ensayos:

- Determinación de la densidad máxima y la humedad óptima.
- Determinación de las propiedades expansivas del material.
- Determinación de la resistencia a la penetración.

2.6.7. Topografía y características físicas del relieve.

La topografía para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño. (MOP-2003, 2003, pág. 4).

Al establecer las características geométricas de un camino, se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, éste que a su vez puede ser suave o escarpado. (MOP-2003, 2003, pág. 4).

En función de estas consideraciones se ha establecido que en los estudios viales se ponga especial énfasis en el establecimiento del parámetro básico del diseño vial, que es la velocidad, la cual va íntimamente ligada con la topografía del terreno. De tal manera que en el diseño geométrico vial se asigna a la velocidad un valor alto para vías en terreno llano, un valor medio para vías en terreno ondulado y un valor bajo para vías en terreno montañoso.

(MOP-2003, 2003, pág. 4).

En terreno de topografía plana, por lo general, la vía se construye sobre elevada por razones de drenaje, para lo cual se utiliza el material de préstamo, que puede ser local o importado de algún sector cercano, con lo cual se establece que la topografía es un factor limitante debido al aumento en los costos de construcción de las obras menores de drenaje.

(MOP-2003, 2003, pág. 5).

CAPÍTULO III

TRÁFICO

3.1. Determinación de la demanda vehicular actual.

Demanda vehicular es la cantidad de vehículos que se encuentran sobre un determinado sistema vial u oferta vial. La Av. Alfredo Adúm consta actualmente con aceras, bordillos y sistema de drenaje.

3.1.1. Conteo de Tráfico.

Para determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA) existente, se realizaron los conteos de tráfico mediante el procedimiento manual, considerando una estación de conteo ubicada en la ciudadela Ponce Moran en las calles Alfredo Adúm y Calle A, este conteo se llevó a cabo los días sábado 28, domingo 29, lunes 30 y martes 31 de mayo del 2016, durante un periodo de ocho horas diarias.

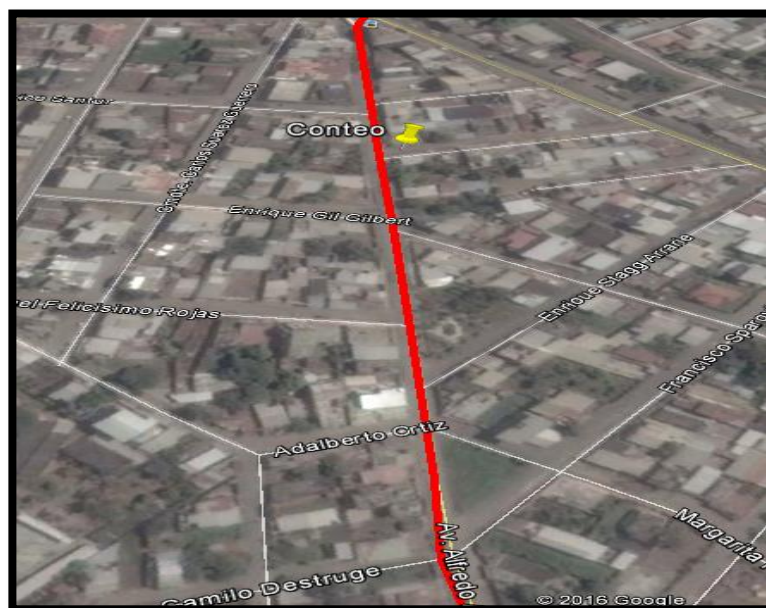


Figura 2. Punto de control para el conteo de tráfico

Fuente: Google Earth

Para el registro del tráfico se utilizó un formato con la clasificación general de los vehículos, el que se presenta a continuación.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADUM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS EN EL CANTÓN MILAGRO										
DÍA DE LA SEMANA:										
ESTACIÓN: 1										
SENTIDO:										
HORA	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h00 07h00										
07h00 08h00										
08h00 09h00										
09h00 10h00										
10h00 11h00										
11h00 12h00										
12h00 13h00										
13h00 14h00										
14h00 15h00										
15h00 16h00										
16h00 17h00										
17h00 18h00										
18h00 19h00										
19h00 20h00										
20h00 21h00										
21h00 22h00										
22h00 23h00										
23h00 24h00										
24h00 01h00										
01h00 02h00										
02h00 03h00										
03h00 04h00										
04h00 05h00										
05h00 06h00										
TOTAL VEHICULOS										

Figura 3. Formato para el conteo de tráfico

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

3.1.2. Tráfico promedio diario semanal.

El conteo nos permite conocer la cantidad total y porcentaje de vehículos que circulan, lo que se detalla en la siguiente figura:

		VEHICULOS LIVIANOS		BUSES	CAMIONES					TOTAL
FECHA	DIA DE LA SEMANA	AUTO	CAMIONETA		PESADOS		EXTRAPESADOS			
										
28/05/2016	SABADO	348	117	139	11	0	0	0	0	615
29/05/2016	DOMINGO	301	122	137	4	0	0	0	0	564
30/05/2016	LUNES	518	152	137	23	1	0	0	0	831
31/05/2016	MARTES	504	194	139	26	3	0	0	0	866
TOTAL		1671	585	552	64	4	0	0	0	2876
%T.P.D.		58%	20%	19%	2%	0%	0%	0%	0%	100%
		78%		19%	2%					

Figura 4. Calculo del porcentaje de tráfico diario semanal

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Entonces:

Estación de conteo TPD= 2876 Veh. Mixtos/día/ambos sentidos

El tráfico promedio semanal en la estación de conteo se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$T.P.D.S. = \frac{5}{7} \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{D_e}{m}$$

(Ecuación 1)

Donde:

$T.P.D.S.$ = Tráfico Promedio Diario Semanal

Σ = Sumatoria

D_n = Días Normales (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)

D_e = Días Feriados (sábado, domingo)

m = Número de días que se realizó el conteo

Aplicando la ecuación 1 con ciertas modificaciones debido a que solo se realizaron conteos durante 4 días de la semana. Se obtuvo el siguiente T.P.D.S.

$$T.P.D.S. = \frac{5}{7}X \frac{(831 + 866)}{2} + \frac{2}{7}X \frac{(615 + 564)}{2}$$

$$T.P.D.S. = 775 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentidos}$$

3.1.3. Variaciones de tráfico.

Se conoce como variación del tránsito a los factores de expansión considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos, estas variaciones permanecerá constantes en un periodo más o menos largo, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realiza presente estudio.

3.1.3.1. Factor de ajuste mensual.

Estos factores de ajustes mensuales fueron obtenidos de la Dirección de estudios del MTOP para el año 2011.

Tabla 2. Factor de ajuste mensual.

FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL	
ENERO	1,07
FEBRERO	1,132
MARZO	1,085
ABRIL	1,093
MAYO	1,012
JUNIO	1,034
JULIO	1,982
AGOSTO	0,974
SEPTIEMBRE	0,923
OCTUBRE	0,931
NOVIEMBRE	0,953
DICIEMBRE	0,878

Fuente: MTOP para el año 2011.

Factor de ajuste mensual para el mes de mayo es= 1.012

3.1.3.2. Factor Diario.

Los factores diarios los obtenemos en base al conteo de la semana

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

(Ecuación 2)

Tabla 3. Calculo del factor diario

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO (TDd)	FACCTOR DIARIO TPDS/TDd
28/05/2016	SABADO	615	1,26
29/05/2016	DOMINGO	564	1,37
30/05/2016	LUNES	831	0,93
31/05/2016	MARTES	866	0,89
TOTAL		2876	1,1125
T.P.D.S.		775	

Fuente. Torres Estefanía, Maita Galo

Por lo tanto el factor diario es 1,1125

3.1.4. Tráfico promedio diario anual.

El tráfico promedio diario anual se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDS(Fm)(Fd)$$

(Ecuación 3)

$$TPDA_{EXISTENTE} = 775(1.012)(1.1125)$$

$$TPDA_{EXISTENTE} = 873 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentidos.}$$

3.2. Determinación de la demanda proyectada.

3.2.1. Tráfico futuro.

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

$$\text{Trafico asignado} = T.P.D.A_{existente} + TG + TD$$

(Ecuación 4)

3.2.1.1. Transito generado.

Es el tránsito de viajes totalmente nuevos y viajes que antes se hacían por otro medio de transporte. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un periodo de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

$$Tg = 20\% T.P.D.A.$$

(Ecuación 5)

$$Tg = 20\% (873)$$

$$Tg = 175 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentido.}$$

3.2.1.2. Tránsito desarrollado.

Es aquel que se le debe asignar al camino en virtud del desarrollo del uso de suelo producido por la nueva facilidad vial. Para el tránsito desarrollado se le asigna una tasa del 5% del tránsito actual.

$$Td = 5\% T.P.D.A.$$

(Ecuación 6)

$$Td = 5\% (873)$$

$$Td = 44 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentido.}$$

3.2.2. Tránsito asignado.

Ahora podemos calcular el tránsito asignado con el cual se realizará la proyección a 15 años.

$$T_{asig} = T.P.D.A. \text{ existente} + Tg + TD$$

(Ecuación 7)

$$T_{asig} = 873 + 175 + 44$$

$$T_{asig} = 1092 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentido.}$$

Luego, realizamos la composición del tránsito.

Tabla 4 Composición del tráfico promedio diario semanal. (TPDS)

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	616	79,48%
AUTOBUSES	138	17,81%
CAMIONES	21	2,71%
TOTAL	775	100%

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Tabla 5.Composición del tráfico asignado. (t asig.)

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	868	79,48%
AUTOBUSES	194	17,81%
CAMIONES	30	2,71%
TOTAL	1092	100%

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

3.2.3. Proyección del tráfico a 15 años (Tf).

Con el tráfico asignado se realizara la composición del tránsito y su composición a 15 años, mediante el siguiente modelo exponencial expresado mediante la siguiente formula.

$$Tf = T_{asig} \cdot (1 + i)^n$$

(Ecuación 8)

Tf = Tráfico futuro o proyectado

T_{asig} = Tráfico asignada

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Periodo de proyección, expresado en años

Tabla 6. Tasa de crecimiento según el tipo de vehículos

TASAS DE CRECIMIENTO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015-2020	3,75	1,99	2,24
2020-2025	3,37	1,8	2,02
2025-2030	3,06	1,63	1,84

Fuente: MTOP.

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO																TOTAL
		CREC.	AUTOMOVIL	CREC.	CAMIONETA	CREC.	BUS	CREC.	C2P	CREC.	C3	CREC.	C2-S1	CREC.	C2-S2	CREC.	C3-S2	
2016		3,75	645	3,75	223	1,99	194	2,24	28	2,24	1	2,24	0	2,24	0	2,24	0	1092
2017	1	3,75	670	3,75	231	1,99	198	2,24	29	2,24	1	2,24	0	2,24	0	2,24	0	1129
2018	2	3,75	695	3,75	240	1,99	202	2,24	29	2,24	1	2,24	0	2,24	0	2,24	0	1167
2019	3	3,75	721	3,75	249	1,99	206	2,24	30	2,24	2	2,24	0	2,24	0	2,24	0	1208
2020	4	3,75	748	3,75	258	1,99	210	2,24	31	2,24	2	2,24	0	2,24	0	2,24	0	1249
2021	5	3,37	762	3,37	263	1,8	213	2,02	31	2,02	2	2,02	0	2,02	0	2,02	0	1271
2022	6	3,37	787	3,37	272	1,8	216	2,02	32	2,02	2	2,02	0	2,02	0	2,02	0	1309
2023	7	3,37	814	3,37	281	1,8	220	2,02	32	2,02	2	2,02	0	2,02	0	2,02	0	1349
2024	8	3,37	841	3,37	290	1,8	224	2,02	33	2,02	2	2,02	0	2,02	0	2,02	0	1390
2025	9	3,37	870	3,37	300	1,8	228	2,02	34	2,02	2	2,02	0	2,02	0	2,02	0	1434
2026	10	3,06	872	3,06	301	1,63	229	1,84	34	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1438
2027	11	3,06	899	3,06	310	1,63	232	1,84	34	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1477
2028	12	3,06	927	3,06	320	1,63	236	1,84	35	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1520
2029	13	3,06	955	3,06	329	1,63	240	1,84	36	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1562
2030	14	3,06	984	3,06	340	1,63	244	1,84	36	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1606
2031	15	3,06	1014	3,06	350	1,63	248	1,84	37	1,84	2	1,84	0	1,84	0	1,84	0	1651
Σ			13204	Σ	4557	Σ	3540	Σ	521	Σ	29	Σ	0	Σ	0	Σ	0	

Figura 5. Calculo del tráfico futuro.

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

$$TPDA_f = 1651 \text{ Veh. Mixtos/día/ambos sentidos}$$

Calculado el tráfico futuro para 15 años y revisando la tabla de clasificación de vías según las especificaciones técnicas del MTOP. La vía en estudio es una colectoras Clase II.

Tabla 7. Normas de diseño geométrico 2002

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI-RII (2)	> 8000
	I	3000-8000
	II	1000-3000
COLECTORA	III	300-1000
	IV	100-300
VECINAL	V	< 100

Fuente: Normas de diseño geométrico 2002.

3.3. Cálculo de ESAL's

Los factores de equivalencia de carga por eje que básicamente expresan la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por una carga dada de un tipo de eje y la producida por un eje estándar de 8,2 ton. Diferenciando nuestros vehículos procedemos al cálculo de LEF (Factor de equivalencia de carga).

Lx/Ton	Lx/Kips	L18	L2x	L2s	Pt	SN	G	Bx	G/BX	B18	G/B18	WX/W18	LEF
1	2,2	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4003	-0,2222	0,5001	-0,1779	4584,0173	0,0002
2	4,4	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4017	-0,2214	0,5001	-0,1779	374,5625	0,0027
3	6,6	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4052	-0,2195	0,5001	-0,1779	73,1961	0,0137
4	8,8	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4118	-0,2160	0,5001	-0,1779	21,8339	0,0458
7	15,4	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4622	-0,1924	0,5001	-0,1779	1,9569	0,5110
11	24,2	18	1	1	2	5	-0,0889	0,6491	-0,1370	0,5001	-0,1779	0,2840	3,5208
18	39,6	18	2	1	2	5	-0,0889	0,5340	-0,1665	0,5001	-0,1779	0,4837	2,0675
20	44	18	2	1	2	5	-0,0889	0,5855	-0,1519	0,5001	-0,1779	0,3090	3,2357
24	52,8	18	3	1	2	5	-0,0889	0,4934	-0,1803	0,5001	-0,1779	0,6643	1,5052

Figura 6. Calculo de factor de equivalencia de carga LEF.

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Dónde:

Lx = Carga del eje en Kips.

$L18$ = 18 kips (cargas del eje estándar).

$L2x$ = Factor que depende del tipo de eje (1 para eje simple, 2 para eje tándem y 3 para eje tridem).

$L2s$ = código para eje estándar, igual a 1 (eje simple).

Pt = Serviciabilidad final.

SN = Numero Estructural.

G = función de la proporción de la pérdida de serviciabilidad en un tiempo t , para la pérdida potencial observada en el punto donde $Pt=1,5$; se la calcula con la siguiente ecuación:

$$G = \log \left(\frac{4,2 - pt}{4,2 - 1,5} \right)$$

(Ecuación 9)

β = Función que determina la relación entre la serviciabilidad y aplicaciones de eje de carga

$$\beta_x = 0,4 + \frac{0,081(Lx + L2x)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}L2x^{3,23}}$$

(Ecuación 10)

$$\beta_{18} = 0,4 + \frac{0,081(L18 + L2x)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}L2x^{3,23}}$$

(Ecuación 11)

W_x = Inverso de los factores de equivalencia de aplicación de ejes.

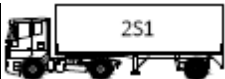
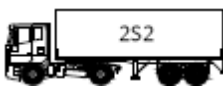
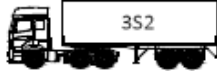
W_{18} = número de ejes simples de 18000 lb (80 kN).

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left(\frac{L18 + L2s}{Lx + L2x} \right)^{4,79} \left(\frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right) (L2x)^{4,33}$$

(Ecuación 12)

Una vez realizada el cálculo de nuestro factor de equivalencia de carga se procede a calcular el factor camión para cada clase de vehículo.

Tabla 8. Cálculo de factor camión por vehículo

	CLASE DE VEHICULOS	EJE DELANTERO (Ton)	EJE MEDIANERO (Ton)	EJE TRASERO (Ton)	Factor Camión
	AUTOMOVILES	1		1	0,00044
	CAMIONETAS	1		2	0,00289
	BUS	7		18	2,57855
	C2P	3		7	0,52468
	C3	7		20	3,74677
	C2-S1	7	11	11	7,55253
	C2-S2	7	11	20	7,26752
	C3-S2	7	20	20	6,98251

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Para realizar el cálculo de los esal's se requiere el porcentaje de crecimiento para los diferentes tipos de vehículos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Porcentaje de crecimiento

TASAS DE CRECIMIENTO	Año 2016
LIVIANOS	3,75
BUSES	1,99
CAMIONES	2,24

Fuente: MTOP.

Por medio del porcentaje de crecimiento se determina el factor de crecimiento para un periodo de diseño de 15 años, utilizando el siguiente cuadro:

Tabla VI.2. Factor de Crecimiento*								
Periodo de Diseño, años (n)	Tasa de Crecimiento Anual, (r) Porcentaje							
	Ningún Crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	2	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3	3	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4	4	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5	5	5,2	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6	6	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7	7	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8	8	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9	9	9,75	10,58	11,03	11,49	11,98	12,49	13,58
10	10	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11	11	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12	12	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13	13	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14	14	15,97	18,29	19,60	21,02	22,55	24,21	27,97
15	15	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16	16	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17	17	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,54
18	18	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60
19	19	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20	20	24,3	29,78	33,07	36,79	41,00	45,76	57,27
25	25	32,03	41,65	47,73	54,86	63,25	73,11	98,35
30	30	40,57	56,08	66,44	79,06	94,46	113,28	164,49
35	35	49,99	73,65	90,32	111,43	138,24	172,32	271,02

Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1)

* Factor $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$, donde $r = \frac{\text{tasa}}{100}$ y no es 0. Si el Crecimiento Anual es 0, Factor de Crecimiento = Periodo de Diseño.

Figura 7. Factor de crecimiento

Fuente: Guía de diseño AASHTO

Donde por ultimo realizamos el cálculo de Esal's aplicada en el periodo de diseño a 15 años con su factor de crecimiento detallado en la siguiente tabla.

Tabla 10. Calculo de Esal's

CLASE DE VEHICULOS	Trafico Asignado	DD	LD	FACTOR CAMION FC	Factor de Crecimiento	ESAL'S
AUTOMOVILES	645	50	100	0,000436299	20,02	1028,82
CAMIONETAS	223	50	100	0,002887931	20,02	2349,27
BUS	194	50	100	2,578546504	17,45	1596947,93
C2P	28	50	100	0,524682885	17,79	48012,52
C3	1	50	100	3,746767084	17,79	17142,90
C2-S1	0	50	100	7,552534431	17,79	0,00
C2-S2	0	50	100	7,267523826	17,79	0,00
C3-S2	0	50	100	6,982513221	17,79	0,00
TOTAL						1.665.481,44

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Dónde:

DD: Factor de distribución por dirección; se consideró el 50% de tránsito para cada dirección.

LD= Factor de distribución por carril; en la tabla siguiente se muestran los valores utilizados en la AASHTO 1993:

Tabla 11. Guide for designe of pavement Structures 1993

No. Carriles en cada Dirección	LD %
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: AASHTO 1993.

3.4. Estudios de suelos

La toma de muestras necesarias para determinar las características del suelo en la zona de estudio, se realizaron conforme lo establecen las especificaciones del MOP-2002. Para obtener la muestra en el campo se realizaron calicatas en las abscisas 0+550 y 1+000, con una profundidad de 1.50 metros, que permitió identificar el suelo situado.

Las muestras obtenidas han sido sometidas a los ensayos de: Granulometría para clasificar los suelos por el método SUCS Y AASHTO, Limites de Atterberg, Proctor Modificado T 180 A, y CBR obteniendo la capacidad portante del suelo en la sub-rasante al 95% de la humedad óptima.

3.4.1. Resultados Obtenidos.

Se presenta una figura de resumen para la sub-rasante en las dos calicatas realizadas con sus ensayos respectivos, al igual que la clasificación mediante los sistemas AASHTO y SUCS:

	Proyecto:	Diseño de Pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum														Fecha:		2016-06-20				
		entre Av. Colón y Av. Jaime Roldos.																				
		Sub-Rasante																				
No.	TIPO DE	GRANULOMETRIA QUE PASA												LIMITES		PROCTOR		C.B.R	Clasificación			
	MUESTRA	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200	Liquido	I.P	M.D	H.Op	95%	AASHTO	SUCS		
1	Sub Rasante 0+550 Der (0,50)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93,5	42,36	14,64	1,76	18,58	1,12	A-7-6	ML		
2	Sub Rasante 0+550 Der (1,00)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,9	40,40	16,35	--	--		A-7-6	ML		
3	Sub Rasante 1+000 Izq (0,50)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95,1	NP	NP	1,75	17,30	3,15	A-4	ML		
4	Sub Rasante 1+000 Izq (1,00)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,9	63,93	26,82	--	--	--	A-7-5	MH1		

Figura 8. Resumen de estudios de suelos en la sub-rasante

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

CAPITULO IV

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO

93

4.1. Variables para el diseño de pavimento

Para el diseño de pavimento se ha considerado las características del tránsito en lo referente al volumen y composición obtenidos en el estudio realizado en el capítulo 3; y las propiedades del suelo de cimentación es decir la sub-rasante en la que implantara la estructura del pavimento.

La ecuación básica para pavimentos flexibles por el método AASHTO 93 es la siguiente:

$$\text{Log}w_{18} = Z_{rSo} + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log} * Mr - 8.07$$

(Ecuación 13)

4.1.1. Esal`s (W18).

Los factores de equivalencia de carga por eje, expresan los daños al pavimento por cada tipo de vehículo liviano, buses y vehículos pesados, dando como resultado de estos estudios un Esal`s de diseño de **1'665.481,44**

4.1.2. Confiabilidad (R).

El nivel de confiabilidad se determina mediante las recomendaciones de la AASHTO 93 como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 12. Niveles de confianza.

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

Fuente AASHTO; Guide for design of pavement Structures 1993

La vía en estudio es una colectoras ubicada en la zona urbana del cantón Milagro; en la cual hemos considerado según dicha tabla el **80%** de confiabilidad.

A partir del valor de confiabilidad podemos encontrar el valor de la desviación normal estándar del nivel de confiabilidad recomendado por la AASHTO 93, según el siguiente cuadro:

Tabla 13. Desviación normal estándar del nivel de confiabilidad.

Confiabilidad, R en porcentaje	Desviación estándar normal, Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
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	-3,090
99.99	-3,750

Fuente: AASHTO; Guide for design of pavement Structures 1993.

El valor de Zr para una confiabilidad de **80% es de -0,841**

4.1.3. Desviación estándar (So).

La AASHTO recomienda valores de desviación estándar para pavimentos flexibles con una predicción de errores en el tránsito de 0,49 como lo dice en la siguiente tabla:

Tabla 14. Desviación Standard (So).

Condición de Diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del pavimento sin errores en el transito	0,34 (pav, rígidos) 0,44 (pav, flexibles)
Variación en la predicción del pavimento con errores en el transito	0,39 (pav, rígidos) 0,49 (pav, flexibles)

Fuente: AASHTO; Guide for design of pavement Structures 1993.

4.1.4. Numero estructural (SN).

El número estructural a considerar se lo hizo por el método de tanteo hasta que exista una igualdad en la ecuación para el diseño de pavimento. Partiendo de los números estructurales se determinaron los espesores de capa del pavimento mediante la siguiente expresión:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m + a_3 D_3 m$$

(Ecuación 14)

Donde:

a_j = coeficiente de capa j.

D_j = espesor de la capa j.

m_j = coeficiente de drenaje de la capa j.

Los valores recomendados por la AASHTO 93 para los coeficientes de capas son los siguientes:

Tabla 15. Coeficientes de capa.

COMPONENTES DEL PAVIMENTO	Coeficiente de capa en pulgadas			
	a1	a2	a3	a4
Capa de rodadura (H. Asf.)	0,42			
Base: material triturado		0,135		
Sub-base: material granular			0,11	
Mejoramiento				0,095

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement Structures 1993;

El coeficiente de drenaje a considerar fue de 0,80, teniendo en cuenta que existe una calidad de regular de drenaje como lo describe la siguiente tabla:

Tabla 16. Coeficiente de drenaje.

COEFICIENTES DE DRENAJE	
Calidad del Drenaje	m
Excelente	1.20
Bueno	1.00
Regular	0.80
Pobre	0.60
Muy pobre	0.40

Fuente: AASHTO; Guide for design of pavement Structures 1993.

1.1.1. Serviciabilidad.

Para el diseño de pavimento se deben de elegir el índice de servicio inicial y final. La serviciabilidad inicial para pavimentos flexibles es de 4.2; y la serviciabilidad final para caminos de menor tránsito es de 2.00 según la AASHTO 93.

1.1.2. Módulo resiliente.

El módulo resiliente se lo obtiene a través del valor portante del suelo. El CBR obtenido en la sub-rasante es de 1,08; la cual se utilizara la siguiente ecuación para CBR <10% como dice la AASHTO 93.

$$Mr = 1500 \text{ CBR}$$

(Ecuación 15)

$$Mr = 1500 (1,22)$$

$$Mr = 1830 \text{ PSI}$$

El módulo resiliente de los materiales recomendados por la AASHTO 93 son los siguientes:

Tabla 17. Módulos resilientes de materiales

Módulos Resiliente de Materiales		
Material	Normas	Mr (psi)
Concreto Asfáltico	E.M. 1800 Lb	400000
Base de piedra triturada	I.P.=<6 CBR=+80%	27000
Sub-base granular	I.P.=<6 CBR=+30%	15000
Mejoramiento	I.P.=<9 CBR=+20%	13000

Fuente: AASHTO; Guide for design of pavement structures 1993.

1.2. Espesores de las capas del pavimento

Con todos los datos obtenidos tenemos como resultado los siguientes números estructurales de las capas.

Tabla 18. Número estructural de las capas de la estructura de pavimento

CÁLCULO DE LOS NUMEROS ESTRUCTURALES REQUERIDOS	
(SN) NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO SUBRASANTE :	5,37
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6,22
ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN :	6,22
SN1 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (BASE GRANULAR)	
NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO :	2,14
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6,22
ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN :	6,22
SN2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SUB BASE)	
NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO :	2,65
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6,22
ECUACIÓN DE COMPROBACION :	6,22
SN3 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (MEJORAMIENTO)	
NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO :	2,79
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6,22
ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN :	6,22

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo.

Mediante el número estructural calculamos los espesores de las capas

Tabla 19. Espesores de las capas de la estructura de pavimento

CAPAS DEL PAVIMENTO	Espesor Núm. Estr.	Núm. Estr. corregido	Espesor calculado (plg)	Espesor adoptado (plg)	Espesor adoptado (cm)
CAPA HORMIGON ASFÁLTICO :	D1* :		5,10	3,00	7,5
	SN1* :	1,26			
BASE GRANULAR CLASE 1:	D2* :		12,87	6,00	15,0
	SN2* :	0,65			
SUBBASE CLASE 3 MATERIAL EXISTENTE	D3* :		10,02	12,00	30,0
	SN3* :	1,06			
MEJORAMIENTO MATERIAL EXISTENTE	D4* :		31,59	32,00	80,0
	SN4* :	2,43			
TOTAL		5,40		53,0	132,5

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo

Comprobación de los espesores del diseño de pavimento flexible.

$$SN = D_1 a_1 + D_2 a_2 m + D_3 a_3 m + D_4 a_4 m$$

(Ecuación 16)

$$SN = 3(0,42) + 6(0,135)(0,8) + 12(0,11)(0,8) + 32(0,095)(0,8)$$

$$SN = 5,40$$

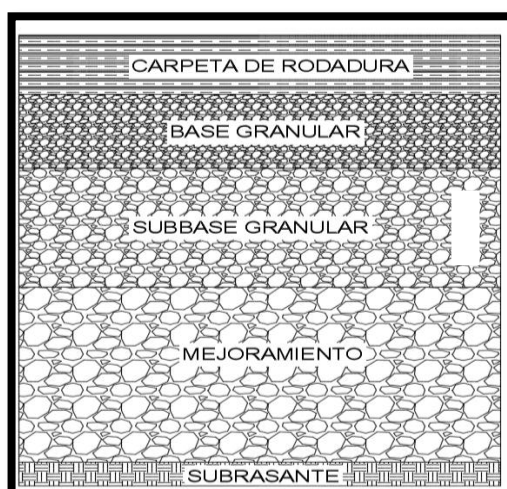


Figura 9. Estructura del Pavimento Flexible

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo

CAPITULO V

FACTORES GEOMÉTRICOS DEL DISEÑO VIAL

2.1. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la máxima velocidad y es elegida para el diseño de la sección de la vía. La selección de la velocidad de diseño depende de varios factores como: clase de carretera, topografía del terreno, uso de la tierra, facilidades de acceso y disponibilidad de recursos económicos.

El presente proyecto es una vía colectora clase II, considerada una vía urbana del cantón Milagro; la velocidad de diseño para relieves llanos es de 50 Km/h como describe el siguiente cuadro:

Tabla 20. Velocidades de diseño

VIAS COLECTORAS	
VELOCIDAD DE PROYECTO	50 Km/h
VELOCIDAD DE OPERACIÓN	20 - 40 Km/h

Fuente: Especificaciones vigentes del MTOP

2.2. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación es una disposición de la calidad del servicio que brinda la vía a los usuarios. La velocidad disminuye con el aumento del volumen de tráfico. La velocidad de circulación es igual a la distancia total recorrida dividida para el tiempo en el que vehículo se encuentre en movimiento. La ecuación para

encontrar la relación que existe entre la velocidad de diseño con la velocidad de circulación para volúmenes de tráfico bajo es la siguiente:

$$VC = 0,8 VD + 6,5$$

(Ecuación 17)

Dónde:

VC= velocidad de circulación.

VD= velocidad de diseño 50 km/h (figura 12).

Con la velocidad de diseño previamente calculada y aplicando la ecuación nos da una VC= 46,5 Km/h = 47Km/m. El siguiente cuadro nos describe los valores de circulación dependiendo de la velocidad de diseño según el MTOP.

Tabla 21. Velocidades de circulación

VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/H	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/H		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	58
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Tabla de circulación – MTOP

2.3. Distancias de visibilidad

La distancia de visibilidad es la longitud continua de la vía, que es visible para el conductor del vehículo. La capacidad de visibilidad es de vital importancia para la seguridad y eficiencia del operador. Para el diseño de distancia de visibilidad de considera dos aspectos importantes:

- Distancia de parada o frenado de un vehículo.
- Distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

2.3.1. Distancia de visibilidad de parada de un vehículo.

La distancia de frenado es la longitud mínima en la que el conductor pueda parar su vehículo, a una velocidad igual o cercana a la de diseño. La distancia mínima de visibilidad para la parada de un vehículo es igual a la distancia que tiene el conductor cuando avizora un objeto en el camino (percepción – reacción) más la distancia cuando el operador aplica los frenos hasta detenerse, o sea:

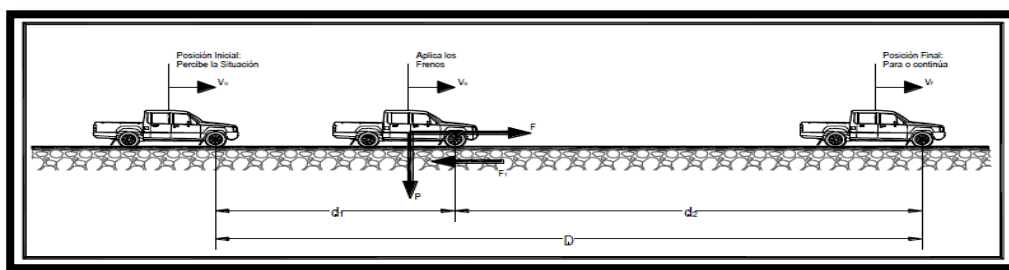


Figura 10. Distancia de visibilidad de parada

fuelle:<http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/visibilidad-caminos>.

$$d = d_1 + d_2$$

(Ecuación 18)

El tiempo de percepción es variable y equivale a 1,5 segundos debido a varias pruebas realizadas por la AASHTO, el tiempo de reacción se adopta de 1 segundo por razones de seguridad. Entonces d_1 se calcula por la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{V_c t}{3,6}$$

(Ecuación 19)

$$d_1 = \frac{2,5}{3,6} V_c = 0,6944 V_c = 0,6944 * 46 = 31,94 \text{ m}$$

Dónde:

d_1 = Distancia recorrida durante un tiempo de percepción más la reacción (m).

V_c = es la velocidad de circulación (km/h).

t = Tiempo de percepción más la reacción.

La distancia de frenado sobre la calzada actúa la acción de la fricción desarrollada entra las llantas y la calzada; se calcula con la siguiente formula:

$$d_2 P f = \frac{P V_c^2}{2g}$$

(Ecuación 20)

Despejando d_2 expresando la ecuación para Km/h:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

(Ecuación 21)

Donde:

d_2 = Distancia de frenaje (m).

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

V_c =velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos (km/h).

P = peso del vehículo.

g = Gravedad.

Para el coeficiente de fricción longitudinal para pavimentos mojados se calcula por la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}} = \frac{1,15}{46^{0,3}} = 0,3646$$

(Ecuación 22)

Donde:

V_c : velocidad de circulación del vehículo (Km/h).

Entonces:

$$d_2 = \frac{46^2}{254 (0,3646)} = 22,85 \text{ m}$$

Remplazando la ecuación de parada nos da:

$$d = 31,94 + 22,85 = 54,79 \text{ m}$$

En el siguiente cuadro están comprendidos los parámetros relacionados con las distancias de visibilidad de parada:

Tabla 22. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.

Velocidad de Diseño-Vd (Kph)	Velocidad de Circulación Asumida-Vc (Kph)	Percepción + Reacción para Frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente cero (m)	Distancia de Visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia Recorrida (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62.00	111.30	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.30	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.30	112.51	176.40	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente: MTOP

2.3.2. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

Se define como la distancia de una vía que requiere un conductor para efectuar una maniobra de rebasamiento sin afectar la velocidad del otro vehículo cerca.

La distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la sumatoria de cuatro distancias:

$$dr = d1 + d2 + d3 + d4$$

(Ecuación 23)

Dónde:

d1 = Distancia recorrida por el vehículo que rebasa en el tiempo de percepción-reacción y durante la aceleración hasta alcanzar el carril izquierdo.

d2 = Distancia recorrida por el vehículo que rebasa durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d3 = Distancia entre el vehículo que rebasa y el vehículo que viene en sentido opuesto cuando se finaliza la maniobra. Se asume una distancia de 30 m a 90 m.

d4 = Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante 2/3 del tiempo empleado de *d2*.

Las distancias parciales se las calcula de la siguiente manera:

$$d1 = 0,14 t_1 (2V - 2m + at_1)$$

(Ecuación 24)

$$d2 = 0,28 V t_2$$

(Ecuación 25)

$$d3 = 30 \text{ m a } 90 \text{ m}$$

(Ecuación 26)

$$d4 = 0,18V t_2$$

(Ecuación 27)

Donde:

t_1 = Tiempo de maniobra inicial

V = velocidad promedio del vehículo rebasante

m = Diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el rebasado

a = Aceleración promedio del vehículo rebasante.

t_2 = Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo.

Tabla 23. Distancia mínima de visibilidad.

VD km/h	Velocidades de los Vehículos, km/h		Distancia Mínima de Rebasamiento, (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada (m)	Recomendada(m)
25	24	40		80
30	28	44		110
35	33	49		130
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (210)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: MTOP.

2.4. Sección Típica

La sección típica es la representación del corte ideal de la vía, que permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que conforman una carretera; tales como, calzada, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios.

Las especificaciones técnicas para vías colectoras según las ordenanzas municipales para el diseño de vías urbanas en el Ecuador.

Tabla 24. Especificaciones vigentes del MTOP.

VIAS COLECTORAS	
NUMERO MINIMO DE CARRILES	4 (2 por sentido)
ANCHO DE CARRILES	3,5 m
CARRIL DE ESTACIONAMIENTO LATERAL	Mínimo 2,00 m
DISTANCIA VISIBILIDAD DE PARADA	40 Km/h = 45 m
RADIO MINIMO DE CURVATURA	40 Km/h = 40 m
GALIBO VERTICAL MINIMO	5,50 m
RADIO MINIMO DE ESQUINAS	5 m
SEPARACION DE CALZADAS	Separación con señalización horizontal. Puede tener parterre mínimo de 3 m.
LONGITUD MAXIMA VIAS SIN RETORNO	300 m
ACERAS	Mínimo 2,5 m, como excepción 2 m

Fuente: MTOP.

2.4.1. Elementos de la sección de la vía.

2.4.1.1. Calzada.

La calzada es la superficie de la vía, sobre la que transitan los vehículos de manera segura y cómoda; no incluye berma.

Para una vía colectora según la figura 11 debe existir como mínimo 4 carriles, 2 por sentido con un ancho 3,5 cada carril dando un ancho de calzada mínima de 14 cm. En la actualidad la vía Alfredo Adúm cuenta con un ancho de calzada promedio de 11.00 m.

2.4.1.2. Cunetas.

Son canales abiertos contruidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de canalizar las aguas superficiales.

La profundidad o altura interior de la cuneta para zona urbana de 0,40 m medido verticalmente desde el extremo de la plataforma y hasta el punto más bajo de su fondo. En la actualidad la Av. Alfredo Adúm consta con una altura interior de cuneta de 0,40 m.

2.4.2. Curvas horizontales.

Las curvas circulares son los arcos del círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; se definen por su ángulo central (deflexión) y por su radio de curvatura o radio. El grado máximo de curvatura (radio mínimo) es aquel que con la sobre elevación máxima permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva.

(Aleman Vasques, Juarez Reyes, & Nerio Aguilar , Marzo 2015).

2.4.2.1. Curvas circulares simples.

Se definen cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular. Las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. (Aleman Vasques, Juarez Reyes, & Nerio Aguilar , Marzo 2015).

2.4.2.2. Tangentes.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, las cuales se definen por su rumbo y longitud. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. (Aleman Vasques, Juarez Reyes, & Nerio Aguilar , Marzo 2015).

Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo. (Aleman Vasques, Juarez Reyes, & Nerio Aguilar , Marzo 2015).

Por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio. La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación a esas curvas. (Aleman Vasques, Juarez Reyes, & Nerio Aguilar , Marzo 2015).

2.5. Diseño de curvas horizontales

Resumen cuadro de Curvas Calculadas

Tabla 25. Curvas calculadas.

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	Gc
C1	03°30'37.23"	1,145.92	70.21	35.11	70.20	01°0'0"
C2	10°35'38.36"	286.48	52.97	26.56	52.89	04°0'00"
C3	00°59'37.97"	3,437.75	59.63	29.82	59.63	00°20'0"
C4	01°24'22.70"	1,718.87	42.19	21.10	42.19	00°40'0"

Fuente: Torres Estefanía, Maita Galo

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

3.1. Conclusiones

- ✓ De acuerdo al estudio de tráfico realizado el tráfico futuro estimado a 15 años es de 1651 vehículos/mixtos ambos sentidos, y de acuerdo a la clasificación del MTOP es una vía colectora clase II
- ✓ La vía en estudio el terreno requiere material de mejoramiento debido a los CBR obtenidos en la sub-rasante de las dos calicatas son de mala calidad entre 1.12% y 3.15%.
- ✓ La realización de este proyecto de Diseño de Pavimento Flexible en la avenida Alfredo Adúm, beneficiara a los moradores del sector, por consiguiente mejora su calidad de vida.

3.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar el diseño de pavimento flexible calculado en este estudio.

- ✓ Se recomienda respetar los espesores calculados en el cual tendrá un mejoramiento de 75 cm, sub-base de 35cm, base 15 cm y carpeta de rodadura de 7.5 cm.

- ✓ Se recomienda hacer cumplir las normas y especificaciones del MTOP de las diferentes capas que constituyen la estructura del pavimento flexible.

ANEXO 1

CALCULO DE DEMANDA Y PROYECCIÓN DE TRÁFICO.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
Fecha:	28 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	# 1
SENTIDO:	AV. COLON A AV. JAIME ROLDOS

HORA	LIVIANOS		BUSES	CAMIONES		EXTRAPESADOS			TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h00 07h00									0.00	0.00%
07h00 08h00									0.00	0.00%
08h00 09h00									0.00	0.00%
09h00 10h00	21	7	9						37.00	11.14%
10h00 11h00	34	7	9						50.00	15.06%
11h00 12h00	24	10	10	2					46.00	13.86%
12h00 13h00	32	13	8	4					57.00	17.17%
13h00 14h00	23	8	9						40.00	12.05%
14h00 15h00	20	9	8						37.00	11.14%
15h00 16h00	17	6	8						31.00	9.34%
16h00 17h00	18	8	8						34.00	10.24%
17h00 18h00									0.00	0.00%
18h00 19h00									0.00	0.00%
19h00 20h00									0.00	0.00%
20h00 21h00									0.00	0.00%
21h00 22h00									0.00	0.00%
22h00 23h00									0.00	0.00%
23h00 24h00									0.00	0.00%
24h00 01h00									0.00	0.00%
01h00 02h00									0.00	0.00%
02h00 03h00									0.00	0.00%
03h00 04h00									0.00	0.00%
04h00 05h00									0.00	0.00%
05h00 06h00									0.00	0.00%
TOTAL VEHICULOS	189	68	69	6	0	0	0	0	332.00	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
Fecha: :	28 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN: #1	
SENTIDO: AV. JAIME ROLDOS A LA AV. COLON	

			CAMIONES							
	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		EXTRAPESADOS			TOTAL	% DE VOLUMEN
HORA										
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	14	5	9						28	9.89%
10h00 11h00	11	8	9						28	9.89%
11h00 12h00	21	6	9	1					37	13.07%
12h00 13h00	36	7	10	3					56	19.79%
13h00 14h00	30	8	9	1					48	16.96%
14h00 15h00	16	5	8						29	10.25%
15h00 16h00	16	6	8						30	10.60%
16h00 17h00	15	4	8						27	9.54%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	159	49	70	5	0	0	0	0	283	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLÓN HASTA LA AV. JAIME ROLDÓS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	29 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. COLÓN A LA AV. JAIME ROLDÓS

HORA	CAMIONES								TOTAL	% DE VOLUMEN
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		EXTRAPESADOS					
										
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	20	4	10						34	11.33%
10h00 11h00	34	15	10						59	19.67%
11h00 12h00	17	11	9	1					38	12.67%
12h00 13h00	20	10	9						39	13.00%
13h00 14h00	17	9	9						35	11.67%
14h00 15h00	14	11	8	1					34	11.33%
15h00 16h00	19	5	8						32	10.67%
16h00 17h00	16	5	8						29	9.67%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	157	70	71	2	0	0	0	0	300	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	29 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. JAIME ROLDOS A LA AV. COLON

HORA	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	14	3	9						26	9.85%
10h00 11h00	30	9	10						49	18.56%
11h00 12h00	19	7	7						33	12.50%
12h00 13h00	20	7	9						36	13.64%
13h00 14h00	17	6	9						32	12.12%
14h00 15h00	14	8	8	2					32	12.12%
15h00 16h00	20	7	7						34	12.88%
16h00 17h00	10	5	7						22	8.33%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	144	52	66	2	0	0	0	0	264	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	30 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. COLON A AV. JAIME ROLDOS

CAMIONES										
HORA	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		EXTRAPESADOS			TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	30	11	9						50	10.59%
10h00 11h00	39	7	9						55	11.65%
11h00 12h00	21	5	8	6					40	8.47%
12h00 13h00	90	28	9	6					133	28.18%
13h00 14h00	25	18	9	2					54	11.44%
14h00 15h00	34	9	8						51	10.81%
15h00 16h00	24	8	8						40	8.47%
16h00 17h00	34	7	8						49	10.38%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	297	93	68	14	0	0	0	0	472	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	30 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. JAIME ROLDOS A LA AV. COLON

CAMIONES										TOTAL	% DE VOLUMEN
HORA	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		EXTRAPESADOS					
											
06h00 07h00										0	0.00%
07h00 08h00										0	0.00%
08h00 09h00										0	0.00%
09h00 10h00	31	7	9							47	13.09%
10h00 11h00	23	10	9	5						47	13.09%
11h00 12h00	15	5	8	1	1					30	8.36%
12h00 13h00	63	12	10	1						86	23.96%
13h00 14h00	23	7	8							38	10.58%
14h00 15h00	21	6	9							36	10.03%
15h00 16h00	17	4	8	2						31	8.64%
16h00 17h00	28	8	8							44	12.26%
17h00 18h00										0	0.00%
18h00 19h00										0	0.00%
19h00 20h00										0	0.00%
20h00 21h00										0	0.00%
21h00 22h00										0	0.00%
22h00 23h00										0	0.00%
23h00 24h00										0	0.00%
24h00 01h00										0	0.00%
01h00 02h00										0	0.00%
02h00 03h00										0	0.00%
03h00 04h00										0	0.00%
04h00 05h00										0	0.00%
05h00 06h00										0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	221	59	69	9	1	0	0	0		359	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	31 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. COLON A AV. JAIME ROLDOS

	CAMIONES									
	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		EXTRAPESADOS				
HORA									TOTAL	% DE VOLUMEN
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	31	12	9						52	10.88%
10h00 11h00	27	9	9	2					47	9.83%
11h00 12h00	30	18	9	5					62	12.97%
12h00 13h00	65	19	9	1	1				95	19.87%
13h00 14h00	41	15	9	1	1				67	14.02%
14h00 15h00	24	15	8						47	9.83%
15h00 16h00	31	17	8	1	1				58	12.13%
16h00 17h00	31	11	8						50	10.46%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	280	116	69	10	3	0	0	0	478	100%

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	31 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. JAIME ROLDOS A LA AV. COLON

HORA	LIVIANOS		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h00 07h00									0	0.00%
07h00 08h00									0	0.00%
08h00 09h00									0	0.00%
09h00 10h00	32	10	9						51	13.14%
10h00 11h00	21	9	9	2					41	10.57%
11h00 12h00	24	12	9	3					48	12.37%
12h00 13h00	53	20	10	4					87	22.42%
13h00 14h00	28	5	8	2					43	11.08%
14h00 15h00	26	8	9						43	11.08%
15h00 16h00	16	8	8	5					37	9.54%
16h00 17h00	24	6	8						38	9.79%
17h00 18h00									0	0.00%
18h00 19h00									0	0.00%
19h00 20h00									0	0.00%
20h00 21h00									0	0.00%
21h00 22h00									0	0.00%
22h00 23h00									0	0.00%
23h00 24h00									0	0.00%
24h00 01h00									0	0.00%
01h00 02h00									0	0.00%
02h00 03h00									0	0.00%
03h00 04h00									0	0.00%
04h00 05h00									0	0.00%
05h00 06h00									0	0.00%
TOTAL VEHICULOS	224	78	70	16	0	0	0	0	388	100%

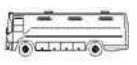
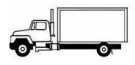
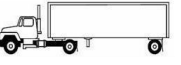
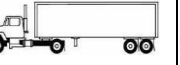
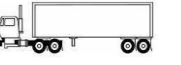
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	31 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. COLON A LA AV. JAIME ROLDOS

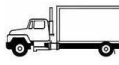
FECHA	DÍA DE LA SEMANA	LIVIANO		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL
										
28/05/2016	SABADO	189	68	69	6	0	0	0	0	332
29/05/2016	DOMINGO	157	70	71	2	0	0	0	0	300
30/05/2016	LUNES	297	93	68	14	0	0	0	0	472
31/05/2016	MARTES	280	116	69	10	3	0	0	0	478
	TOTAL	923	347	277	32	3	0	0	0	1582
	TPDS	256	94	69	10	1	0	0	0	430
	%TPDS	60%	22%	16%	2%	0%	0%	0%	0%	100%
		81%		16%			3%			

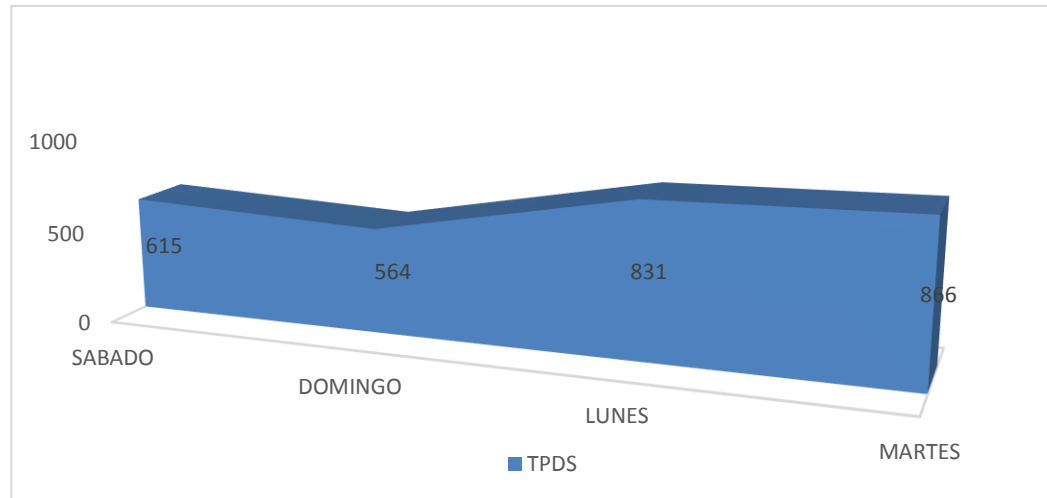
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO
FECHA:	31 DE MAYO DEL 2016
ESTACIÓN:	#1
SENTIDO:	AV. JAIME ROLDOS A LA AV. COLON

FECHA	DÍA DE LA SEMANA	LIVIANO		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL
										
28/05/2016	SABADO	159	49	70	5	0	0	0	0	283
29/05/2016	DOMINGO	144	52	66	2	0	0	0	0	264
30/05/2016	LUNES	221	59	69	9	1	0	0	0	359
31/05/2016	MARTES	224	78	70	16	0	0	0	0	388
	TOTAL	748	238	275	32	1	0	0	0	1294
	TPDS	202	63	69	10	0	0	0	0	345
	%TPDS	59%	18%	20%	3%	0%	0%	0%	0%	100%
		77%		20%			3%			

CONDENSADO TPDS

FECHA		VEHICULOS LIVIANOS		BUSES	CAMIONES					TOTAL
		AUTO	CAMIONETA		PESADOS		EXTRAPESADOS			
										
					C2P	C3	C2-S1	C2-S2	C3-S2	
28/05/2016	SABADO	348	117	139	11	0	0	0	0	615
29/05/2016	DOMINGO	301	122	137	4	0	0	0	0	564
30/05/2016	LUNES	518	152	137	23	1	0	0	0	831
31/05/2016	MARTES	504	194	139	26	3	0	0	0	866
TOTAL		1671	585	552	64	4	0	0	0	2876
TPDS		458	158	138	20	1	0	0	0	775
%TPDS		59.10%	20.39%	17.81%	2.58%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
		79.48%		17.81%	2.71%					



FECHA	DIA	CONTEO DIARIO (TDd)	FACCTOR DIARIO TPDS/TDd
28/05/2016	SABADO	615	1.26
29/05/2016	DOMINGO	564	1.37
30/05/2016	LUNES	831	0.93
31/05/2016	MARTES	866	0.89
TOTAL		2876	1.1125
T.P.D.S.		775	

FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL	
ENERO	1.07
FEBRERO	1.132
MARZO	1.085
ABRIL	1.093
MAYO	1.012
JUNIO	1.034
JULIO	1.982
AGOSTO	0.974
SEPTIEMBRE	0.923
OCTUBRE	0.931
NOVIEMBRE	0.953
DICIEMBRE	0.878

CALCULO DE TPDA

$$TPDA(existente) = TPDS(FM)(Fd)$$

TPDA EXISTENTE= 873

T.P.D.S.

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	616	79.48%
AUTOBUSES	138	17.81%
CAMIONES	21	2.71%
TOTAL	775	100%

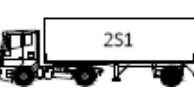
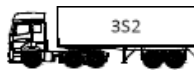
T asig.

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	868	79.48%
AUTOBUSES	194	17.81%
CAMIONES	30	2.71%
TOTAL	1092	

TASAS DE CRECIMIENT O	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015-2020	3.75	1.99	2.24
2020-2025	3.37	1.8	2.02
2025-2030	3.06	1.63	1.84

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO																
		CREC.	AUTOMOVIL	CREC.	CAMIONETA	CREC.	BUS	CREC.	C2P	CREC.	C3	CREC.	C2-S1	CREC.	C2-S2	CREC.	C3-S2	TOTAL
2016		3.75	645	3.75	223	1.99	194	2.24	28	2.24	1	2.24	0	2.24	0	2.24	0	1092
2017	1	3.75	670	3.75	231	1.99	198	2.24	29	2.24	1	2.24	0	2.24	0	2.24	0	1129
2018	2	3.75	695	3.75	240	1.99	202	2.24	29	2.24	1	2.24	0	2.24	0	2.24	0	1167
2019	3	3.75	721	3.75	249	1.99	206	2.24	30	2.24	2	2.24	0	2.24	0	2.24	0	1208
2020	4	3.75	748	3.75	258	1.99	210	2.24	31	2.24	2	2.24	0	2.24	0	2.24	0	1249
2021	5	3.37	762	3.37	263	1.8	213	2.02	31	2.02	2	2.02	0	2.02	0	2.02	0	1271
2022	6	3.37	787	3.37	272	1.8	216	2.02	32	2.02	2	2.02	0	2.02	0	2.02	0	1309
2023	7	3.37	814	3.37	281	1.8	220	2.02	32	2.02	2	2.02	0	2.02	0	2.02	0	1349
2024	8	3.37	841	3.37	290	1.8	224	2.02	33	2.02	2	2.02	0	2.02	0	2.02	0	1390
2025	9	3.37	870	3.37	300	1.8	228	2.02	34	2.02	2	2.02	0	2.02	0	2.02	0	1434
2026	10	3.06	872	3.06	301	1.63	229	1.84	34	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1438
2027	11	3.06	899	3.06	310	1.63	232	1.84	34	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1477
2028	12	3.06	927	3.06	320	1.63	236	1.84	35	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1520
2029	13	3.06	955	3.06	329	1.63	240	1.84	36	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1562
2030	14	3.06	984	3.06	340	1.63	244	1.84	36	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1606
2031	15	3.06	1014	3.06	350	1.63	248	1.84	37	1.84	2	1.84	0	1.84	0	1.84	0	1651
		Σ	13204	Σ	4557	Σ	3540	Σ	521	Σ	29	Σ	0	Σ	0	Σ	0	

Lx/Ton	Lx/Kips	L18	L2x	L2s	Pt	SN	G	Bx	G/BX	B18	G/B18	WX/W18	LEF
1	2,2	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4003	-0,2222	0,5001	-0,1779	4584,0173	0,0002
2	4,4	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4017	-0,2214	0,5001	-0,1779	374,5625	0,0027
3	6,6	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4052	-0,2195	0,5001	-0,1779	73,1961	0,0137
4	8,8	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4118	-0,2160	0,5001	-0,1779	21,8339	0,0458
7	15,4	18	1	1	2	5	-0,0889	0,4622	-0,1924	0,5001	-0,1779	1,9569	0,5110
11	24,2	18	1	1	2	5	-0,0889	0,6491	-0,1370	0,5001	-0,1779	0,2840	3,5208
18	39,6	18	2	1	2	5	-0,0889	0,5340	-0,1665	0,5001	-0,1779	0,4837	2,0675
20	44	18	2	1	2	5	-0,0889	0,5855	-0,1519	0,5001	-0,1779	0,3090	3,2357
24	52,8	18	3	1	2	5	-0,0889	0,4934	-0,1803	0,5001	-0,1779	0,6643	1,5052

	CLASE DE VEHICULOS	EJE DELANTERO (Ton)	EJE MEDIANERO (Ton)	EJE TRASERO (Ton)	Factor Camión
	AUTOMOVILES	1		1	0,00044
	CAMIONETAS	1		2	0,00289
	BUS	7		18	2,57855
	C2P	3		7	0,52468
	C3	7		20	3,74677
	C2-S1	7	11	11	7,55253
	C2-S2	7	11	20	7,26752
	C3-S2	7	20	20	6,98251

[illegible]

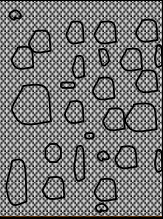
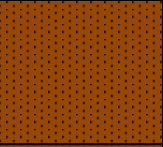
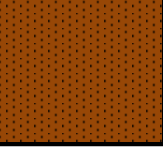
Diseño de Pavimento Flexible

DATOS :					
No. AÑOS :	15	No. AÑOS : 15			
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	1.665.481,44				
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	1.665.481,44				
CONFIABILIDAD (%) :	80				
DESVIACIÓN NORMAL ESTANDAR (Zr) :	-0,841				
ERROR NORMAL COMBINADO (So):	0,49				
CBR SUBRASANTE:	1,22				
MÓDULO RESILIENTE HOR. ASFALTICO (p.s	400.000	a 1 :	0,42	m 1 :	x
MÓDULO RESILIENTE DE BASE GRANULAR	27.000	a 2 :	0,14	m 2 :	0,80
MÓDULO RESILIENTE SUBBASE (p.s.i.) :	15.000	a 3 :	0,11	m 3 :	0,80
MÓDULO RESILIENTE MEJORAMIENTO (p.s	13.000	a 4 :	0,095	m 4 :	0,80
MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (p.s.i.)	1.830				
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2,2				
CÁLCULO DE LOS NUMEROS ESTRUCTURALES REQUERIDOS (SN) NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO SUBI 5,37 LOG (EJES ACUMULADOS) : 6,22 ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN : 6,22 SN1 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (BASE GRANULAR) NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO : 2,14 LOG (EJES ACUMULADOS) : 6,22 ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN : 6,22 SN2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SUB BASE) NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO : 2,65 LOG (EJES ACUMULADOS) : 6,22 ECUACIÓN DE COMPROBACION : 6,22 SN3 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (MEJORAMIENTO) NÚMERO ESTRUCT REQUERIDO : 2,79 LOG (EJES ACUMULADOS) : 6,22 ECUACIÓN DE COMPROBACIÓN : 6,22					
		SN ¹ (corregido)	≥	SN ¹ (requerido)	
		5,40	≥	5,37	
DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA:					
CAPAS DEL PAVIMENTO	Espesor Núm. Estr.	Núm. Estr. corregido	Espesor calculado (plg)	Espesor adoptado (plg)	Espesor adoptado (cm)
CAPA HORMIGON ASFÁLTICO :	D1* :		5,10	3,00	7,5
	SN1* :	1,260			
BASE GRANULAR CLASE 1:	D2* :		12,87	6,00	15,0
	SN2* :	0,648			
SUBBASE CLASE 3 MATERIAL EXISTENTE	D3* :		10,02	12,00	30,0
	SN3* :	1,06			
MEJORAMIENTO MATERIAL EXISTENTE	D4* :		31,59	32,00	80,0
	SN4* :	2,43			
TOTAL		5,40		53,0	132,5

ANEXO 2

Resultados de Ensayos de Laboratorio

[illegible][illegible]

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS										
PROYECTO: <i>Diseño de Pavimento Flexible en la Av. Alfonso Adum entre la Av. Colón y Av. Jaime Roldos</i>										
SONDEO Nro: 1		UBICACION: 0+550 DER.			Ensayado por: Torres Castillo Estefania Sorange Maita Vivanco Galo Roberto					
FECHA: 08/06/2016										
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION	MUESTRAS	Nro. GOLPES	LIMITES DE ATTERBERG		HUMEDAD (%)	CLASIFICACION AASHTO	
						LL (%)	IP (%)			
0,20	1,5		BASE	1	----	NP	0	2	A-1-a	
0,30			SUB BASE	1	----	NP	0	2	A-2-4	
0,50			SUB RASANTE	1	25	42,3	14,6	29,93	A-7-6	
0,50			SUB RASANTE	1	25	45,4	16,3	35,48	A-7-6	
OBSERVACIONES:										

CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.		Profundidad: 0,20	
Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos		Cal i cat a:	
Muestra Base		Abscisa: 0+550 Der.	
FECHA : 2016/ 06/ 10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo	

	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	100,00	100,00	22,95	0,00	
	100,00	100,00	28,15	0,00	0,00
2.- LIM. LIQUIDO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
3.- LIMITE PLASTICO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 6.181,00 (H/S) S			GRAVA= 68 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 6.181,00			ARENA= 22 %		
			FINOS= 10 %		
TAMIZ	W. RT.	% R. A.	% PASA		
3"	0	0,0	100	LL = 0,00 %	
2 1/2"	1.431	23,2	77	LP = 0,00 %	
2"	1.431	23,2	77	IP = 0,00 %	
1 1/2"	1.728	28,0	72	CLASIFICACION: SUCS = GM AASHTO= A-1-a IG(86)= 0 IG(45)= 0	
1"	2.126	34,4	66		
3/4"	2.464	39,9	60		
1/2"	3.151	51,0	49		
3/8"	3.533	57,2	43		
No. 4	4.230	68,4	31,6		
Pasa:	1.951	31,6			
No. 10	35,8	5,2	26,4		
No. 40	101,8	14,7	16,8		
No. 200	151,0	21,9	9,7		
Pasa:	(67,00)	(9,7)			
total	6.181,00	218			

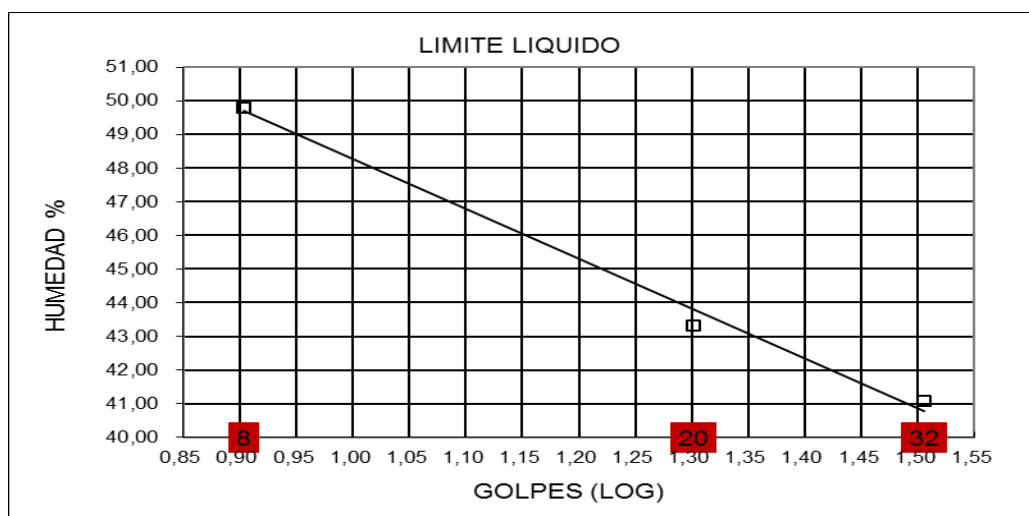
CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.				Profundidad: 0,40	
Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos				Calicata:	
Muestra Sub-Base				Abscisa: 0+550 Der.	
FECHA : 2016/06/10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo			

	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	100,00	100,00	22,95	0,00	
	100,00	100,00	28,15	0,00	0,00
2.- LIM. LIQUIDO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
3.- LIMITE PLASTICO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 4.516,00 (H/S) S			GRAVA= 39 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 4.516,00			ARENA= 33 %		
			FINOS= 28 %		
TAMIZ	W. RT. %	R. A.	% PASA		
3"	0	0,0	100	LL = 0,00 %	
2 1/2"	0	0,0	100	LP = 0,00 %	
2"	0	0,0	100	IP = 0,00 %	
1 1/2"	90	2,0	98	CLASIFICACION: SUCS = GM AASHTO= A-2-4 IG(86)= 0 IG(45)= 0	
1"	362	8,0	92		
3/4"	529	11,7	88		
1/2"	852	18,9	81		
3/8"	1.153	25,5	74		
No. 4	1.783	39,5	60,5		
Pasa:	2.733	60,5			
No. 10	32,2	8,0	52,5		
No. 40	82,2	20,4	40,1	COLOR: GRIS	
No. 200	132,6	32,9	27,6		
Pasa:	(111,40)	(27,6)			
total	4.516,00	244			

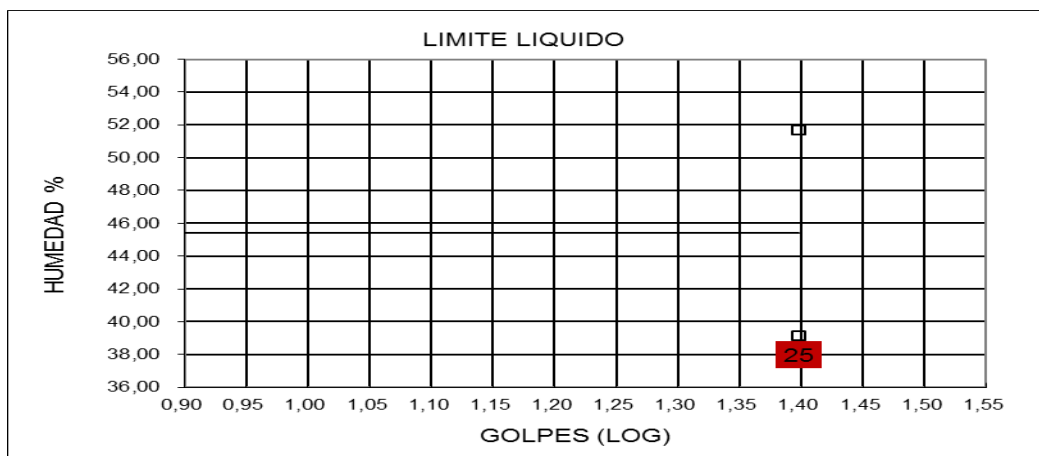
CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av. Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Rol dos				Profundidad: 0,50			
Muestra: Sub-Rasante				Cal i cat a: 0+550 Der			
FECHA : 2016/ 06/ 10				Ensayado por: Torres Estefani a/ Mai t a Cal o			
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO	
1. - CONTENIDO DE AGUA		109,90 112,87	90,96 93,16	27,95 27,03	30,06 29,80	29,93	
2. - LIM LIQUIDO		32 20 8 8	36,05 37,75 32,84 32,84	31,02 32,83 28,10 28,10	18,78 21,47 18,58 18,58	41,09 43,31 49,79 49,79	42,36
3. - LIMITE PLASTICO		25,34 30,95 25,93	23,74 28,91 24,32	17,97 21,50 18,55	27,73 27,53 27,90	27,72	
4. - GRANULOMETRIA				5. - CLASIFICACION.			
PESO IN= 75,70 (H/S) H				GRAVA= 0 %			
PESO INICIAL DE CALCULO: 58,26				ARENA= 7 %			
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FINOS= 93 %			
3"	0,00	0,00	100	LL = 42,36 % LP = 27,72 % IP = 14,64 %			
2 1/2"	0,00	0,00	100				
2"	0,00	0,00	100				
1 1/2"	0,00	0,00	100				
1"	0,00	0,00	100				
3/4"	0,00	0,00	100	CLASIFICACION: SUCS = ML AASHTO= A-7-6 IG(86) = 16 IG(45) = 10			
1/2"	0,00	0,00	100				
3/8"	0,00	0,00	100				
No. 4	0,00	0,00	100				
Pasa	58,26	100,00					
No. 10	0,00	0,00	100				
No. 40	0,00	0,00	100				
No. 200	3,80	6,5	93,5				
TOTAL	58,26	58,26		CAFÉ OSCURO			



CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.				Profundidad: 1,00			
Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos				Calícat a:			
Muestra: Sub Rasante				Abscisa: 0+550 Der			
FECHA : 2016/06/10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo					
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO	
1. - CONTENIDO DE AGUA		148,63 164,12	117,28 128,48	28,37 28,67	35,26 35,71	35,48	
2. - LIM LIQUIDO		1 1 25 25	33,33 33,51 33,33 33,51	28,42 29,34 28,42 29,34	18,92 18,68 18,92 18,68	51,68 39,12 51,68 39,12	45,40
3. - LIMITE PLASTICO		35,40 29,45 26,79	33,39 27,75 24,97	26,43 21,87 18,77	28,88 28,91 29,35	29,05	
4. - GRANULOMETRIA				5. - CLASIFICACION -			
PESO IN= 116,02 (H/S) H				GRAVA= 0 %			
PESO INICIAL DE CALCULO: 85,63				ARENA= 1 %			
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FINOS= 99 %			
3"	0,00	0,00	100	LL = 45,40 % LP = 29,05 % IP = 16,35 %			
2 1/2"	0,00	0,00	100				
2"	0,00	0,00	100				
1 1/2"	0,00	0,00	100				
1"	0,00	0,00	100	CLASIFICACION: SUCS = ML AASHTO= A-7-6 IG(86) = 20 IG(45) = 12			
3/4"	0,00	0,00	100				
1/2"	0,00	0,00	100				
3/8"	0,00	0,00	100				
No. 4	0,00	0,00	100				
Pasa	85,63	100,00					
No. 10	0,00	0,00	100				
No. 40	0,00	0,00	100				
No. 200	0,90	1,1	98,9				
TOTAL	85,63	85,63		CAFÉ OSCURO			



ENSAYO DE COMPACTACION

PROYEC: Di seño de Pavim ento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av. Col ón y Av Jaime Rol dos.			
USO: Sub Rasante(0,50)		Abscisa: 0+550 Der.	
FECHA: 2016/ 06/ 12		Ensayado por: Torres Estefania/Maita Galo	

NORMA ENSAYO: T-180 "A" GOLPES/CAPA: 25 No. DE CAPAS: 5,00 PESO MARTILLO: 10,00 Lbr ALT. DE CAIDA: 45,72 cm.	DATOS DEL MOLDE 9 ALTURA : 11,64 cm. DIAMETRO: 10,16 cm. VOLUMEN : 944 cm3 PESO : 4.203 gr.
---	---

DATOS PARA LA CURVA:

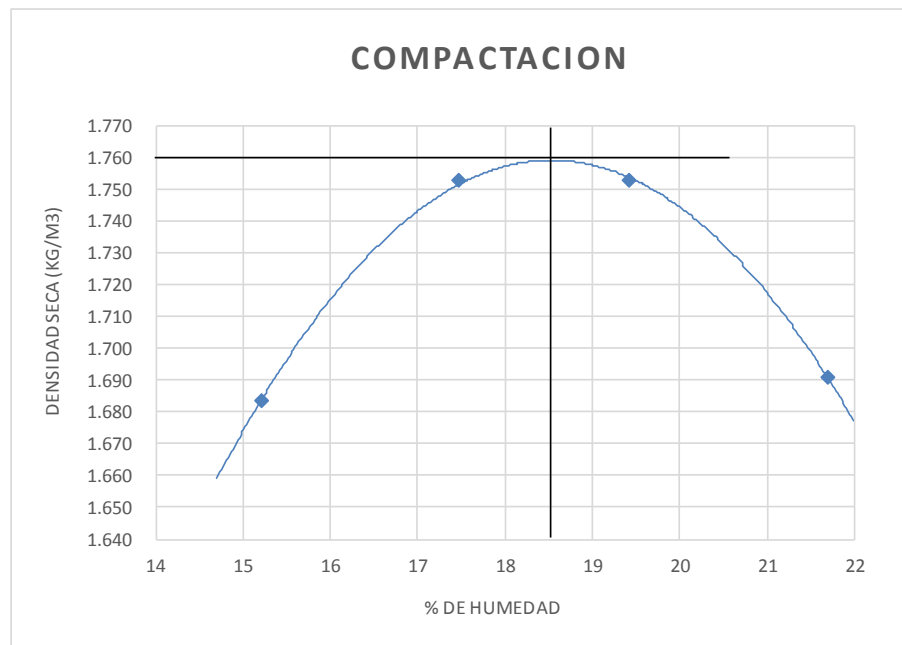
PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	5.943	6.046	6.148	6.073
Peso suelo:	1.830	1.943	1.975	1.942
Dens. Hum :	1.939	2.059	2.093	2.058

CONTENI DOS DE HUMEDAD:

	95,10	107,37	132,51	100,41	117,52	121,97	122,48	107,92
W. hum.:	95,10	107,37	132,51	100,41	117,52	121,97	122,48	107,92
W. seco:	85,79	96,91	116,98	88,91	103,06	106,65	105,62	93,26
W. caps:	24,20	28,53	27,99	23,15	28,18	28,26	28,11	25,55
w (%)	15,12	15,30	17,45	17,49	19,31	19,54	21,75	21,65
promedi o		15,21		17,47		19,43		21,70

Dens. Seca:	1.683	1.753	1.752	1.691
--------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

RESULTADOS:	DENSI DAD SECA MAXI MA = 1.760 Kg/ m8 CONT. DE AGUA OPTI MO = 18,58 %	
--------------------	--	--



ENSAYO CBR

PROYECTO: Di se ñ o p a v i m e n t o F l e x i b l e e n l a A v . A l f r e d o A d u m e n t r e A v C o l o n Y A v J a i m e R o l d o s		ENSAYADO POR: Torres Est/Maita Ga HOJA 1	
Abscisa: 0+550 DER		Uso: Sub- Rasant e	
FECHA: 2016- 06- 16		PROFUND (m) : 0, 50	

DATOS DEL MOLDEO		No. DE CAPAS = 5	Alza = 5,00
		PESO MARTILLO = 4,5kg.	

MOLDE No. :	6	12	A
Altura =	17,76 cm.	17,76 cm.	17,76 cm.
Diámetro =	15,19 cm.	15,19 cm.	14,58 cm.
Golpes/capa	61	27	11
Peso comp.:	11.875	11.873	10.567
Peso molde:	7.044	7.272	6.637
Peso suelo:	4.831	4.601	3.930
Volumen :	2.312	2.312	2.130
Dens. Hum :	2.089	1.990	1.845

CONTENI DOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:					
	6		12		A
W. humedo :	148,21	148,21	137,43	137,43	144,01
W. seco :	128,84	128,84	119,99	119,99	125,44
W. capsula:	23,60	23,60	28,00	28,00	25,23
w (%) :	18,41	18,41	18,96	18,96	18,53
w(%) prom.:	18,41	18,41	18,96	18,96	18,53
Dens. Seca:	1.764		1.673		1.556

CONTENI DOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACI ON:					
W. humedo :	101,33	101,33	115,64	115,64	114,08
W. seco :	84,65	84,65	93,82	93,82	91,95
W. capsula:	28,68	28,68	25,24	25,24	28,37
w (%) :	29,80	29,80	31,82	31,82	34,81
w(%) prom.:	29,80	29,80	31,82	31,82	34,81

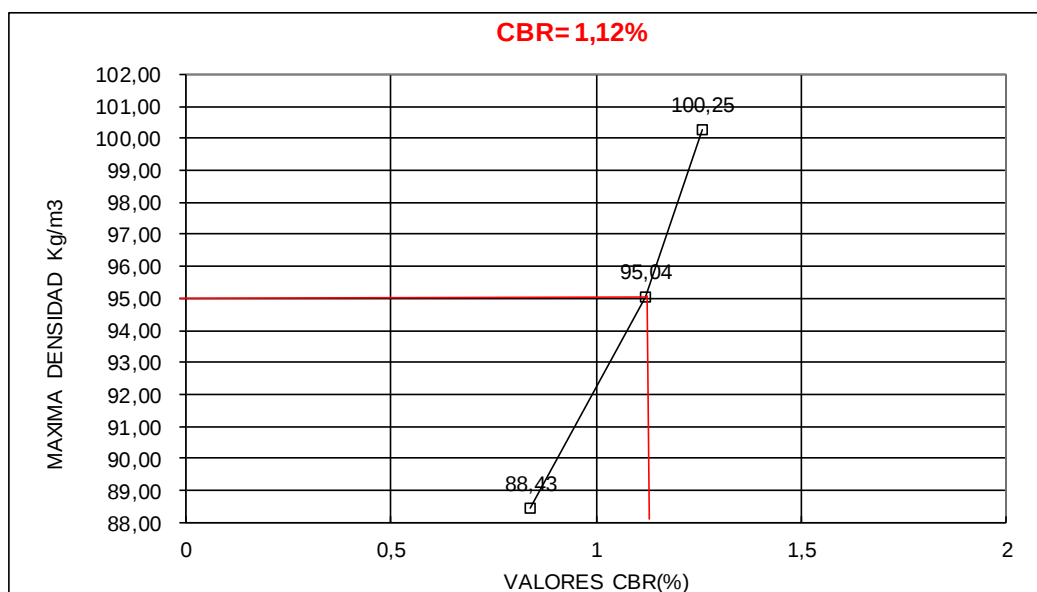
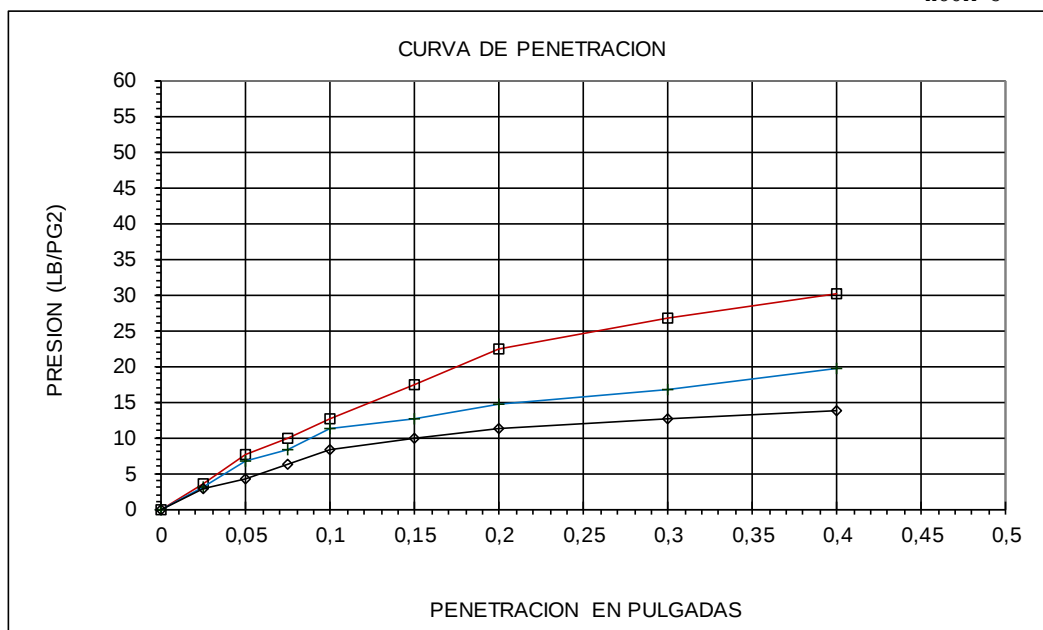
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBI DA:			
	6,00	12,00	A
Peso satr.:	12.032	11.940	10.893
Agua abs. :	157	67	326
% agua ab.:	3,25	1,46	8,30

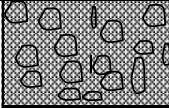
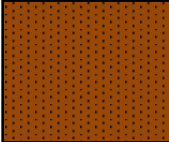
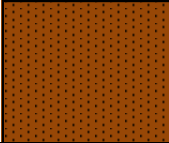
PORCENTAJE DE COMPACTACI ON:		
DENSI DAD MAXI MA:	1.760	HUMEDAD OPTI MA:
		18,58
% Compact.:	100,25	95,04
Variacion w%:	0,17	(0,38)

PROYECTO: Diseño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon y Av. Jaime Rol dos			ENSAYADO POR: Torres Est/Maita Ga			
ABSCISA: 0+550 DER			MUESTRA No. Sub- Rasante			
FECHA: 2016-06-16			PROFUND (m): 0,50			
HOJA 2						
ESPONJAMIENTO:						
MOLDE No. :		6	12		A	
Tiempo (dias:	dial	%	dial	%	dial	%
	E -3 "		E -3 "		E -3 "	
0	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
1	242,0	4,82	334,0	6,65	324,0	6,45
2	275,0	5,47	356,0	7,09	341,0	6,79
3	298,0	5,93	368,0	7,33	347,0	6,91
4	301,0	5,99	374,0	7,44	352,0	7,01
CONS. DEF = 1,0000						
PENETRACIONCONSTANTE = 0,7000						
MOLDE No. :		6,00	12,00		A	
penetracion	dial	presi on	dial	presi on	dial	presi on
(pulgadas)	KN	l b/ pl g2	KN	l b/ pl g2	KN	l b/ pl g2
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	5,00	3,50	4,50	3,15	4,00	2,80
0,050	11,00	7,70	9,50	6,65	6,00	4,20
0,075	14,00	9,80	12,00	8,40	9,00	6,30
0,100	18,00	12,60	16,00	11,20	12,00	8,40
0,150	25,00	17,50	18,00	12,60	14,00	9,80
0,200	32,00	22,40	21,00	14,70	16,00	11,20
0,300	38,00	26,60	24,00	16,80	18,00	12,60
0,400	43,00	30,10	28,00	19,60	19,50	13,65
VALORES CORREGIDOS:						
presion		valor		% de		
lb/plg2		CBR		compact.		
12,60		1,26		100,25		
11,20		1,12		95,04		
8,40		0,84		88,43		

PROYECTO:	Diseño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y av. Jaime Roldos	ENSAYADO POR: Maita Ga
LOCALIZ.:		MUESTRA No. Sub-Rasante
FECHA:	2016-06-16	PROFUND (m): 0,50

HOJA 3



REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS										
PROYECTO: <i>Diseño de Pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adúm desde la Av. Colón hasta la Av. Jaime Roldos</i>										
SONDEO Nro: 2		UBICACION: 1+000 IZQ				Ensayado por: Torres Castillo Estefania Sorange Maita Vivanco Galo Roberto				
FECHA: 08/06/2016										
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION	MUESTRAS	Nro. GOLPES	LIMITES DE ATTERBERG		HUMEDAD (%)	CLASIFICACION AASHTO	
						LL (%)	IP (%)			
0,10	1,6		BASE	1	----	0	0	2,6	A-1-a	
0,50			SUB BASE	1	----	0	0	2,0	A-1-a	
0,50			SUB RASANTE	1	---	NP	0	34,61	A-4	
0,50			SUB RASANTE	1	25	63,93	26,82	33,32	A-7-5	
OBSERVACIONES:										

CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.		Profundidad: 0,10	
OBRA : Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos		Cal i cat a:	
Muestra Base		Abscisa: 1+000 l zq	
FECHA : 2016/ 06/ 10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo	

	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	100,00	100,00	22,95	0,00	
	100,00	100,00	28,15	0,00	0,00
2.- LIM. LIQUIDO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
3.- LIMITE PLASTICO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 41.909,00 (H/S) S			GRAVA= 48 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 41.909,00			ARENA= 43 %		
			FINOS= 9 %		
TAMIZ	W. RT. %	R. A.	% PASA		
3"	947	2,3	98	LL = 0,00 %	
2 1/2"	947	2,3	98	LP = 0,00 %	
2"	1.721	4,1	96	IP = 0,00 %	
1 1/2"	2.930	7,0	93	CLASIFICACION: SUCS = GM AASHTO= A-1-a IG(86)= 0 IG(45)= 0	
1"	5.992	14,3	86		
3/4"	8.099	19,3	81		
1/2"	11.469	27,4	73		
3/8"	14.536	34,7	65		
No. 4	20.084	47,9	52,1		
Pasa:	21.825	52,1			
No. 10	59,2	9,6	42,5		
No. 40	183,8	29,8	22,3		
No. 200	267,0	43,3	8,8		
Pasa:	(54,00)	(8,8)		COLOR: GRI S	
total	41.909,00	321			

CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.			Profundidad: 0,60		
OBRA : Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos			Calicata:		
Muestra Sub-Base			Abscisa: 1+000 Izq		
FECHA : 2016/06/10			Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo		
	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	100,00	100,00	22,95	0,00	
	100,00	100,00	28,15	0,00	0,00
2.- LIM. LIQUIDO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
3.- LIMITE PLASTICO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 48.623,00 (H/S) S			GRAVA= 62 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 48.623,00			ARENA= 34 %		
			FINOS= 4 %		
TAMIZ	W. RT. %	R. A.	% PASA		
3"	3.249	6,7	93	LL = 0,00 %	
2 1/2"	4.473	9,2	91	LP = 0,00 %	
2"	7.973	16,4	84	IP = 0,00 %	
1 1/2"	13.231	27,2	73		
1"	17.274	35,5	64	CLASIFICACION:	
3/4"	19.395	39,9	60	SUCS = GW/GP	
1/2"	22.754	46,8	53	AASHTO= A-1-a	
3/8"	25.493	52,4	48	IG(86)= 0	
No. 4	30.060	61,8	38,2	IG(45)= 0	
Pasa:	18.563	38,2			
No. 10	42,2	6,4	31,8	COLOR: GRI S	
No. 40	159,2	24,1	14,1		
No. 200	225,3	34,1	4,0		
Pasa:	(26,70)	(4,0)			
total	48.623,00	252			

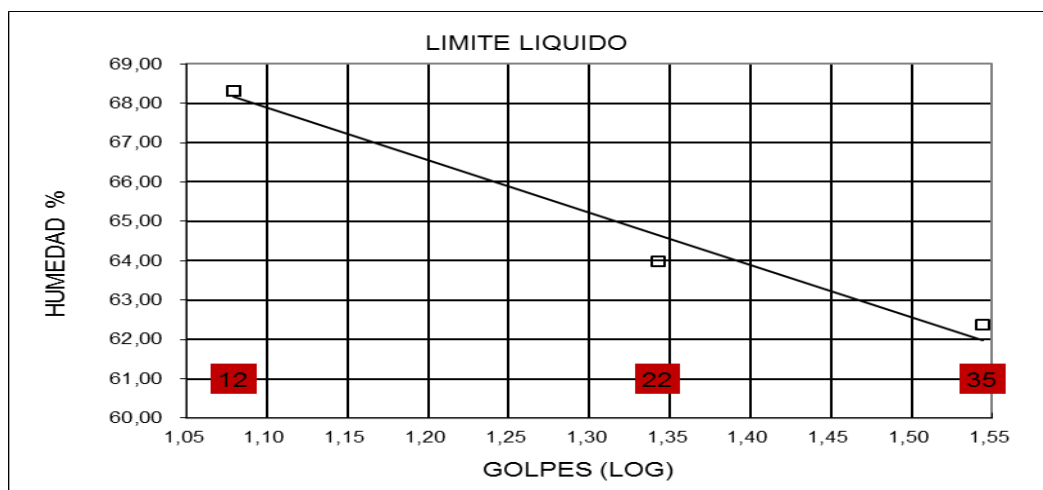
CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.		Profundidad: 0,50	
Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos		Categoría:	
Muestra Sub Rasante		Abscisa: 1+000 Izq	
FECHA : 2016/06/10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo	

	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	107,94	86,08	22,95	34,63	
	130,63	104,29	28,15	34,59	34,61
2.- LIM. LIQUIDO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
3.- LIMITE PLASTICO					
LA MUESTRA NO ES PLASTICA					
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 103,50 (H/S) S			GRAVA= 0 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 76,89			ARENA= 5 %		
			FINOS= 95 %		
TAMIZ	W. RT. %	R. A.	% PASA		
3"	0	0,0	100	LL = 0,00 %	
2 1/2"	0	0,0	100	LP = 0,00 %	
2"	0	0,0	100	IP = 0,00 %	
1 1/2"	0	0,0	100	CLASIFICACION:	
1"	0	0,0	100		
3/4"	0	0,0	100		
1/2"	0	0,0	100		
3/8"	0	0,0	100		
No. 4	0	0,0	100,0	SUCS = ML	
Pasa:	76,89	100,0		AASHTO= A-4	
No. 10	0,0	0,0	100,0	IG(86)= 12	
No. 40	0,0	0,0	100,0	IG(45)= 8	
No. 200	3,8	4,9	95,1	COLOR: GRI S	
Pasa:	(73,09)	(95,1)			
total	76,89	76,89			

CLASIFICACION:

PROY. : Diseño de Pavimento Flexible en la Av.				Profundidad: 1,00			
OBRA : Adum entre Av. Colon y Av. Jaime Roldos				Cal i cat a: 1+000 l z			
Muestra: Sub Rasante				Abscisa:			
FECHA : 2016/06/10		Ensayado por: Torres Estefania/ Maita Galo					
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO	
1. - CONTENIDO DE AGUA		147,66 129,53	117,59 104,26	28,02 27,84	33,57 33,07	33,32	
2. - LIM LIQUI DO		35 22 12 12	35,66 31,27 34,73 34,73	30,14 26,42 29,30 29,30	21,29 18,84 21,35 21,35	62,37 63,98 68,30 68,30	63,93
3. - LIM TE PLASTI CO		26,40 32,72 21,80	25,13 30,93 20,41	21,70 26,12 16,66	37,03 37,21 37,07	37,10	
4. - GRANULOMETRI A				5. - CLASI FI CACI ON. -			
PESO IN= 112,11 (H/S) H				GRAVA= 0 %			
PESO INICIAL DE CALCULO: 84,09				ARENA= 1 %			
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FI NOS= 99 %			
3"	0,00	0,00	100	LL = 63,93 % LP = 37,10 % I P = 26,82 %			
2 1/2"	0,00	0,00	100				
2"	0,00	0,00	100				
1 1/2"	0,00	0,00	100				
1"	0,00	0,00	100				
3/4"	0,00	0,00	100	CLASI FI CACI ON: SUCS = MH1 AASHTO= A-7-5 I G(86) = 35 I G(45) = 19			
1/2"	0,00	0,00	100				
3/8"	0,00	0,00	100				
No. 4	0,00	0,00	100				
Pasa	84,09	100,00					
No. 10	0,00	0,00	100				
No. 40	0,00	0,00	100				
No. 200	0,90	1,1	98,9				
TOTAL	84,09	84,09		CAFÉ OSCURO			



ENSAYO DE COMPACTACION

PROYEC: **Diseño de Pavingto Flexible en la Av. Alfredo Adum**
 Mna: **entre Av. Colón y Av Jaime Rol dos.**
 USO: **BASE** Abscisa: **1+000 l zq**
 FECHA: **2016/ 06/ 12** Ensayado por:
 Torres Estefania/Maita Galo

NORMA ENSAYO: T-180 "D" GOLPES/CAPA: 56 No. DE CAPAS: 5,00 PESO MARTILLO: 10,00 Lbr ALT. DE CAIDA: 45,72 cm.	DATOS DEL MOLDE 4 ALTURA : 11,64 cm. DIAMETRO: 15,24 cm. VOLUMEN : 2.123 cm ³ PESO : 6.419 gr.
--	--

DATOS PARA LA CURVA:

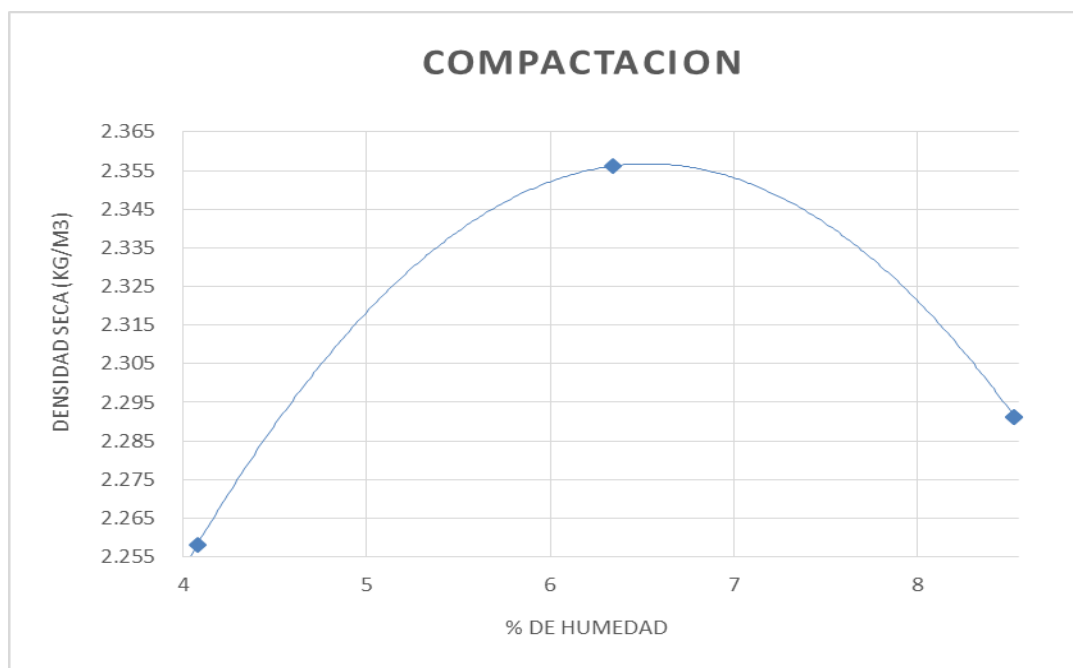
PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	11.409	11.739	11.699	11.699
Peso suelo:	4.990	5.320	5.280	5.280
Dens. Hum :	2.350	2.506	2.487	2.487

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	143,54	145,95	172,67	155,54	169,33	181,69	169,33	181,69
W. seco:	139,01	141,36	164,08	147,94	158,08	169,75	158,08	169,75
W. caps:	28,00	28,67	28,15	28,44	27,58	28,26	27,58	28,26
w (%)	4,08	4,07	6,32	6,36	8,62	8,44	8,62	8,44
promedio		4,08		6,34		8,53		8,53

Dens. Seca:	2.258	2.356	2.291	2.291
--------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = **2.357** Kg/ m³
 CONT. DE AGUA OPTIMO = **6,50** %



ENSAYO DE COMPACTACION

PROYEC: Diseño de Pavingto Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av. Colón y Av Jaime Roldos.							
USO: SUB- BASE				Abscisa: 1+000 l zq.			
FECHA: 2016/ 06/ 12				Ensayado por: Torres Estefania/Maita Galo			

NORMA ENSAYO: T-180 "D"		DATOS DEL MOLDE		5	
GOLPES/CAPA: 56		ALTURA :		11,64 cm.	
No. DE CAPAS: 5,00		DIAMETRO:		15,24 cm.	
PESO MARTILLO: 10,00 Lbr		VOLUMEN :		2.123 cm3	
ALT. DE CAIDA: 45,72 cm.		PESO :		6.418 gr.	

DATOS PARA LA CURVA:

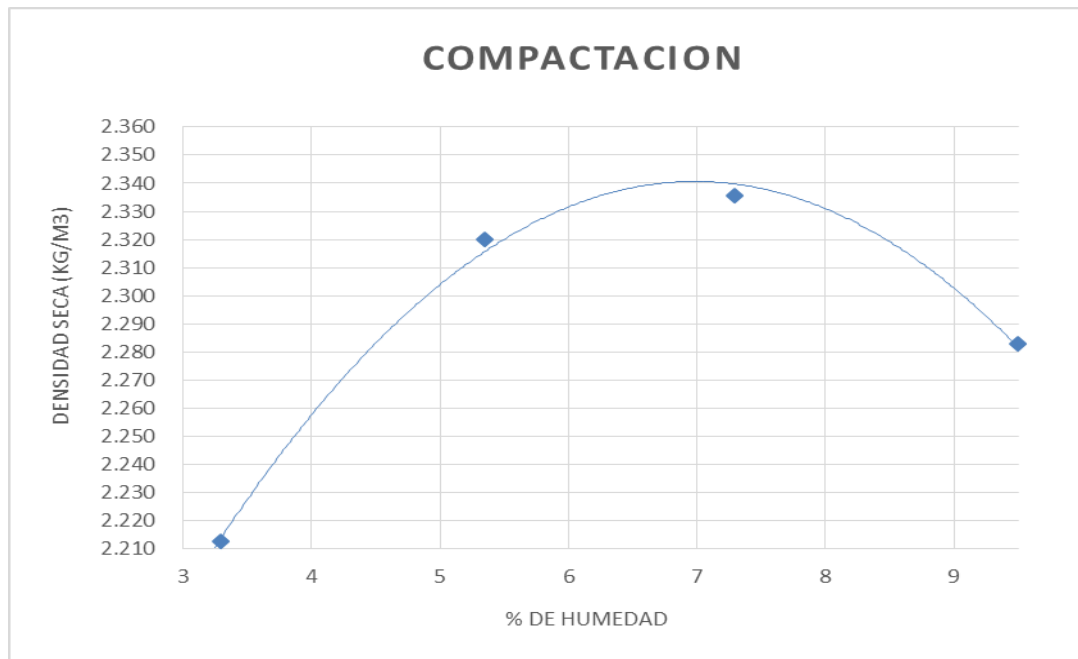
PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	11.271	11.607	11.739	11.726
Peso suelo:	4.853	5.189	5.321	5.308
Dens. Hum :	2.286	2.444	2.506	2.500

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
W. hum.:	134,83	154,51	144,37	150,94	148,59	142,95	183,41	155,48	
W. seco:	131,46	150,42	138,44	144,66	140,22	134,87	169,99	143,98	
W. caps:	27,97	27,98	28,13	26,44	21,59	27,70	28,28	23,21	
w (%)	3,26	3,34	5,38	5,31	7,06	7,54	9,47	9,52	
promedio		3,30		5,34		7,30		9,50	

Dens. Seca:	2.213	2.320	2.336	2.283
--------------------	-------	-------	-------	-------

RESULTADOS:	DENSI DAD SECA MAXI MA = CONT. DE AGUA OPTI MO =	2.340 Kg/ m ³ 7,00 %
--------------------	---	--



ENSAYO DE COMPACTACION

PROYEC: Diseño de Pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av. Colón y Av Jaime Roldos.			
USO: Sub Rasante(0,50)		Abscisa: 1+000 l zq	
FECHA: 2016/ 06/ 12		Ensayado por: Torres Estefania/Maita Galo	

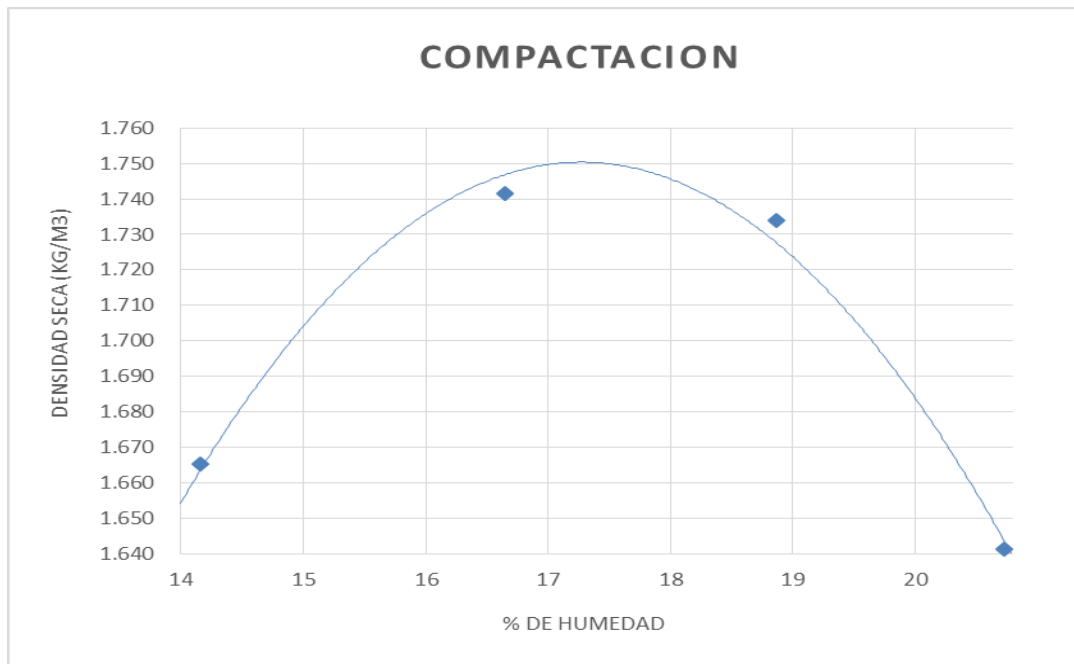
NORMA ENSAYO: T-180 "A" GOLPES/CAPA: 25 No. DE CAPAS: 5,00 PESO MARTILLO: 10,00 Lbr ALT. DE CAIDA: 45,72 cm.	DATOS DEL MOLDE 10 ALTURA : 11,64 cm. DIAMETRO: 10,16 cm. VOLUMEN : 944 cm ³ PESO : 4.203 gr.
---	---

DATOS PARA LA CURVA:				
PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	5.997	6.120	6.148	6.073
Peso suelo:	1.794	1.917	1.945	1.870
Dens. Hum :	1.901	2.031	2.061	1.982

CONTENI DOS DE HUMEDAD:								
W. hum.:	108,60	118,96	130,70	112,13	128,00	126,59	119,75	111,28
W. seco:	98,74	107,51	116,06	99,42	112,12	111,10	104,05	97,03
W. caps:	28,29	27,58	27,91	23,24	28,27	28,67	28,16	28,42
w (%)	14,00	14,33	16,61	16,68	18,94	18,79	20,69	20,77
promedi o		14,16		16,65		18,87		20,73

Dens. Seca:	1. 665	1. 741	1. 734	1. 641
--------------------	---------------	---------------	---------------	---------------

RESULTADOS:	DENSI DAD SECA MAXI MA =	1. 750	Kg/ m ³
	CONT. DE AGUA OPTI MO =	17,30	%



ENSAYO CBR

PROYECTO: Diseño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y Av Jaime Roldos			
Abscisa: 1+000 l zq		ENSAYADO POR: Torres Est/Maita Ga HOJA 1	
FECHA: 2016-06-16		Uso: Base	
		PROFUND(m): 0,10	

DATOS DEL MOLDEO			
No. DE CAPAS = 5		Alza = 5,00	
PESO MARTILLO = 4,5kg.			

MOLDE No. :	6	12	--
Altura =	17,84 cm.	17,84 cm.	cm.
Diámetro =	15,15 cm.	15,15 cm.	cm.
Golpes/capa	61	27	
Peso comp.:	13.058	13.050	
Peso molde:	7.226	7.388	
Peso suelo:	5.832	5.662	
Volumen :	2.315	2.315	
Dens. Hum :	2.520	2.446	

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:			
	6	12	--
W. humedo :	134,75	134,75	150,61
W. seco :	127,40	127,40	142,89
W. capsula:	21,59	21,59	27,96
w (%) :	6,95	6,95	6,72
w(%) prom.:	6,95	6,95	6,72
Dens. Seca:	2.356	2.292	0

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION:			
W. humedo :	123,95	123,95	147,82
W. seco :	115,27	115,27	136,13
W. capsula:	26,28	26,28	27,70
w (%) :	9,75	9,75	10,78
w(%) prom.:	9,75	9,75	10,78

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA:			
	6	12	--
Peso satr.:	13.166	13.118	
Agua abs. :	108	68	
% agua ab.:	1,85	1,20	

PORCENTAJE DE COMPACTACION:			
DENSIDAD MAXIMA:	2.357	HUMEDAD OPTIMA:	6,50
% Compact.:	99,96	97,25	
Variacion w%:	(0,45)	(0,22)	

ENSAYO CBR

PROYECTO:	Diseño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colón y Av Jaime Roldós	ENSAYADO POR:	Torres Est/Maita Ga
Abscisa:	1+000 l z q	Uso:	Base
FECHA:	2016-06-16	PROFUND (m):	0,10

HOJA 2

ESPONJAMIENTO:

MOLDE No. : 6			12		- -	
Tiempo (dias)	dial E -3 "	%	dial E -3 "	%		
0	0	0,00	0,0	0,00		
1	0,0	0,00	0,0	0,00		
2	0,0	0,00	0,0	0,00		
3	0,0	0,00	0,0	0,00		
4	0,0	0,00	0,0	0,00		

PENETRACION

CONS. DEF = 1,0000
CONSTANTE = 3,1900

MOLDE No. : 6			12		- -
penetracion (pulgadas)	dial KN	presi on l b/ pl g2	dial KN	presi on l b/ pl g2	
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,025	41,00	130,79	26,00	82,94	
0,050	97,00	309,43	46,00	146,74	
0,075	148,00	472,12	65,00	207,35	
0,100	199,00	634,81	83,00	264,77	
0,150	316,00	1.008,04	123,00	392,37	
0,200	431,00	1.374,89	165,00	526,35	
0,300	547,00	1.744,93	209,00	666,71	
0,400	662,00	2.111,78	253,00	807,07	

VALORES CORREGIDOS:

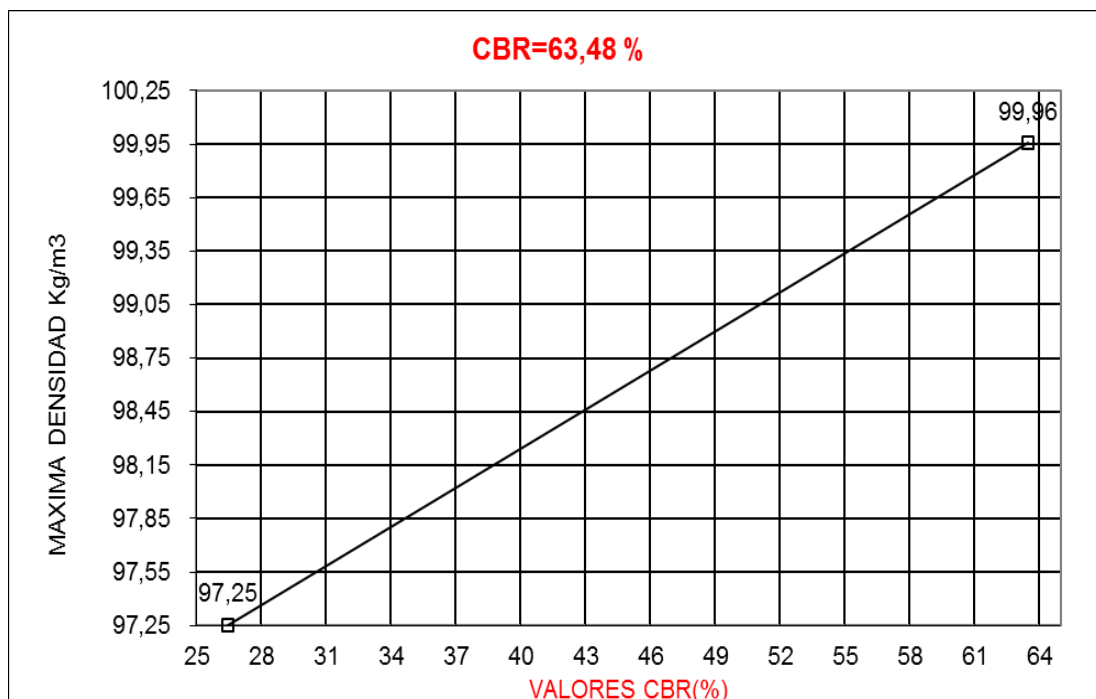
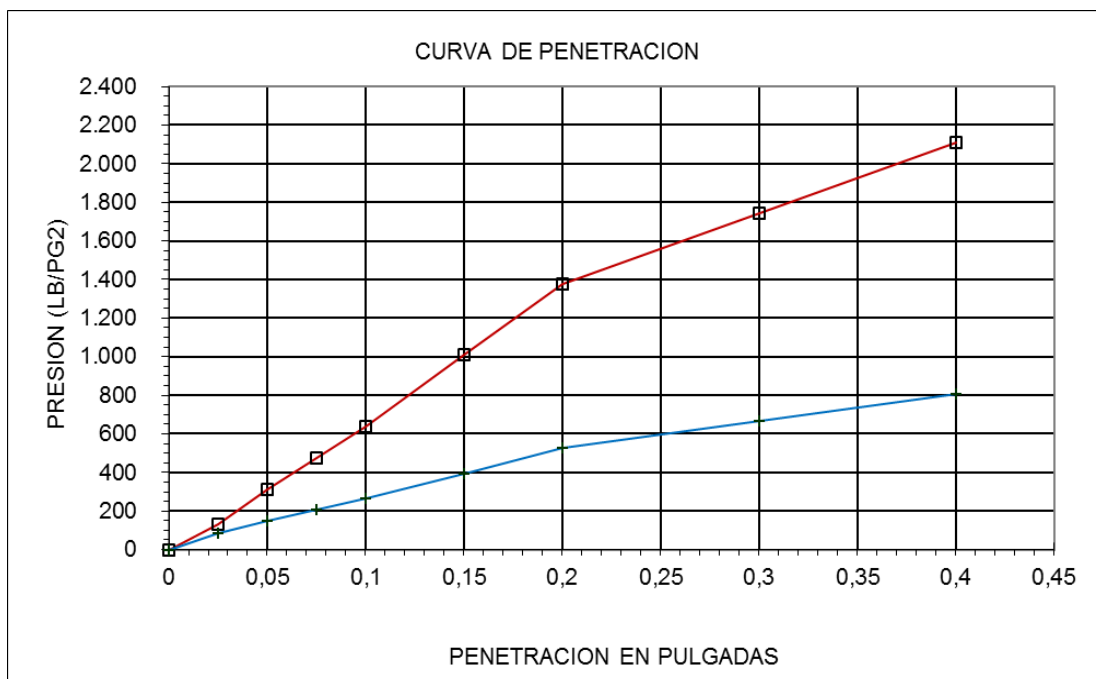
presi on lb/plg2	valor CBR	% de compact.
634,81	63,48	99,96
264,77	26,48	97,25

ANOTACIONES: _____

Graficos CBR

PROYECTO:	Di seño pavi ment o Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y Av Jaime Roldos	ENSAYADO POR:	Torres Est/Maita Ga
ABSCISA:	1+000 Izq	Uso:	Base
FECHA:	2016-06-16	PROFUND (m) :	0,10

HOJA 3



ENSAYO CBR

PROYECTO: Di se ̃o pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y Av Jaime Rol dos				ENSAYADO POR Torres Est/Maita Ga HOJA 1	
Abscisa: 1+000 l zq		Uso: Sub Base			
FECHA: 2016-06-16		PROFUND (m): 0,60			

DATOS DEL MOLDEO						No. DE CAPAS = 5		Alza =		5,00	
						PESO MARTILLO = 4,5kg.					

MOLDE No.:	5		11		- -	
Altura =	17,84 cm.		17,84 cm.		cm.	
Diámetro =	15,15 cm.		15,15 cm.		cm.	
Golpes/capa	61		27			
Peso comp.:	12.984		12.539			
Peso molde:	7.180		6.912			
Peso suelo:	5.804		5.627			
Volumen :	2.315		2.315			
Dens. Hum :	2.508		2.431			

CONTENI DOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:						
	5		11		- -	
W. humedo :	193,47	193,47	173,91	173,91		
W. seco :	182,48	182,48	164,41	164,41		
W. capsula:	28,15	28,15	28,13	28,13		
w (%) :	7,12	7,12	6,97	6,97		
w(%) prom.:		7,12		6,97		
Dens. Seca:	2.341		2.273		0	

CONTENI DOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACI ON:						
W. humedo :	155,72	155,72	155,27	155,27		
W. seco :	144,07	144,07	142,65	142,65		
W. capsula:	27,03	27,03	28,12	28,12		
w (%) :	9,95	9,95	11,02	11,02		
w(%) prom.:		9,95		11,02		

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBI DA:						
	5		11		- -	
Peso satr.:	13.036		12.676			
Agua abs. :	52		137			
% agua ab.:	0,90		2,43			

PORCENTAJE DE COMPACTACI ON:							
DENSI DAD MAXI MA:		2.340		HUMEDAD OPTI MA:		7,00	
% Compact.:	100,04		97,12				
Variacion w%:	(0,12)		0,03				

ENSAYO CBR

PROYECTO:	Di seño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y Av Jaime Roldos	ENSAYADO POR:	Maita Ga
Abscisa:	1+000 l zq	Uso:	Sub Base
FECHA:	2016-06-16	PROFUND (m)	0,60

HOJA 2

ESPONJAM ENTO:

MOLDE No. : 5			11		--	
Tiempo (dias) dial % E -3 "			dial % E -3 "			
0	0	0,00	0,0	0,00		
1	0,0	0,00	0,0	0,00		
2	0,0	0,00	0,0	0,00		
3	0,0	0,00	0,0	0,00		
4	0,0	0,00	0,0	0,00		

PENETRACION

CONS. DEF = 1,0000
CONSTANTE = 3,1900

MOLDE No. : 5			11		- -
penetracion (pulgadas)	dial KN	presi on l b/ pl g2	dial KN	presi on l b/ pl g2	
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,025	28,00	89,32	28,00	89,32	
0,050	73,00	232,87	73,00	232,87	
0,075	123,00	392,37	122,00	389,18	
0,100	170,00	542,30	168,00	535,92	
0,150	266,00	848,54	259,00	826,21	
0,200	361,00	1.151,59	347,00	1.106,93	
0,300	456,00	1.454,64	429,00	1.368,51	
0.400	545,00	1.738.55	505,00	1.610.95	

VALORES CORREGI DOS:

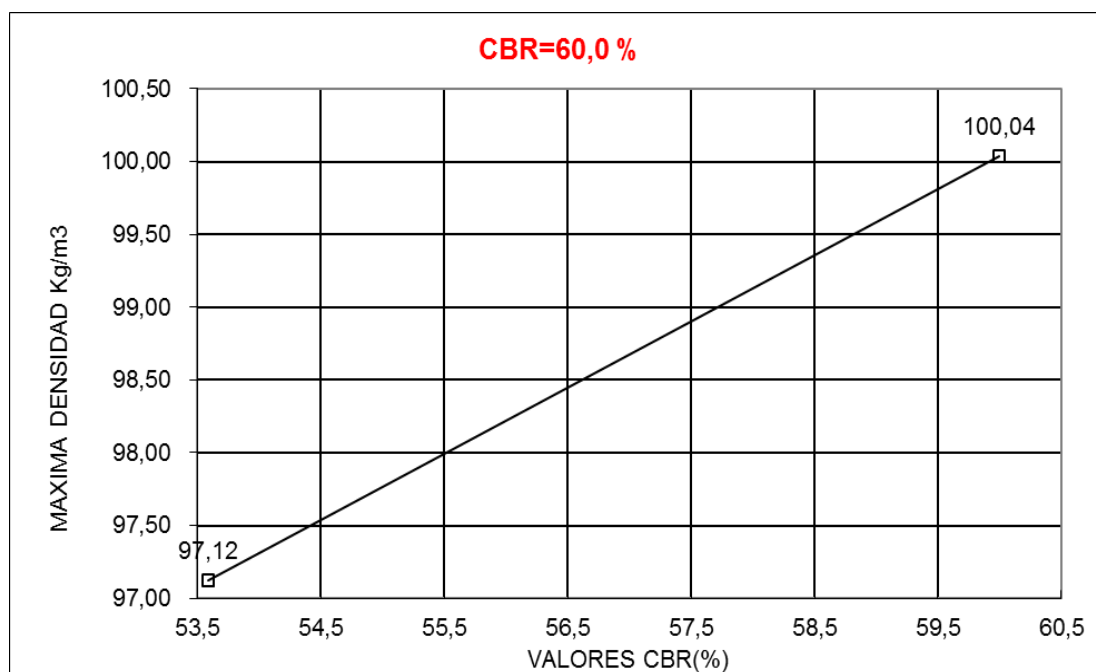
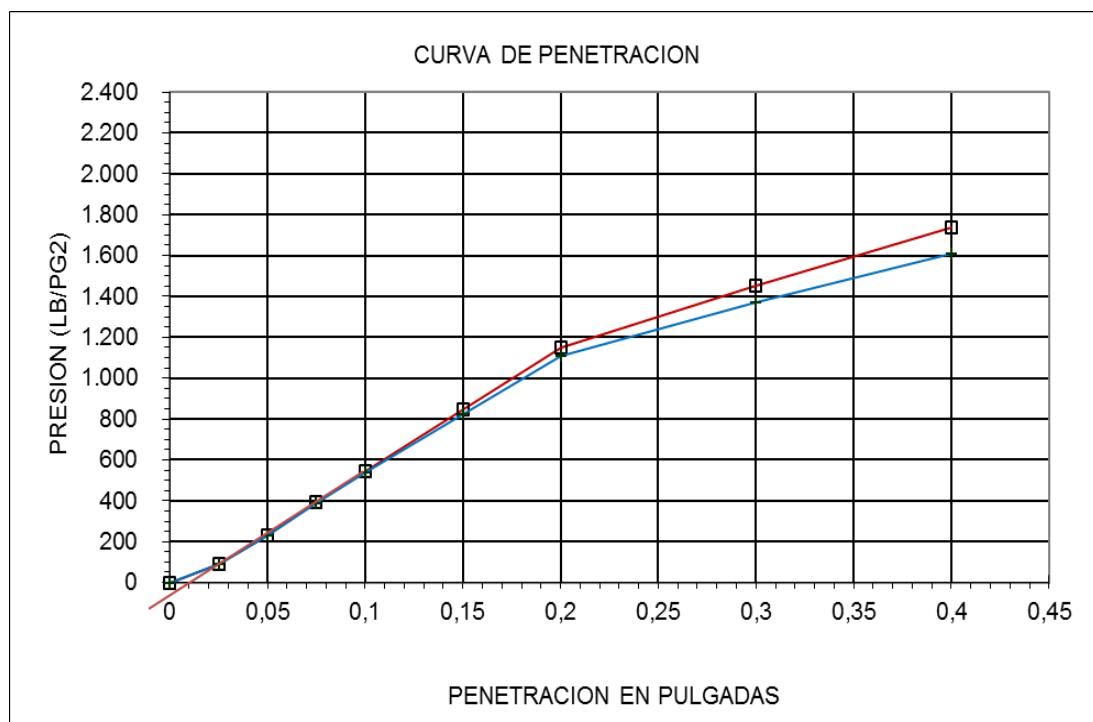
presi on lb/plg2	valor CBR	% de compact.
600,00	60,00	100,04
535,92	53,59	97,12

ANOTACIONES: _____

Graficos CBR

PROYECTO:	Di se ño pavi mento Flexi ble en la Av. Al fre do Adum entre Av Col on	ENSAYADO POR:	Maita Ga
ABSCISA:	1+000 l z q	Uso:	Sub Base
FECHA:	2016- 06- 16	PROFUND (m):	0, 60

HOJA 3



ENSAYO CBR

PROYECTO: Di se ̃o pavi mento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Col on Y Av Jaime Roldos				ENSAYADO POR: Torres Est/Maita Ga HOJA 1	
Abscisa: 1+000 l zq		Uso: Sub- Rasante			
FECHA: 2016- 06- 16		PROFUND (m): 0, 50			

DATOS DEL MOLDEO		No. DE CAPAS = 5		Alza = 5,00	
PESO MARTILLO = 4,5kg.					

MOLDE No.:	7	11	41
Altura =	17,76 cm.	17,76 cm.	17,76 cm.
Diámetro =	15,19 cm.	15,19 cm.	14,58 cm.
Golpes/capa	61	27	11
Peso comp.:	11.983	11.433	10.862
Peso molde:	7.218	6.912	6.892
Peso suelo:	4.765	4.521	3.970
Volumen :	2.312	2.312	2.130
Dens. Hum :	2.061	1.955	1.864

CONTENI DOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:					
	7	11	41, 00		
W. humedo :	160,51 160,51	137,39 137,39	147,53 147,53		
W. seco :	141,11 141,11	121,21 121,21	129,92 129,92		
W. capsula:	27,99 27,99	28,67 28,67	28,35 28,35		
w (%) :	17,15 17,15	17,48 17,48	17,34 17,34		
w(%) prom.:	17,15	17,48	17,34		
Dens. Seca:	1. 759	1. 664	1. 588		

CONTENI DOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACI ON:					
W. humedo :	103,37 103,37	116,77 116,77	114,48 114,48		
W. seco :	85,66 85,66	95,33 95,33	92,66 92,66		
W. capsula:	28,01 28,01	27,75 27,75	27,72 27,72		
w (%) :	30,72 30,72	31,73 31,73	33,60 33,60		
w(%) prom.:	30,72	31,73	33,60		

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBI DA:			
	7	11	41
Peso satr.:	12.065	11.730	11.215
Agua abs. :	82	297	353
% agua ab.:	1,72	6,57	8,89

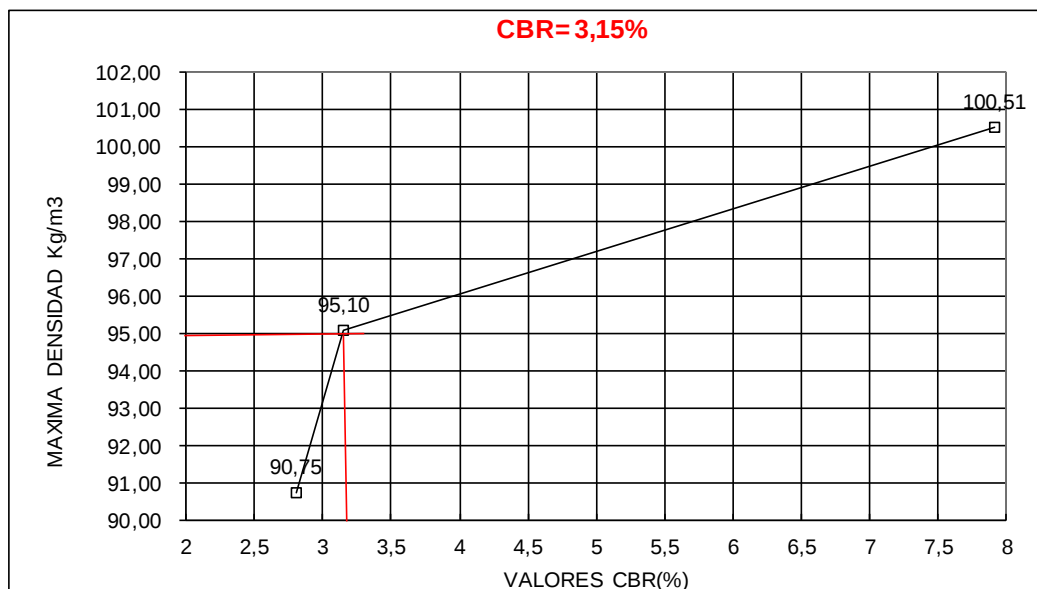
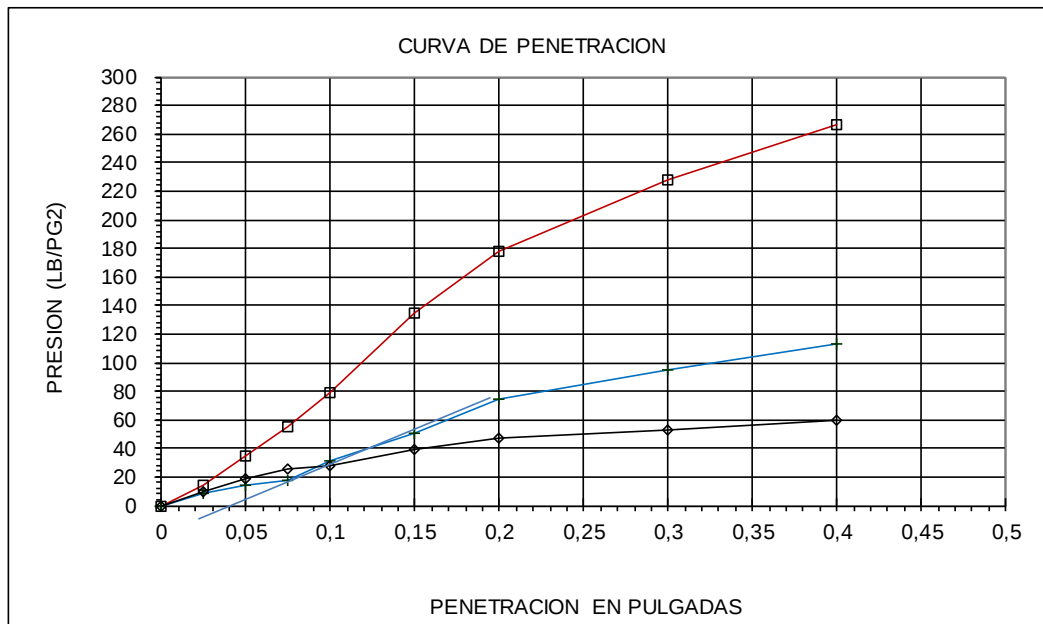
PORCENTAJE DE COMPACTACI ON:			
DENSI DAD MAXI MA:	1. 750	HUMEDAD OPTI MA:	17, 30
% Compact.:	100,51	95,10	90,75
Variacion w%:	0,15	(0,18)	(0,04)

PROYECTO: Diseño pavimento Flexible en la Av. Alfredo Adum entre Av Colon y Av. Jaime Rol dos			ENSAYADO POR: Torres Est/Maita Ga		
ABSCISA: 1+000 l zq			MUESTRA No. Sub- Rasante		
FECHA: 2016-06-16			PROFUND (m): 0,50		
HOJA 2					
ESPONJAM ENTO:					
MOLDE No. : 7			11		41
Tiempo (dias) dial % E -3 "			dial % E -3 "		dial % E -3 "
0 0 0,00			0,0 0,00		0 0,00
1 226,0 4,50			327,0 6,51		306,0 6,09
2 276,0 5,49			358,0 7,13		315,0 6,27
3 292,0 5,81			366,0 7,29		317,0 6,31
4 295,0 5,87			371,0 7,39		326,0 6,49
CONS. DEF = 1,0000					
PENETRACION CONSTANTE = 0,7000					
MOLDE No. : 7			11		41
penetracion dial presi on (pulgadas) KN l b/ pl g2			dial presi on KN l b/ pl g2		dial presi on KN l b/ pl g2
0,000 0,00 0,00			0,00 0,00		0,00 0,00
0,025 20,00 14,00			12,00 8,40		13,00 9,10
0,050 49,00 34,30			20,00 14,00		26,00 18,20
0,075 79,00 55,30			25,00 17,50		36,00 25,20
0,100 113,00 79,10			45,00 31,50		40,00 28,00
0,150 192,00 134,40			73,00 51,10		56,00 39,20
0,200 254,00 177,80			107,00 74,90		67,00 46,90
0,300 326,00 228,20			136,00 95,20		76,00 53,20
0,400 381,00 266,70			162,00 113,40		86,00 60,20
VALORES CORREGI DOS:					
presion			valor		% de
lb/plg2			CBR		compact.
79,10			7,91		100,51
31,50			3,15		95,10
28,00			2,80		90,75

Graficos CBR

PROYECTO:	Di seño pavi ment o Flexible en l a Av. Alfredo Adum entre Av Colon Y av. Jaime Rol dos	ENSAYADO POR: Maita Ga
LOCALIZ.:		MUESTRA No. Sub- Rasant e
FECHA:	2016- 06- 16	PROFUND (m) : 0, 50

HOJA 3



ANEXO 3

Registro fotográfico



Toma de Muestras en la abscisa 0+0550 lado derecho.



Toma de muestras en la abscisa 1+000 lado izquierdo

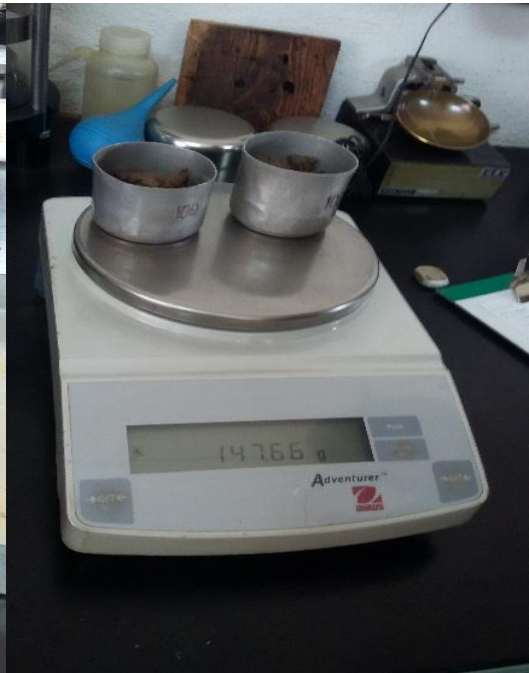


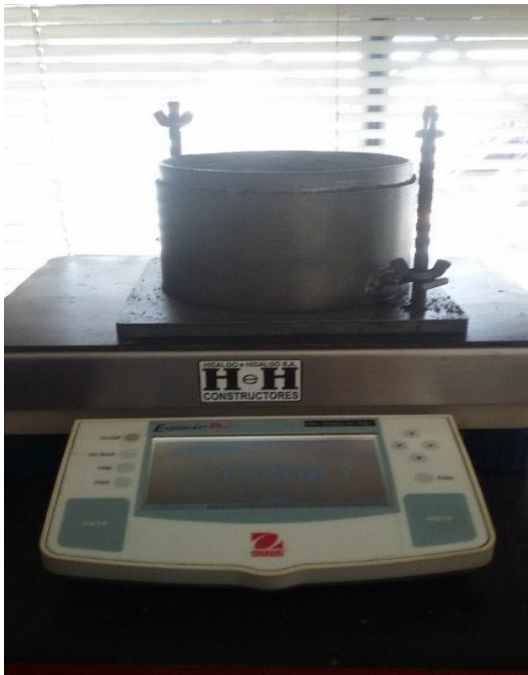
Traslado de muestras al laboratorio de Suelos y Materiales “Ing. Julio Hidalgo G”
del proyecto Concesiones Viales del Guayas.



Secado de Muestras























ANEXO 4

Calculo de Curvas Horizontales.

Datos de Curva 1:

Radio: 1145.916

Absc. PC: 0+393.20

$\Delta = 3^\circ 30' 37.23''$

Tangente

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$T = 1145.916 \operatorname{tg} \left(\frac{3^\circ 30' 37.23''}{2} \right)$$

$$T = 35.1144$$

Calculo de longitud de cuerda (Lc):

$$L_c = \frac{\pi \cdot R}{180} \Delta$$

$$L_c = \frac{\pi \cdot (1145.916)}{180} 3^\circ 30' 37.23''$$

$$L_c = 70.207$$

Calculo de la abscisa PC:

$$PI = PC + T$$

$$PI = 0 + 393.20 + 35.1144$$

$$PI = 0 + 428.314$$

Calculo de la abscisa PT:

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = 0 + 393.2 + 70.20$$

$$PT = 0 + 463.40$$

PUNTO	ABSCISA	CUERDA	$\Delta/2$ PARCIAL	$\Delta/2$ ACUMULADO
PC	0+393.20	0.00	0.00	0.00
1	0+400.00	6.80	0.17	0.17
2	0+420.00	20.00	0.50	0.67
3	0+440.00	20.00	0.50	1.17
4	0+460.00	20.00	0.50	1.67
PT	0+463.00	3.40	0.08	1.75

Datos de Curva 2

Radio: 286.479

Absc. PC: 0+509.71

$\Delta=10^{\circ}35'38.36''$

Tangente

$$T = R \cdot tg\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 286.479 \cdot tg\left(\frac{10^{\circ}35'38.36''}{2}\right)$$

$$T = 26.561$$

Calculo de longitud de cuerda (Lc):

$$Lc = \frac{\pi \cdot R}{180} \Delta$$

$$Lc = \frac{\pi \cdot (286.479)}{180} 10^{\circ}35'38.36''$$

$$L_c = 52.97$$

Calculo de la abscisa PC:

$$PI = PC + T$$

$$PI = 0 + 509.71 + 26.561$$

$$PI = 0 + 536.271$$

Calculo de la abscisa PT:

$$PT = PC + L_c$$

$$PT = 0 + 509.71 + 52.97$$

$$PT = 0 + 562.68$$

PUNTO	ABSCISA	CUERDA	$\Delta/2$ PARCIAL	$\Delta/2$ ACUMULADO
PC	0+509.71	0.00	0.00	0.00
1	0+520.00	10.29	1.03	1.03
2	0+540.00	20.00	2.00	3.03
3	0+560.00	20.00	2.00	5.03
PT	0+562.68	2.68	0.27	5.30

Datos de Curva 3

Radio: 3437.747

Absc. PC: 0+651.47

$\Delta = 0^\circ 59' 37.97''$

Tangente

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$T = 3437.747 \operatorname{tg} \left(\frac{0^\circ 59' 37.97''}{2} \right)$$

$$T = 29.817$$

Calculo de longitud de cuerda (Lc):

$$Lc = \frac{\pi \cdot R}{180} \Delta$$

$$Lc = \frac{\pi \cdot (3437.747)}{180} 0^\circ 59' 37.97''$$

$$Lc = 59.633$$

Calculo de la abscisa PC:

$$PI = PC + T$$

$$PI = 0 + 651.47 + 29.817$$

$$PI = 0 + 681.29$$

Calculo de la abscisa PT:

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = 0 + 651.47 + 59.633$$

$$PT = 0 + 711.10$$

PUNTO	ABSCISA	CUERDA	$\Delta/2$ PARCIAL	$\Delta/2$ ACUMULADO
PC	O+651.47	0.00	0.00	0.00
1	O+660.00	8.53	0.07	0.07
2	O+680.00	20.00	0.17	0.24
3	O+700.00	20.00	0.17	0.40
PT	O+711.10	11.10	0.09	0.50

Datos de Curva 4

Radio: 1718.873

Absc. PC: 1+032.33

$\Delta = 1^\circ 24' 22.70''$

Tangente

$$T = R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 1718.873 \operatorname{tg}\left(\frac{1^{\circ}24'22.70''}{2}\right)$$

$$T = 21.096$$

Calculo de longitud de cuerda (Lc):

$$Lc = \frac{\pi \cdot R}{180} \Delta$$

$$Lc = \frac{\pi \cdot (1718.873)}{180} 1^{\circ}24'22.70''$$

$$Lc = 42.189$$

Calculo de la abscisa PC:

$$PI = PC + T$$

$$PI = (1 + 032.33) + 21.096$$

$$PI = 1 + 053.42$$

Calculo de la abscisa PT:

$$PT = PC + Lc$$

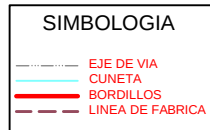
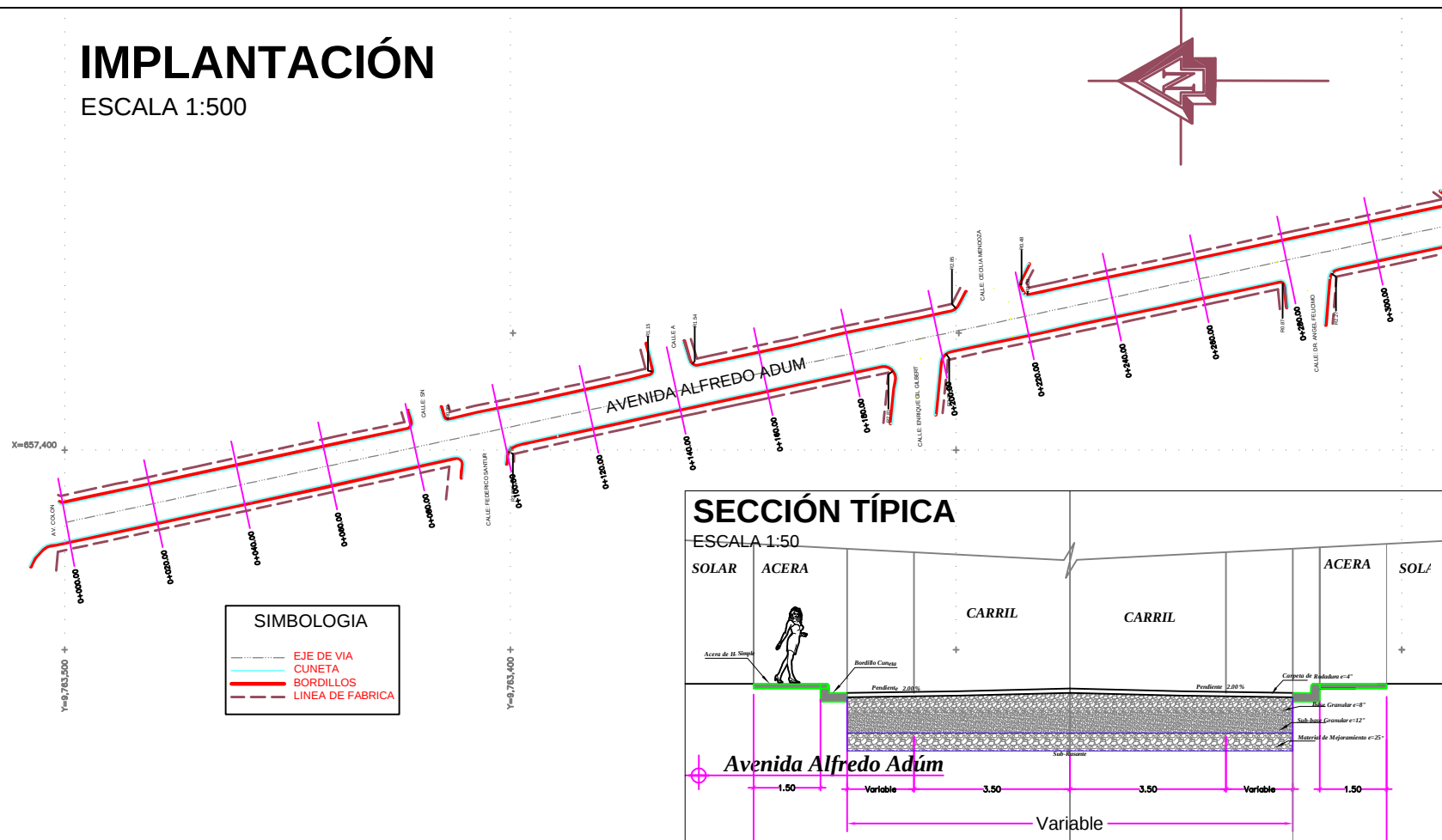
$$PT = (1 + 032.33) + 42.189$$

$$PT = 1 + 074.52$$

PUNTO	ABSCISA	CUERDA	$\Delta/2$ PARCIAL	$\Delta/2$ ACUMULADO
PC	1+032.33	0.00	0.00	0.00
1	1+040.00	7.67	0.13	0.13
2	1+060.00	20.00	0.33	0.46
PT	1+074.52	14.52	0.24	0.70

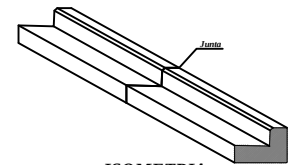
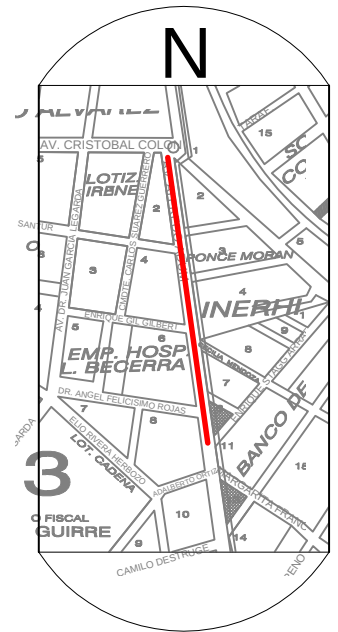
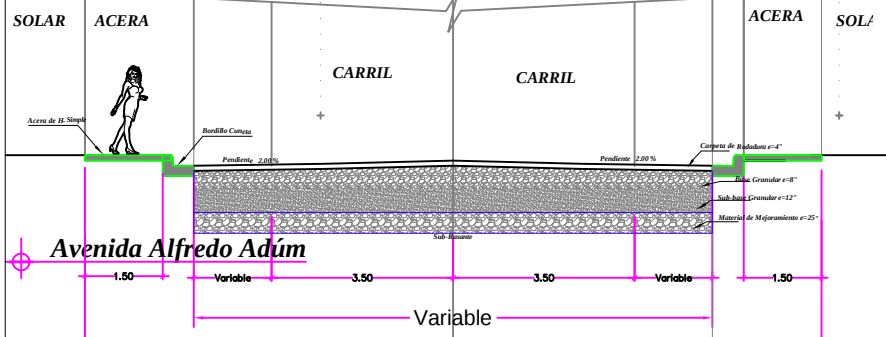
IMPLANTACIÓN

ESCALA 1:500



SECCIÓN TÍPICA

ESCALA 1:50

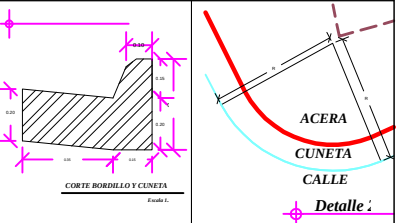
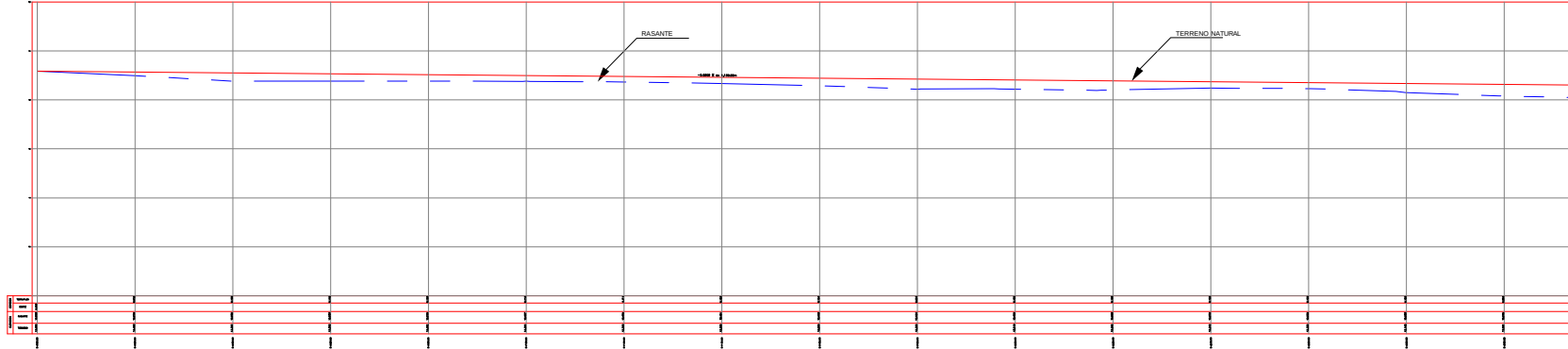


ISOMETRIA

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:500

ESCALA VERTICAL



Detalle:

PROYECTO DE TITULACION:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADUM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME ROLDOS AGUILERA

DISEÑO
ESTEFANIA TORRES CASTILLO

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

GALO MATTA VIVANCO

TUTOR ACADEMICO
ING. GREGORIO BANCHON

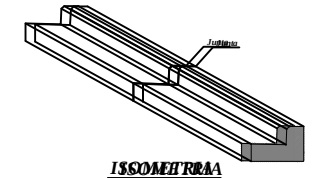
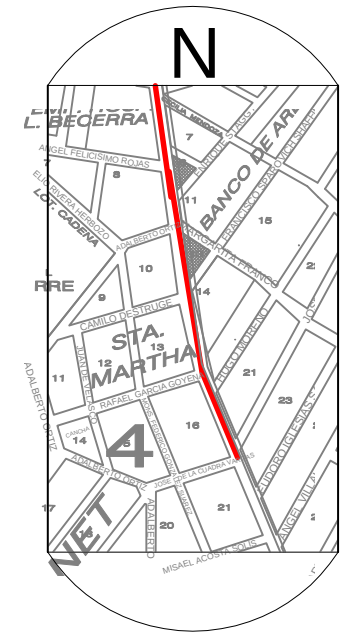
CONTIENE: TRAMO DESDE: ABCISAS 0+000
HASTA: ABCISAS 0+300

LAMINA :
V1/4

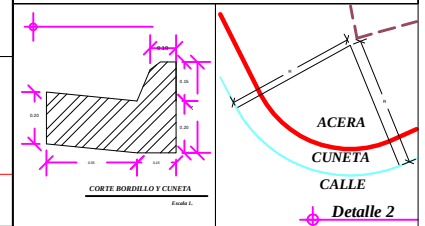
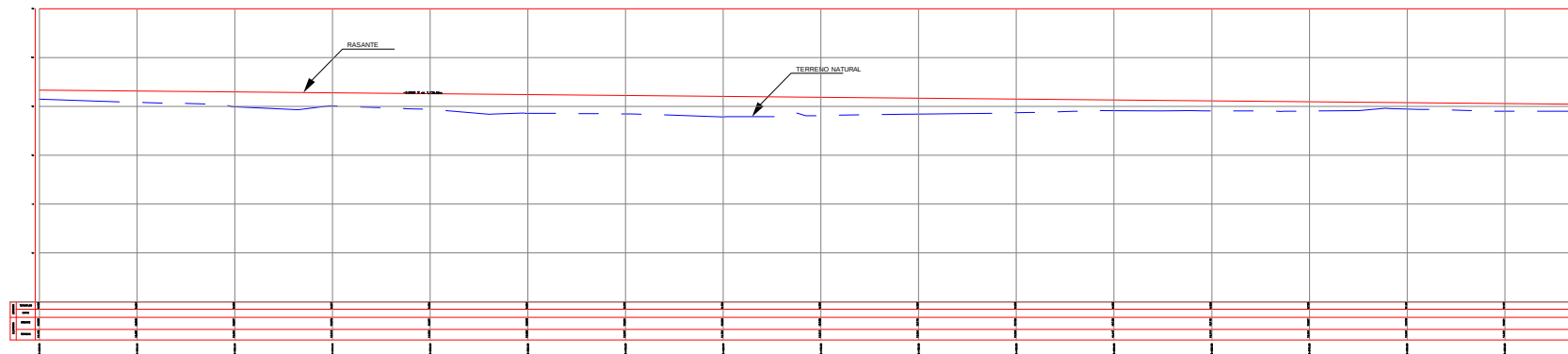
ESCALA 1:500

$\Delta = 3^{\circ}30'37.23''$ der
 ST = 35.114
 PI = 0+428.31
 Gc = 1'0'0.00"
 Lc = 70.207
 Rc = 1145.916
 Sc = 10.00%
 Ac = 0.60
 Le entrada = 28.00
 Le salida = 28.00

$\Delta = 10^{\circ}35'38.36''$ der
 ST = 26.561
 PI = 0+536.27
 Gc = 4'0'0.00"
 Lc = 52.970
 Rc = 286.479
 Sc = 10.00%
 Ac = 0.60
 Le entrada = 28.00
 Le salida = 28.00



ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL



PROYECTO DE TITULACION:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO
ADUM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME
ROLDOS AGUILERA

DISEÑO

ESTEFANIA TORRES CASTILLO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

GALO MAITA VIVANCO

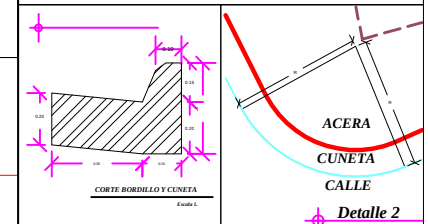
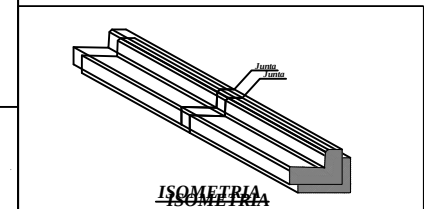
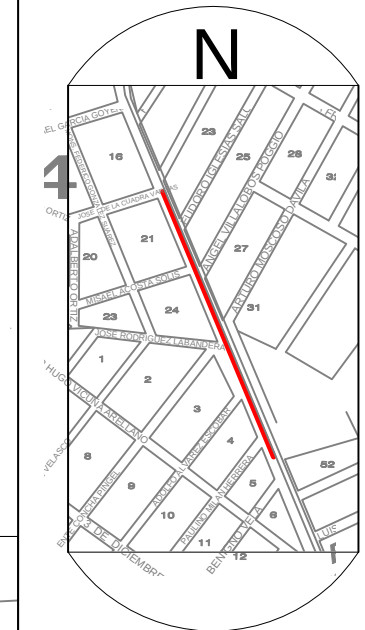
TUTOR ACADEMICO
ING. GREGORIO BANCHON

CONTIENE: TRAMO DESDE: ABSCISA 0+280
HASTA: ABSCISA 0+580

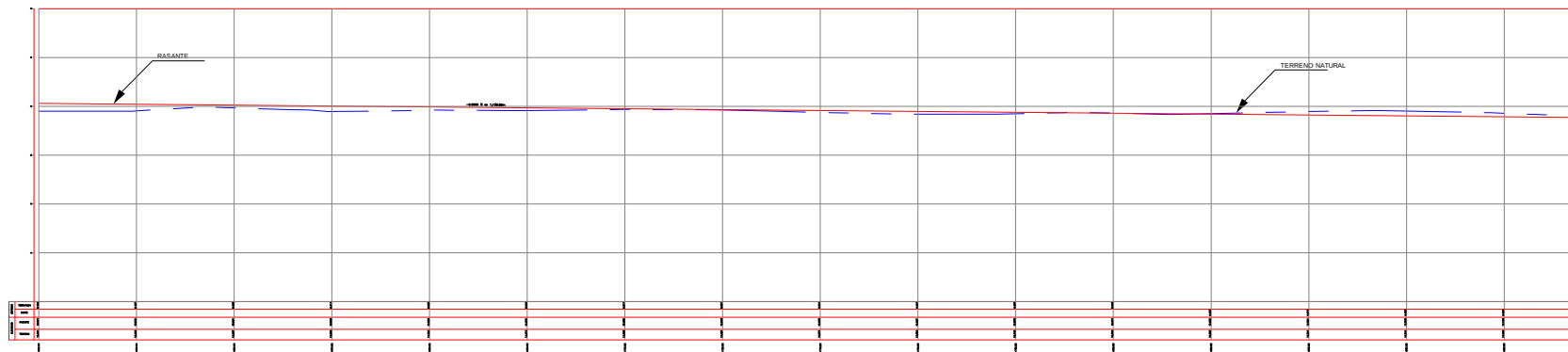
LAMINA :
V2/4

ESCALA 1:500

$\Delta = 0^{\circ}59'37.97''$ der
 ST = 29.817
 PI = 0+681.29
 Gc = $0^{\circ}20'0.00''$
 Lc = 59.633
 Rc = 3437.747
 Sc = 10.00%
 Ac = 0.60
 Le entrada = 28.00
 Le salida = 28.00



ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL



PROYECTO DE TITULACION:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO
ADUM DESDE LA AV. COLON HASTA LA AV. JAIME
ROLDOS AGUILERA**

DISEÑO

ESTEFANIA TORRES CASTILLO

GALO MAITA VIVANCO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TUTOR ACADEMICO

ING. GREGORIO BANCHON

CONTIENE: TRAMO DESDE: ABSCISA 0+580
HASTA: ABSCISA 0+880

LAMINA :
V3/4

IMPLANTACIÓN

ESCALA 1:500

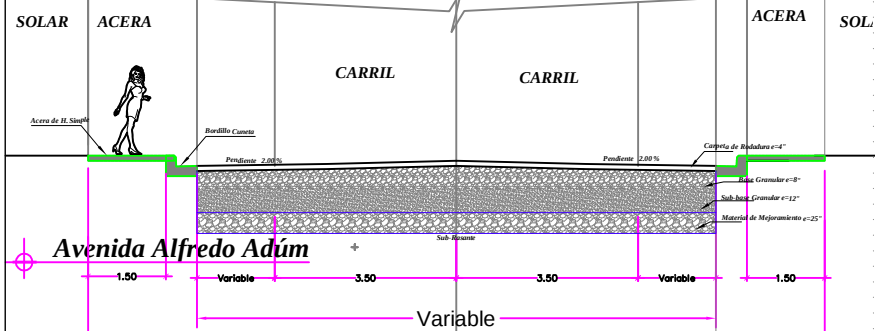
$\Delta = 1^{\circ}24'22.70''$ der
ST = 21.096
PI = 1+053.42
Gc = 0'40'0.00"
Lc = 42.189
Rc = 1718.873
Sc = 10.00%
Ac = 0.60
Le entrada = 28.00
Le salida = 28.00

SIMBOLOGIA

- EJE DE VIA
- CUNETETA
- BORDILLOS
- LINEA DE FABRICA

SECCIÓN TÍPICA

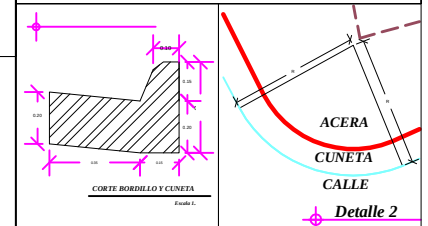
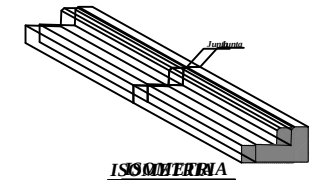
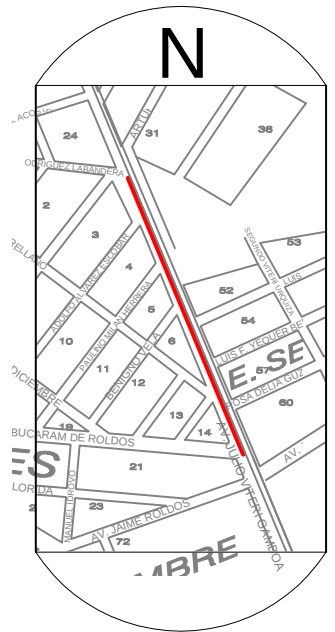
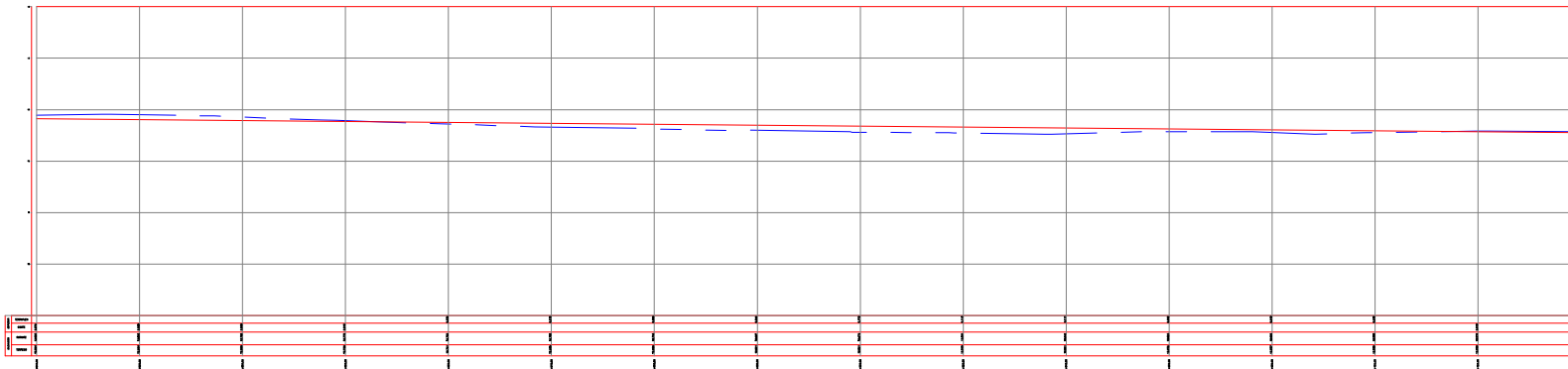
ESCALA 1:50



PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:500

ESCALA VERTICAL 1:



PROYECTO DE TITULACION:	
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADUM DESDE LA AV. COLÓN HASTA LA AV. JAIMÉ ROLDOS AGUILERA	
DISEÑO	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
ESTEFANIA TORRES CASTILLO	FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
	TUTOR ACADEMICO
GALO MATTA VIVANCO	ING. GREGORIO BANCHON
CONTIENE: TRAMO DESDE: ABSCISA 0+840 HASTA: ABSCISA 1+130.89	
LAMINA : V4/4	

BIBLIOGRAFÍA

Aleman Vasques, h., Juarez Reyes, F., & Nerio Aguilar , J. I. (Marzo 2015). *Tesis Diseño Geometrico de Camino Vecinal Montañoso*. El Salvador.

ALFONSO, M. F. (2002). *Ingenieria de Pavimentos para Carretera*.

Grisales, R. C. (1994). *INGENIERIA DE TRANSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES* . Mexico: Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.

MOP-001-F-2002. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*.

MOP-2003. (2003). *NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*.

Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. (1994). *Ingenieria de Transito fundamentos y aplicaciones*. Mexico: Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.

 Presidencia de la República del Ecuador		 Plan Nacional de Ciencia y Tecnología Innovación y saberes		 senescyt Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA					
FICHA DE REGISTRO DE TESIS					
TÍTULO Y SUBTÍTULO		"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. ALFREDO ADÚM DESDE LA AV. COLÓN HASTA LA AV. JAIME ROLDÓS AGUILERA EN EL CANTÓN MILAGRO, PROVINCIA DEL GUAYAS.			
AUTOR/ES:		REVISORES:			
ESTEFANIA SORANGE TORRES CASTILLO		Ing. Gregorio Banchon			
GALO ROBERTO MAITA VIVANCO		Ing. Carlos Mora Cabrera MS.C			
		Ing. Julio Vargas Jimenez Ms,c			
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: De Ciencias Matematicas y Fisicas			
CARRERA: Ingenieria civil					
FECHA DE PUBLICACIÓN:		Nº DE PÁGS:		61	
ÁREAS TEMÁTICAS: Vias					
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
PALABRAS CLAVE:					
<DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE>		<TRAFICO><ESAL'S><ESTUDIOS DE SUELOS>			
RESUMEN:					
El presente trabajo, el cual se refiere al diseño de pavimento flexible, describirá sus características para poder cumplir con los requisitos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. En la ciudad de Milagro provincia del Guayas, la situación actual de la Av. Alfredo Adúm, produce incomodidad para los moradores, contaminación en el medio ambiente, pérdida de tiempo en su recorrido. Para el efecto es fundamental realizar el estudio de ráfco, que determina las características constructivas de la vía, para el diseño constructivo nos guiaremos en el método ASHTO-93, especificaciones y normas técnicas necesarias para poder cumplir con los requisitos del MTOP, también se describirán las características del suelo de fundación.					
N. DE REGISTRO (en base de datos):		Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):					
ADJUNTOS PDF:		☒ SI		☐ NO	
CONTACTOS CON AUTOR/ES:		Teléfono: 988228010 996574953		E-mail: esteftytorres24@gmail.com galoroberto21@gmail.com	
CONTACTO EN LA		Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS			
INSTITUCIÓN:		Teléfono:			
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					