



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

**VÍAS**

**TEMA**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA  
CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10  
CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS

**AUTORES**

FRANK ANDRÉS PÉREZ FALCONES  
CARLOS EDUARDO MAYANCELA RAMOS

**TUTOR**

ING. GREGORIO BANCHÓN Z.

2016

GUAYAQUIL - ECUADOR

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darnos la oportunidad de ver cumplida de manera satisfactoria una meta en nuestras vidas, brindándonos la sabiduría necesaria para poder culminar esta etapa y guiarnos para llegar a ser grandes profesionales; a nuestros padres los cuales sin escatimar esfuerzos nos brindaron las herramientas necesarias y útiles que nos ayudaron en todo este tiempo de estudiantes, enseñándonos hacer buenos hijo, amigos y compañeros con los demás, los cuales día a día lucharon hombro con hombro para brindarnos la mejor herencia que es el estudio; a nuestros hermanos los cuales han estado en nuestros malos y buenos momentos aconsejándonos de manera oportuno en cada uno de ellos y nos han apoyado a lo largo de esta trayectoria; a nuestros maestros quienes dedicaron su tiempo y esfuerzo para darnos una educación idónea compartiendo con gran esmero sus experiencias y sin mezquinar los conocimientos adquiridos en su vida profesional; a nuestros amigos con quienes hemos vivido experiencias inolvidables y han compartido junto a nosotros momentos únicos que llevaremos siempre en nuestras memorias creando así grandes recuerdos que quedaran grabados por siempre en nuestros corazones; a mis hijos los cuales han sido mi mayor inspiración, quienes con sus acciones y emociones me han dado el ánimo necesario para salir adelante y nunca rendirme; a cada persona que paso por mi vida, las cuales llegaron hacer parte muy importante para mí, me enseñaron a luchar y aprovechar cada oportunidad que se nos presenta.

## DEDICATORIA

Ya finalizando esta etapa maravillosa etapa en nuestras vidas les dedicamos de manera especial a nuestros padres Sra. Margarita Falcones, Sr. Luis Mayancela Mayancela el cual fue mi mayor motivación, mi ejemplo a seguir, el mejor padre del mundo, quien siempre estuvo apoyándome de manera incondicional a lo largo de este camino, sin descansar me inculco los valores necesarios para llegar a ser un gran profesional y a la Sra. Jenny Ramos López, la mujer más importante en mi vida, mi consejera y mi mejor amiga, quien jamás dejó de creer en mí, estuvo en cada momento bueno o malo, en cada paso dado, en cada decisión tomado siendo mi guía y mi horizonte a seguir; mis padres, los cuales con esfuerzo, dedicación y paciencia nos encaminaron por el sendero del bien, enseñándonos buenos valores morales y éticos, siempre poniendo a Dios en cada decisión de nuestras vidas.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M. Sc.  
**DECANO**

---

Ing. Gregorio Banchón, M. Sc.  
**TUTOR**

---

Ing. Carlos Mora Cabrera, M.Sc.  
**VOCAL**

---

Ing. Julio Vargas Jiménez, M.Sc.  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

**Art. XI del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de 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.

---

**Carlos Eduardo Mayancela Ramos**  
**C.I.: 0923027718**

---

**Frank Andrés Pérez Falcones**  
**C.I.: 0950683557**

## RESUMEN

El proyecto de tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil tiene como objetivo principal establecer el diseño vial que brinde comodidad y seguridad, mediante el diseño de pavimento con carpeta de rodadura de hormigón asfáltico a la vía urbana de acceso que comprende desde la avenida Nicolás Lapenti hasta la avenida Amazonas ubicada en la ciudadela Pedro Menéndez Gilbert del cantón Durán, Provincia del Guayas.

Para el presente proyecto se tomaron en cuenta estudios preliminares de campo, en la vía a diseñar se realizó el debido levantamiento topográfico en la condición actual que se encontraba, mediante este levantamiento se obtuvieron las características y los parámetros necesarios para poder realizar un diseño definitivo. Se usaron herramientas y equipos topográficos tales como estación total con sus respectivos prismas y un GPS.

El estudio de tráfico es una de los parámetros más importantes a la hora de diseñar, por ella en la vía se realizaron aforos de tráfico a través de un conteo manual, obteniendo el tráfico promedio diario anual (TPDA), una vez proyectado este valor a 20 años de se obtuvo el tráfico a futuro, dato muy necesario con el cual entramos a calcular los ejes equivalentes de carga definiéndose así los ESAL'S, que junto al CBR de diseño obtenido de los estudios de suelos respectivos se determinaron los espesores de capa del pavimento.

Con todos los datos previamente obtenidos de los diferentes estudios se elaboró las correspondientes memorias de cálculos y el plano de la vía a diseñar.

## ÍNDICE GENERAL

### CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1	Introducción .....	1
1.2	Antecedentes .....	2
1.3	Ubicación .....	4
1.4	Objetivos .....	6
1.4.1	General. ....	6
1.4.2	Específicos. ....	6
1.5	Planteamiento del problema .....	7
1.5.1	Contextualización. ....	7
1.5.2	Análisis Crítico. ....	7
1.5.3	Prognosis.....	8
1.5.4	Formulación del problema. ....	8
1.5.5	Interrogantes (subproblemas). ....	8
1.5.6	Delimitación del Objeto de Investigación. ....	9
1.5.6.1	Delimitación de contenido. ....	9
1.5.6.2	Delimitación espacial. ....	9
1.5.6.3	Delimitación temporal. ....	9
1.6	Justificación .....	9

### CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1	Definiciones .....	11
2.1.1	Vías.....	11
2.1.1.1	Clasificación de las vías. ....	11
2.1.2	Topografía. ....	14
2.1.3	Estudio de tráfico.....	15
2.1.3.1	Trato de la demanda vehicular vs la oferta vial. ....	16
2.1.3.1.1	Demanda vehicular. ....	16
2.1.3.1.2	Oferta vial. ....	16
2.1.3.2	Tipos de conteo vehicular. ....	16
2.1.3.2.1	Período de observación. ....	17

2.1.3.3	Determinación de la demanda actual (tráfico promedio diario anual)	17
2.1.3.4	Clasificación general de los vehículos según el MTOP	18
2.1.3.5	Conteo de tráfico	19
2.1.3.6	Variaciones del tráfico.	19
2.1.3.7	Calculo del TPDA.	21
2.1.3.7.1	Tráfico promedio diario semanal.	21
2.1.3.8	Cálculo de la demanda proyectada.	21
2.1.3.8.1	Tráfico futuro.	21
2.1.3.8.2	Transito generado (TG).	22
2.1.3.8.3	Transito desarrollado (TD).	23
2.1.3.8.4	Proyección del tráfico a 20 años (TF).	24
2.1.4	Estudio de suelos.	25
2.1.4.1	Determinación del contenido de humedad.	25
2.1.4.2	Análisis granulométrico.	26
2.1.4.3	Límites de consistencia.	28
2.1.4.3.1	Límite plástico.	29
2.1.4.3.2	Límite líquido.	29
2.1.4.4	Ensayos de compactación del suelo (proctor)	29
2.1.4.5	Ensayo de compactación del suelo (CBR).	30
2.1.5	Pavimento.	32
2.1.5.1	Definición.	32
2.1.5.2	Clasificación de los pavimentos.	33
2.1.5.2.1	Pavimentos flexibles.	34
2.1.5.2.2	Pavimento semirrígido.	34
2.1.5.2.3	Pavimento rígido.	35
2.1.5.2.4	Pavimento articulado.	36
2.1.5.3	Funciones de las capas de los pavimentos.	36
2.1.5.3.1	Funciones de las capas de un pavimento flexible.	36
2.1.5.3.1.1	Subbase granular.	36
2.1.5.3.1.2	Base granular.	37
2.1.5.3.1.3	Carpeta asfáltica.	37
2.1.5.3.2	Funciones de las capas de un pavimento rígido.	38
2.1.5.3.2.1	Subbase.	38
2.1.5.3.2.2	Losa de concreto.	39
2.1.5.3.3	Funciones de las capas de un pavimento articulado.	39

2.1.5.3.3.1 Base.....	39
2.1.5.4 Factores a considerar en el diseño de pavimentos. ....	40
2.1.5.4.1 El tránsito. ....	40
2.1.5.4.2 La subrasante .....	40
2.1.5.4.3 El clima .....	41

### **CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO**

3.1 Estudio topográfico.....	42
3.1.1 Generalidades. ....	42
3.1.2 Personal y equipos utilizados.....	43
3.1.3 Levantamiento topográfico. ....	43
3.1.4 Planos. ....	44
3.2 Estudio de tráfico .....	45
3.2.1 Generalidades. ....	45
3.2.2 Conteo manual. ....	46
3.2.3 Determinación del trafico promedio diario anual (TPDA). ....	46
3.2.4 Clasificación de la carretera según el tráfico. ....	46
3.3 Estudios de suelos .....	47
3.3.1 Generalidades. ....	47
3.3.2 Contenido de humedad.....	47
3.3.2.1 Procedimientos. ....	47
3.3.3 Límites de atterberg. ....	48
3.3.3.1 Limite líquido. ....	48
3.3.3.1.1 Procedimiento.....	48
3.3.3.2 Limite plástico. ....	48
3.3.3.2.1 Procedimiento.....	49
3.3.4 Granulometría.....	49
3.3.4.1 Procedimiento. ....	50
3.3.5 Ensayo de compactación (proctor).....	50
3.3.5.1 Procedimiento. ....	50
3.3.6 Ensayo de compactación (CBR).....	51
3.3.6.1 Procedimiento. ....	51
3.4 Ejes equivalentes.....	52
3.4.1 Introducción.....	52

3.4.2	Determinación de los ejes equivalentes. ....	53
3.4.2.1	Calculo del factor equivalentes de cargas. ....	53
3.4.2.2	Factores de distribución. ....	55
3.4.2.2.1	Factor de distribución por dirección. ....	55
3.4.2.2.2	Factor de distribución por carril. ....	55
3.5	Diseño de pavimento flexible .....	55
3.5.1	Generalidades. ....	55
3.5.2	Variables del método de diseño de pavimentos flexibles. ....	56
3.5.2.1	Confiabilidad (R). ....	56
3.5.2.2	Desviación estándar (ZR). ....	57
3.5.2.2.1	Desviación estándar para los pavimentos flexibles (So). ....	58
3.5.2.3	Índice de servicio. ....	58
3.5.2.4	Módulo resiliente (Mr). ....	58
3.5.2.5	Numero estructural (SN). ....	59
3.5.3	Espesores de capa. ....	60
3.5.3.1	Gráficos para obtener los coeficientes de las capas. ....	61
3.5.3.2	Coeficientes de drenaje. ....	63
3.5.3.3	Valores D1, D2 Y D3. ....	63

## **CAPITULO IV: RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

4.1	Topografía.....	64
4.1.1	Clasificación de la vía según su topografía. ....	65
4.1.1.1	Calculo pendiente longitudinal. ....	65
4.1.1.2	Calculo de la pendiente transversal. ....	65
4.2	Resultados del conteo de tráfico .....	67
4.2.1	Clasificación de la vía según el tráfico proyectado .....	67
4.3	Resultados de los estudios de suelos .....	68
4.3.1	Resumen de resultados del ensayo de contenido de humedad. ....	68
4.3.2	Resultados del ensayo de límites de atterberg .....	68
4.3.2.1	Resumen de resultado del ensayo de limite líquido .....	68
4.3.2.2	Resumen de resultado del ensayo de limite plástico. ....	70
4.3.3	Resultados del ensayo de granulometría. ....	70
4.3.4	Resultados del ensayo de proctor. ....	71
4.3.5	Resultados del ensayo de C.B.R. ....	72

4.4	Resultados de los ejes equivalentes. ....	72
4.5	Resultados del diseño de pavimento. ....	73
4.5.1	Confiabilidad. ....	73
4.5.2	Desviación estándar. ....	73
4.5.2.1	Desviación estándar para los pavimentos flexibles. ....	74
4.5.3	Calculo índice de servicio. ....	74
4.5.4	Calculo del módulo resiliente. ....	74
4.5.5	Calculo del número estructural. ....	74
4.5.6	Calculo de los espesores de las capas. ....	75
4.5.6.1	Valores de los coeficientes de las capas. ....	75
4.5.6.2	Valores de los coeficientes de drenaje. ....	75
4.5.6.3	Cálculos de los valores D1, D2 Y D3. ....	75
4.5.7	Resumen de valores del diseño de pavimento. ....	76

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusión .....	77
5.2	Recomendación.....	77

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación geográfica del cantón .....	4
Ilustración 2 Límites del cantón .....	5
Ilustración 3 Ubicación geográfica de la vía .....	5
Ilustración 4 Clasificación de vehículos .....	18
Ilustración 5 Formato para el conteo de trafico .....	19
Ilustración 6 Clasificación de suelos sus .....	27
Ilustración 7 Límites de atterberg .....	28
Ilustración 8 Curva típica del ensayo de compactación.....	30
Ilustración 9 Estructura típica de un pavimento asfáltico .....	34
Ilustración 10 Estructura típica de un pavimento rígido .....	35
Ilustración 11 Estructura típica de un pavimento articulado.....	36
Ilustración 12 Nomograma para obtener el sn .....	60
Ilustración 13 Espesores de un pavimento asfaltico .....	60
Ilustración 14 Nomograma para obtener coeficiente a1 .....	61
Ilustración 15 Nomograma para el coeficiente e de la base granular .....	62
Ilustración 16 Nomograma para el coeficiente de la subbase granular .....	62
Ilustración 17 Calculo pendiente longitudinal .....	65
Ilustración 18 Calculo pendiente transversal .....	65
Ilustración 19 Resumen de resultados ensayo de proctor .....	71
Ilustración 20 Resumen de resultados ensayo de cbr .....	72
Ilustración 21 Calculo numero estructural.....	74
Ilustración 22 Resumen diseño de pavimento flexible .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del proyecto, basadas en el sistema UTM: .....	6
Tabla 2 Clasificación del terreno según la topografía .....	13
Tabla 2 Clasificación de las carreteras según el tráfico proyectado .....	14
Tabla 4 Factor de estacionalidad mensual .....	20
Tabla 5 Tasa de crecimiento .....	24
Tabla 7 Numeración y apertura de tamices .....	26
Tabla 8 Clasificación de suelos sistema aashto .....	27
Tabla 8 Clasificación del suelo de acuerdo al cbr .....	31
Tabla 9 Personal que intervino en el estudio topográfico .....	43
Tabla 10 Equipo utilizado en el estudio topográfico .....	43
Tabla 11 Factor de distribución por carril .....	55
Tabla 12 Confiabilidad según el tipo de camino .....	56
Tabla 13 Desviación estándar según el grado de confiabilidad .....	57
Tabla 14 Coeficientes de drenaje .....	63
Tabla 15 Espesores mínimos según los Esal's .....	63
Tabla 16 Coordenadas de puntos inicio y final del proyecto .....	64
Tabla 17 Vía clasificada según el tipo de terreno .....	66
Tabla 18 Vía clasificada según el tráfico proyectado .....	67
Tabla 19 Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad .....	68
Tabla 20 Resumen de resultados de ensayo de límite líquido .....	69
Tabla 21 Resumen de resultados de ensayo de límite líquido .....	69
Tabla 22 Resumen de resultados de ensayo de límite plástico .....	70
Tabla 23 Resumen de resultados de ensayo de límite plástico .....	70
Tabla 24 Resumen de resultados Esal's .....	72
Tabla 25 Confiabilidad escogida para el proyecto .....	73
Tabla 26 Desviación estándar escogida para el proyecto .....	73
Tabla 27 Coeficientes de drenaje escogidos para el proyecto .....	75
Tabla 28 Espesores mínimos escogidos según los ejes equivalentes .....	75



# CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1.1 Introducción

Es de gran importancia saber que una vía es de uso público dispuesta para el tránsito de vehículos también constituye una de las formas de capital y progreso de las comunidades.

Un pavimento es diseñado especialmente para que las cargas impuestas por la circulación vehicular no produzcan deformaciones excesivas. Particularmente en los pavimentos flexibles estas deformaciones son producidas en cada una de las capas.

La provincia del Guayas, la más habitada del Ecuador con 3.8 millones de habitantes, conformada por el 24.5% de la población de la República, toma su nombre del río más imponente y caudaloso de la región, el río Guayas. Entre sus cantones más importantes figuran su capital la ciudad de Guayaquil siendo la más poblada del Ecuador con 2.5 millones de habitantes. El segundo cantón más importante de la provincia del Guayas es el cantón Durán ubicada frente a Guayaquil a tan solo 6 km de distancia separado por uno de los puentes más emblemáticos e importantes del país, el Puente de la Unidad Nacional.

Entre sus principales recursos naturales se presentan: minerales, ictiológicos e hidrográficos los cuales provienen de los numerosos ríos y riachuelos que atraviesan su territorio. También posee como ingreso primordial económico sus industrias, fabricas, comercio mayorista y turismo.

Dentro del cantón Durán específicamente en la Cdla. Pedro Menéndez Gilbert entre la Av. Nicolás Lapenti y la Av. Amazonas existe una calle lastrada con una longitud de 650 m. por calzada (2 calzadas) con un ancho de 12 m. cada calzada la cual es de gran importancia para sus moradores. Por ello un buen diseño de pavimento satisfacer las necesidades de los habitantes también ayudara en el desarrollo socioeconómico de este sector. Aun cuando se están realizando trabajos de infraestructura vial en el cantón es necesario realizar estudios y diseños a las diferentes calles y carreteras aportando de manera significativa en el crecimiento de sus parroquias.

## **1.2 Antecedentes**

Hace unos 5000 años en la Mesopotamia se generó la necesidad la de construir espacios de rodamiento que permitan la circulación del tránsito. Desde el siglo I los romanos sintieron la necesidad de construir vías que comuniquen la península ibérica hasta China por ello se crearon las primeras calzadas modernas cuya técnica perduró hasta el siglo XVII hasta que Tresaguet y Gautier introdujeron cambios los cuales fueron seguidos en el siglo XIX por Telford y McAdam. A ellos 4 se los considera padre de la técnica moderna de construcción de carreteras.

En 1862 se inició la construcción de la carretera de Quito al Sur una de las primeras en erigirse en el Ecuador, el camino de Ibarra a Esmeraldas empezó su creación en 1870 al año siguiente en 1871 se inauguró la carretera empedrada de Quito a Ambato. El primer auto en llegar al territorio quiteño fue en 1903.

En el gobierno del Dr. Isidro Ayora aparece por primera vez el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) su función principal era el fomento del transporte vial terrestre, ya en 1929 específicamente el 9 de julio la Asamblea Nacional promulgó la Ley de Régimen Político Administrativo, donde consta oficialmente el MOPC que se llamó así hasta el 15 de enero del 2007 en la presidencia del Eco. Rafael Correa, mediante Decreto Ejecutivo 053, modificó la estructura de este Portafolio y creo el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) el cual con normas y códigos viales renovados como las Normas Ecuatorianas Viales (NEVI-12) rigen hasta la actualidad.

Durán es una cantón con una red vial en constante crecimiento desde hace algunos años el mejoramiento de vías de acceso tales como el Complejo de Puentes de la Unidad Nacional conformado por 4 puentes dicho complejo inició su construcción el 13 de julio de 1966 con una inversión promedio de 16 millones de dólares, este finalmente se inauguró el 9 de octubre de 1970, debido al constante desarrollo comercial de las ciudades aledañas (Guayaquil, Durán y Samborondón) se decidió ampliarlo empezando el proceso constructivo en el año 2002 durante el gobierno de Gustavo Noboa siendo estrenado en el año 2006 bajo el mandato de Alfredo Palacio, el cuarto puente de este complejo fue creado durante la administración de Rafael Correa satisfaciendo las necesidades de tránsito vehicular.

La regeneración urbana y la habilitación del ferrocarril han generado un crecimiento no tan solo económico sino también turístico.

### 1.3 Ubicación

La Provincia del Guayas situada en la región litoral del país, al suroeste del mismo comprende al norte con las provincias de Manabí y los ríos, al sur con la provincia de Los Ríos y el Golfo de Guayaquil, al este con las provincias de los Ríos, Chimborazo, Azuay, Cañar y al oeste con la provincia de Manabí y el Océano Pacífico.

La ubicación de la vía a estudiar para este proyecto de titulación que trata del diseño de pavimento flexible se encuentra localizada en el cantón Durán perteneciente a la provincia del Guayas y se encuentra limitada por:

Norte: El Río Babahoyo

Sur: El Cantón Naranjal

Este: El Cantón Yaguachi

Oeste: El Río Babahoyo



Ilustración 1 Ubicación geográfica del cantón  
Fuente: (wikipedia, 2004)



Tabla 1 Coordenadas del proyecto, basadas en el sistema UTM:

	<b>Punto de Inicio</b>	<b>Punto Final</b>
NORTE	9759828,26	9760389,87
ESTE	629643,225	629943,084

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 General.

Diseñar pavimento flexible para mejorar la estructura de la vía beneficiando tránsito vehicular y peatonal de la región, el crecimiento socioeconómico garantizando el bienestar y confort a los usuarios y moradores del sector.

### 1.4.2 Específicos.

- Obtener las condiciones geotécnicas del terreno por medio de ensayos y análisis del suelo.
- Analizar el tipo de tránsito, volumen y las cargas a las que el pavimento será sometido durante el periodo del diseño.
- Realizar el estudio topográfico del sitio y el diseño vial del proyecto.
- Determinar los espesores de las capas del pavimento por medio del método de la AASHTO 93.

## **1.5 Planteamiento Del Problema**

### **1.5.1 Contextualización.**

En los últimos años se ha trabajado de manera eficaz para ampliar la sofisticada red vial estatal con el objetivo de generar el desarrollo socioeconómico y cultural de los pueblos, llevando a cabo la construcción, mantenimiento e incremento de vías primarias, secundarias y terciarias.

Hoy en día en el cantón Durán, el tránsito vial por las calles de la ciudad se ha incrementado notablemente por ello es necesario el mejoramiento de vías que faciliten la circulación a las diferentes parroquias; en nuestro caso en particular, la calle que cruza la Cdla. Pedro Menéndez Gilbert que va desde la Av. Nicolás Lapenti hasta la Av. Amazonas, actualmente está no consta con una carpeta asfáltica lo que impide el fácil traslado de vehículos y transeúntes, negando así el apropiado desarrollo en el sector.

### **1.5.2 Análisis Crítico.**

El diseño del pavimento flexible para la vía que cruza la Cdla. Pedro Menéndez Gilbert es fundamental no solo para dicha ciudadela sino también para las demás ciudadelas aledañas puesto que es una de las pocas calles que no se han asfaltado contrastando así la red local del cantón.

Es necesario resaltar que en la zona existen diversas industrias por ello es importante el transporte de maquinarias y productos los cuales son el principal ingreso económico en el sector y al no constar con una vía que se encuentre en óptimas condiciones perjudica el progreso de sus moradores; con el mejoramiento de la vía se fomenta la seguridad y comodidad de los habitantes.

### **1.5.3 Prognosis.**

Al no considerarse este estudio, el desgaste en el que se encuentra la vía aumentará con el tiempo y los usuarios quienes la transitan evidenciarán lo desfavorable que resulta circular por una vía en malas condiciones.

### **1.5.4 Formulación Del Problema.**

¿Cómo el diseño de pavimento flexible de una vía de acceso de la Cdla. Pedro Menéndez Gilbert desde la calle de los 10 carriles (Nicolás Lapenti) hasta la avenida Amazonas, Cantón Durán, Provincia del Guayas satisfacerla las necesidades del lugar?

### **1.5.5 Interrogantes (Subproblemas).**

- ¿Qué tipo de suelo se encuentra en la zona?
- ¿Cuál es la condición actual de la calle?
- ¿Cuál es la demanda vehicular?
- ¿Cuál es la Topografía del sector?
- ¿Cómo perjudica el estado de la vía a los moradores?

### ***1.5.6 Delimitación Del Objeto De Investigación.***

#### ***1.5.6.1 Delimitación De Contenido.***

El proyecto se localiza dentro del campo de la Ingeniería Civil, específicamente en el área de vías, en lo que se alude al mejoramiento vial y al diseño del pavimento.

#### ***1.5.6.2 Delimitación Espacial.***

El estudio se ejecutará en la Cdla. Pedro Menéndez Gilbert desde la calle de los 10 carriles (Nicolás Lappenti) hasta la avenida Amazonas del Cantón Durán de la Provincia del Guayas, cuya longitud es de 640 m. y un ancho de 12 m. por calzada (2 calzadas). Los estudios complementarios de suelos ser eran en el laboratorio Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli de la Universidad de Guayaquil.

#### ***1.5.6.3 Delimitación Temporal.***

El diseño se ejecutará en un lapso de 6 meses que inician desde el mes de Junio del 2016 hasta el mes de Noviembre del 2016, tiempo en el cual finalizará el estudio.

## **1.6 Justificación**

El cantón de Durán es un sector industrial cuyo crecimiento ha venido en ascenso en los últimos años, el cual genera un ingreso económico importante al sector. También se ha visto enormemente beneficiado el turismo.

Para los moradores de la ciudadela Pedro Menéndez Gilbert sector estratégico de la ciudad es necesario poseer una vía en excelentes condiciones la cual facilite el tránsito vehicular y descongestione el tráfico que se genera en la avenida Nicolás Lapenti ayudando al desarrollo económico de la ciudad.

Se espera que con el presente estudio aporte con los conocimientos técnicos y teóricos de la ingeniería en vías dejando un antecedente de estudios que ayuden al crecimiento científico aportando los debidos utensilios de trabajo. Los cuales beneficiaran el desarrollo académico para la Universidad de Guayaquil.

## CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 Definiciones

#### 2.1.1 Vías.

Una vía pública es cualquier espacio de dominio común por donde transitan los peatones o circulan los vehículos. Las vías públicas se rigen por la normativa internacional, nacional y local en su construcción, denominación, uso y limitaciones; con el objetivo de preservar unos derechos esenciales (a la vida, a la salud, a la libertad, a la propiedad, a transitar, etc.). A diferencia de las vías privadas, que las regulan sus dueños, tanto en sus características como accesibilidad.<sup>1</sup>

##### ***2.1.1.1 Clasificación De Las Vías.***

En nuestro país el ente encargado de establecer la clasificación de las vías es el MTOP apoyado en el volumen de tráfico y el número de calzadas.

Según su jurisdicción

- Red vial estatal. – Se encuentra conformada por todas las vías dirigidas por los organismos principales de obras viales, como organismo exclusivo de manejo y control.<sup>2</sup>
- Red vial provincial. – Son el grupo de vías administradas por las juntas provinciales.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> (Wikipedia, 2014)

<sup>2</sup> (MOP, 2003)

- Red vial cantonal. - Conjunto de vías urbanas e interparroquiales dirigidas por las juntas municipales.<sup>2</sup>

#### Según sus características

- Autopistas. - Vía de circulación rápida para vehículos se compone de calzadas separadas, cada calzada tiene dos o más carriles, debe soportar un tránsito veloz y permitir un volumen de tráfico cuantioso. La autopista es el modelo de vía que integra una circulación constante todo el tiempo. No conlleva medios interruptores al paso vehicular tales como cruces semaforizados o controlados por indicadores de PARE.<sup>3</sup>
- Carreteras multicarriles. - Vías de dos o más carriles por sentido pueden tener una a dos calzadas admiten un tráfico regular.<sup>3</sup>
- Carreteras de dos carriles. - Poseen una sola calzada con dos carriles.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> (MOP, 2003)

<sup>3</sup> (Cardenas, 2002)

## Según el tipo de terreno

Tabla 2 Clasificación del terreno según la topografía

<b>TIPO DE TERENO</b>	<b>PENDIENTE LONGITUDINAL</b>	<b>PENDIENTE TRANSVERSAL</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS-TRAZADO</b>
Llano (LL)	No obliga a pendientes mayores del 4%	Terreno natural entre el 0 - 5 %	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta ni en el trazado ni en la explanación de una carretera
Ondulado (O)	Las pendientes pueden llegar hasta el 8 %	Terreno natural que varía entre 5 - 25 %	Moderados movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultad en el trazado y explanación de una carretera
Montañoso (M)	Da pocas oportunidades de bajar la pendiente a menos del 14%	Terreno natural que varía de 25 - 75 %	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada: hay dificultades en el trazado y en la explanación de una carretera
Escarpado €	Obliga a pendientes mayores del 14%	Terreno natural >75%	Existe un máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y construcción de la obra básica

Fuente: MTOP

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andres Perez Falcones

## Según el tráfico proyectado (TPDA)

En el Ecuador, para el diseño de vías se aconseja la selección en función del pronóstico del tráfico para un lapso de 15 a 20 años.<sup>3</sup>

Tabla 2 Clasificación de las carreteras según el tráfico proyectado

Función	Clases de carreteras	Tráfico proyectado (TPDA)
Corredor arterial	RI - RII	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000
Vía colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Corredor arterial	IV	De 100 a 300
	V	Menores de 100

**Fuente:** MTOP

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 2.1.2 Topografía.

La topografía del terreno es uno de los estudios más importantes para la ejecución del diseño de una carretera, obteniendo valores de los distintos parámetros que participan en el proyecto.<sup>4</sup>

Las características del terreno con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales son la pauta del diseñador para obtener la mejor distribución del proyecto también consiguiendo la mayor estabilidad, rigidez y seguridad del lugar. Denominado levantamiento topográfico.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> (Cardenas, 2002)

<sup>4</sup> (Teran, 2015)

En los mapas topográficos se usa el sistema de representación de planos acotados mediante curvas de nivel, las cuales son líneas que unen puntos con misma cota acerca de un plano de referencia y muestran la elevación del terreno.<sup>4</sup>

Lo que se representa en un mapa nunca se encuentra desordenado o ubicado aleatoriamente. Aquellas representaciones se elaboran mediante la extensión y la localización real del lugar, denominada escala.<sup>4</sup>

La escala se representa de forma numérica y la unidad que se utiliza es el centímetro. Por ejemplo, si un mapa se observa la siguiente relación 1:5000 la escala nos indica que 1 cm del mapa es igual a 5000 cm en la realidad, es decir 50 metros.<sup>4</sup>

Las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) son aquellas utilizadas en la realización y ubicación de mapas, en el sistema UTM las magnitudes se expresan en metros únicamente a nivel del mar y se basó en un modelo elipsoidal de la tierra, hoy en día se usa el elipsoide WGS84, mientras que las coordenadas geográficas se expresan en latitud y longitud, este sistema es basado en un sistema sexagesimal.<sup>4</sup>

### **2.1.3 Estudio De Tráfico.**

El estudio del tráfico, pues incide directamente en el tipo de carretera dentro de la clasificación que supervisa el MTOP., también define proporción y tipo de vehículos que transitan para elaborar el diseño de la estructura del pavimento.

---

<sup>4</sup> (Teran, 2015)

### **2.1.3.1 Trato De La Demanda Vehicular Vs La Oferta Vial.**

#### **2.1.3.1.1 Demanda Vehicular.**

Se denomina demanda vehicular al número de vehículos que transitan en un específico sistema vial u oferta vial, es decir aquellos vehículos que se encuentran circulando sobre el sistema vial y aquellos que deciden optar por rutas alternas debido al congestionamiento vehicular, o el deterioro del vehículo si existe.<sup>5</sup>

#### **2.1.3.1.2 Oferta Vial.**

Es la que representa el espacio físico, se puede definir en base a su sección transversal o capacidad, es decir que es aquella que representa la cantidad máxima de vehículos que circulan en dicho espacio.<sup>5</sup>

### **2.1.3.2 Tipos De Conteo Vehicular.**

Los tipos de conteos pueden ser manuales y automáticos:

**Manuales:** Son los más útiles pues proporcionan información más real sobre la composición del tráfico necesario para el diseño geométrico de la vía.<sup>5</sup>

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> (MOP, 2003)

### ***2.1.3.2.1 Período De Observación.***

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.<sup>9</sup> junto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana.<sup>5</sup>

### ***2.1.3.3 Determinación De La Demanda Actual Tráfico***

#### ***Promedio Diario Anual (TPDA).***

El TPDA es la unidad de medida de tráfico en una carretera, se determina a través de las observaciones puntuales del tráfico y factores de variación externos.<sup>5</sup>

Por ello el Tráfico promedio diario anual (TPDA) es vital en el diseño de vías, definido como la cuantificación total que circulan por un sitio o franja de una carretera en un lapso de tiempo específico.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> (MOP, 2003)

### 2.1.3.4 Clasificación General De Los Vehículos Según El MTOP.

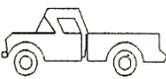
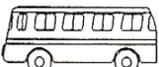
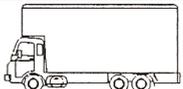
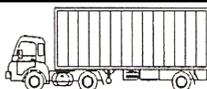
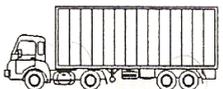
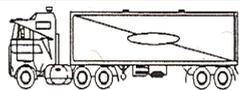
TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SÍMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES		PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS		
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2		P	-	-	60		
	CAMIONETAS			C					
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B	-	15	40		
	CAMIONES	2		2-S	55	100			25
		3		3-S	35				
				2-S1					
		4		2-S2	9				
		5		3-S2	1				
		OTRAS COMBINACIONES							
VEHICULOS	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES		VARIABLE	En variable	VARIABLE				
	MAQUINARIA AGRICOLA								
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS								
	OTROS								

Ilustración 4 Clasificación de vehículos  
Fuente: MTOP

### 2.1.3.5 Conteo De Tráfico.

Para el aforo se utiliza un formato con la clasificación general de los vehículos, el que se presenta a continuación:

ESTACION 1:		DIA CONTEO:		FECHA:													
DIRECCION:																	
HORA	LIVANOS		BUSES		C2P		C2G		C3		C3-S1		C3-S2		C3-S3		TOTAL
	Automóvil	Carroreta	Bueta	Bus	C2P	C2G	C3	C3-S1	C3-S2	C3-S2	C3-S2	C3-S2	C3-S3	C3-S3			
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																	
Suma																	

*Ilustración 5 Formato para el conteo de tráfico*

Fuente: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andres Perez Falcones

### 2.1.3.6 Variaciones Del Tráfico.

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realiza el presente estudio.<sup>6</sup>

Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> (Gomez, 2015)

En la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se han seguido los criterios del MTOP y del libro Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (por Rafael Cal y Mayor R.), en donde para la obtención del TPDA, el tráfico TPDS deberá ser afectado por los siguientes factores:

- Factor de ajuste mensual (Fm).- Estos factores fueron obtenidos de la Dirección de Estudios del MTOP para el año 2011.<sup>6</sup>

Tabla 4 Factor de estacionalidad mensual

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

Fuente: MTOP

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andres Perez Falcones

- Factor de ajuste diario (Fd).- Los factores diarios los obtenemos en base al conteo de la semana. El factor de ajuste diario se define como:

$$= \frac{P}{\text{---}}$$

---

<sup>6</sup> (Gomez, 2015)

### **2.1.3.7 Calculo Del TPDA.**

#### **2.1.3.7.1 Tráfico Promedio Diario Semanal.**

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

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

Donde:

TPDS: Trafico promedio diario semanal.

Dn: Días normales.

Ds: Días Feriados.

m: Número de días que se realizó el conteo.

### **2.1.3.8 Cálculo De La Demanda Proyectada.**

#### **2.1.3.8.1 Tráfico Futuro.**

El pronóstico del volumen de tráfico futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la carretera existente.<sup>6</sup>

$$\boxed{á \quad i \quad i \quad = \quad P \quad i \quad +} \quad +$$

### 2.1.3.8.2 *Transito Generado (TG).*

Consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construye la nueva carretera. El transito generado se compone de tres categorías:

- Transito Inducido

Viajes que no se efectuaron anteriormente.<sup>6</sup>

- Transito convertido

Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.<sup>6</sup>

- Transito trasladado

Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.<sup>6</sup>

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico.<sup>6</sup>

En consecuencia, se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la determinación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Este porcentaje se estima equivalente a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado también como porcentaje. Este tráfico, en forma proyectada es el que conjuntamente con el existente, queda establecido, como consecuencia de la aplicación de variables socioeconómicas representadas por los factores y tasas empleadas en las proyecciones. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.<sup>6</sup>

#### *2.1.3.8.3 Transito Desarrollado (TD).*

Es el incremento del volumen de transito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito generado, el transito desarrollado continúa actuando por muchos años después de la nueva carretera ha sido puesta en servicio. Pero la experiencia indica que, en carreteras construidas con altas especificaciones, el suelo lateral tiende a desarrollarse más rápidamente de lo normal, generando un tránsito adicional el cual se considera como transito desarrollado, con valores del orden del 5% del tránsito actual.<sup>6</sup>

#### 2.1.3.8.4 Proyección Del Tráfico a 20 Años (TF).

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

$$T_f = T_{sig} (1 + i)^n$$

)

Donde:

T<sub>f</sub> = Tráfico futuro o proyectado

T<sub>sig.</sub> = Tráfico asignado

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Período de proyección, expresado en años

Las tasas anuales de crecimiento son las manejadas en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas Área de Factibilidad la misma que se presenta a continuación:

Tabla 5 Tasa de crecimiento

TASAS DE CRECIMIENTO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010 – 2015	4.21	2.24	2.52
2015 – 2020	3.75	1.99	2.24
2020 – 2025	3.37	1.80	2.02
2025 – 2030	3.06	1.63	1.84

**Fuente:** MTOP

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## 2.1.4 Estudio De Suelos.

La toma de muestras de suelo y control de calidad en los laboratorios son la base para la buena ejecución de una obra. Los estudios de suelo a realizar son los siguientes:

### 2.1.4.1 Determinación Del Contenido De Humedad.

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad de suelo en términos de su peso en seco. Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos, por la cantidad de agua que contienen. La relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.<sup>7</sup>

$$W\% = \left( \frac{W}{W_s} \right) 100$$

Donde:

$\omega\%$  = contenido de humedad (%)

$W\omega$  = peso del agua

$W_s$  = peso seco

---

<sup>7</sup> (scribd, 2008)

### 2.1.4.2 Análisis Granulométrico

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis.<sup>8</sup>

Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.<sup>8</sup>

Tabla 7 Numeración y apertura de tamices

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3"	80	76,12	GRAVA
2"	50	50,80	
1 1/4"	40	38,10	
1"	25	25,40	
3/4"	20	19,05	
3/8"	10	9,52	
Nº4	5	4,76	ARENA GRUESA
Nº10	2	2,00	ARENA MEDIA
Nº20	0,90	0,84	
Nº40	0,50	0,42	
Nº60	0,30	0,25	ARENA FINA
Nº140	0,30	0,105	
Nº200	0,08	0,074	

**Fuente:** Espinace R., 1979.

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

<sup>8</sup> (icc.ucv, 2006)

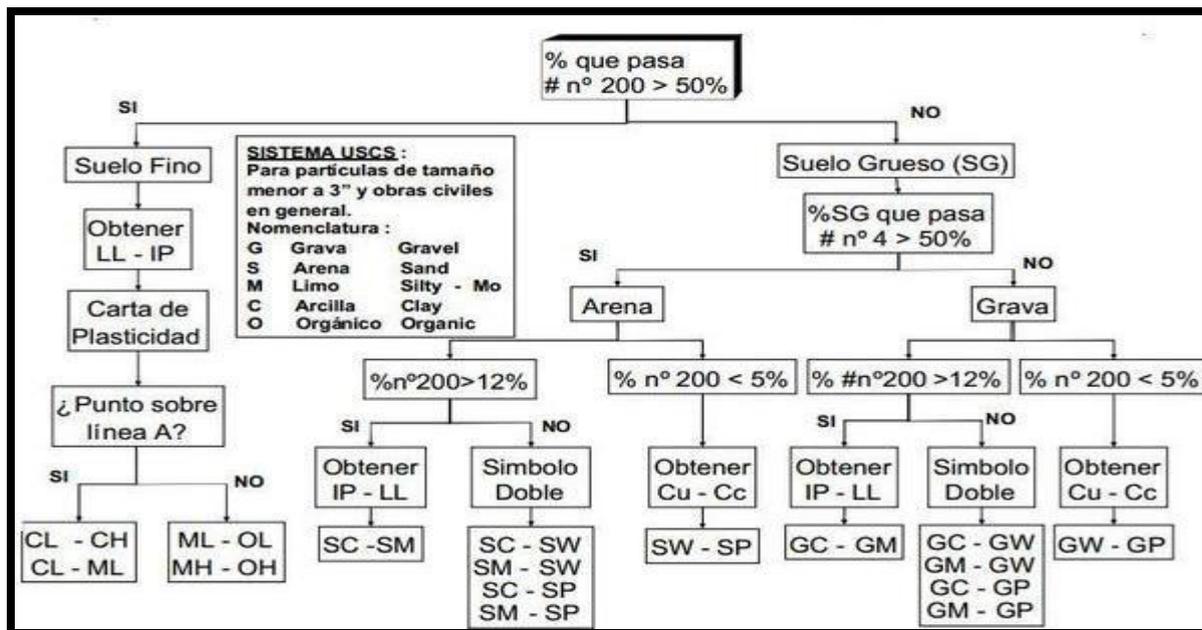


Ilustración 6 Clasificación de suelos sucs  
Fuente: SUCS

Tabla 8 Clasificación de suelos sistema aashto

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos para la malla n°200)							Limos y Arcillas (35% para malla n°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupos	A-1-a A-1-b			A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
% que pasa tamiz	50 máx.											
N°10	30 máx. 50 máx.		51 mín.					36	36			
N°100	15 máx. 25 máx.		10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	mín.	mín.	36 mín.		
Caract. Bajo N° 40								40	41			
LL				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	máx.	mín.			41 mín.
IP	6 máx. 6 mín.		N°	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	máx.	máx.	11 mín.		
IG								8	12			
Tipo de material	0 0 Gravas y Arenas		0 Arena fina	0	0	40 máx.	41 máx.	máx.	máx.	16 máx.	20 máx.	
				Gravas y arenas limosas y arcillas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo				

Fuente: AASHTO

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 2.1.4.3 Límites De Consistencia.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.<sup>8</sup>

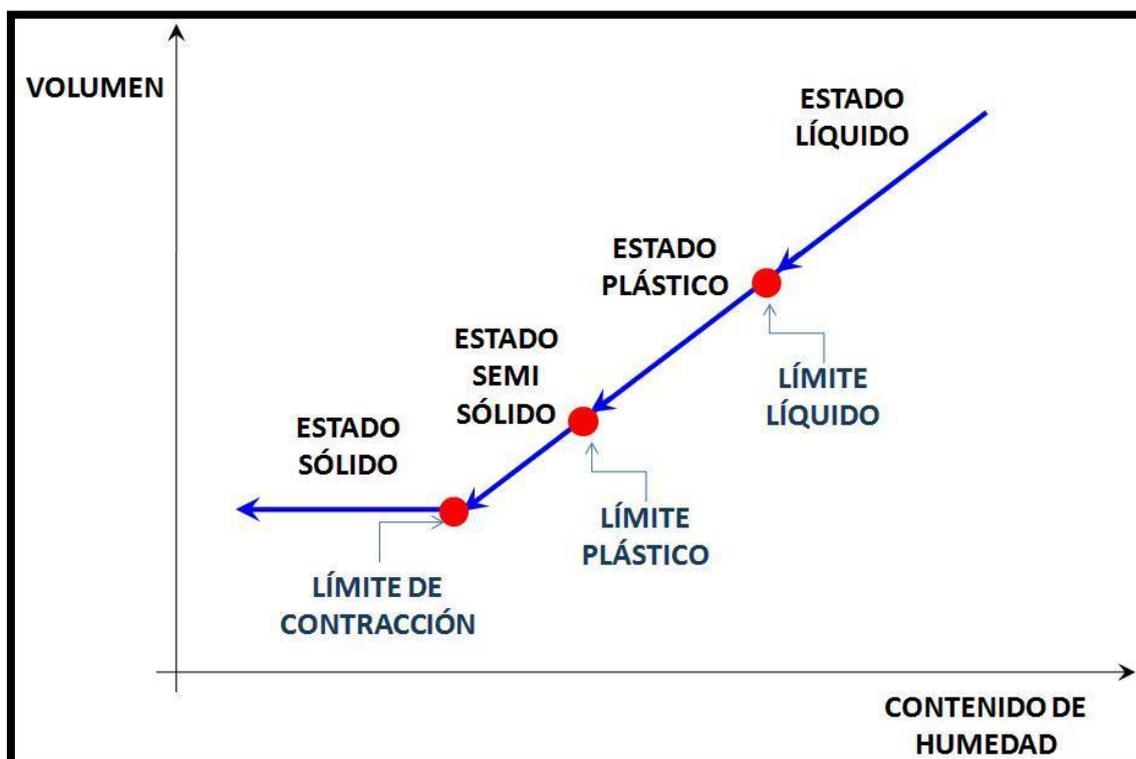


Ilustración 7 Límites de atterberg  
Fuente: (Geotécnicos, 2010)

#### *2.1.4.3.1 Límite Plástico.*

Atterberg definió como plasticidad la capacidad que tenía un suelo de ser deformado sin agrietarse, ni producir rebote elástico, es decir; la frontera entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico, y se obtiene midiendo el contenido de humedad del suelo cuando comienzan a agrietarse pequeños cilindros de suelo de 3 mm de diámetro.<sup>9</sup>

#### *2.1.4.3.2 Límite Líquido.*

Límite líquido está en la frontera entre el estado plástico y el estado semi-líquido se le llama límite líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande que consiste en medir la humedad que contiene el suelo cuando con 25 golpes se cierra una ranura de 13 mm de longitud.<sup>9</sup>

Límite de retracción o contracción la frontera entre el estado sólido y semisólido se llama límite de contracción o de retracción y se define como la humedad presente al haber añadido agua suficiente para llenar todos los huecos de una pastilla de suelo seca. Se trata de la humedad máxima de un suelo para la cual una pérdida de humedad no causa disminución de volumen de suelo.<sup>9</sup>

#### **2.1.4.4 Ensayos De Compactación Del Suelo (Proctor).**

La compactación de suelos es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos, lo cual se traduce en un mejoramiento de sus propiedades ingenieriles.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> (upcommomns , 2006)

La importancia de la compactación de suelos estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.<sup>9</sup>

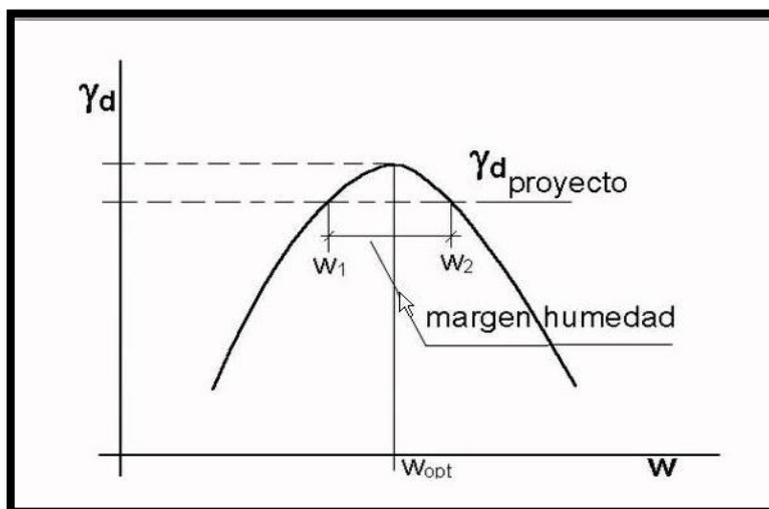


Ilustración 8 Curva típica del ensayo de compactación  
Fuente: (icc.ucv, 2006)

#### **2.1.4.5 Ensayo De Compactación Del Suelo (CBR).**

El objetivo del ensayo de CBR es establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases, sub-bases y rasantes bajo el pavimento de carreteras y aeropistas, determinando la relación entre el valor de CBR y la densidad seca que se alcanza en el campo.<sup>9</sup>

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y está normado con el número ASTM D 1883-73. Se aplica para la evaluación de la calidad relativa de suelos de

subrasante, algunos materiales de sub-bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%. Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado.<sup>9</sup>

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$= \frac{i}{i_0} * 100(\%)$$

Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla:

Tabla 8 Clasificación del suelo de acuerdo al cbr

<b>CBR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
0-5	Sub-rasante muy mala
5-10	Sub-rasante mala
10-20	Sub-rasante regular a buena
20-30	Sub-rasante muy buena
30-50	Sub-base buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

**Fuente:** (icc.ucv, 2006)

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## **2.1.5 Pavimento.**

### ***2.1.5.1 Definición.***

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.<sup>10</sup>

Un pavimento debe cumplir adecuadamente sus funciones deben reunir los siguientes parámetros:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.<sup>10</sup>
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.<sup>10</sup>
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.<sup>10</sup>
- Debe ser durable.<sup>10</sup>
- Debe ser económico.<sup>10</sup>
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, deber ser adecuadamente moderado.<sup>10</sup>
- Deber poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramiento y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.<sup>10</sup>

### ***2.1.5.2 Clasificación De Los Pavimentos.***

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, semirrígido, rígidos y articulados.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

### 2.1.5.2.1 Pavimentos Flexibles.

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra.<sup>10</sup>

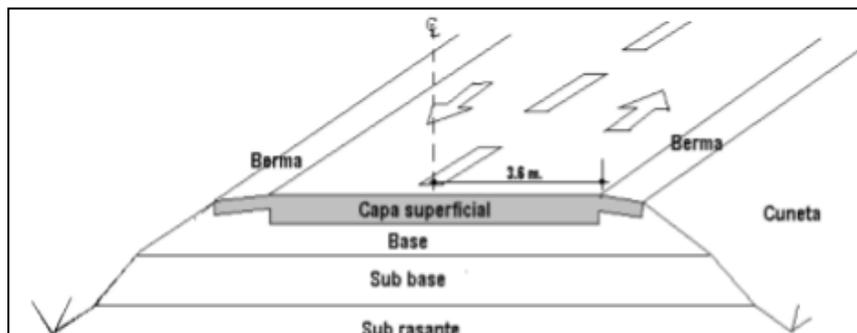


Ilustración 9 Estructura típica de un pavimento asfáltico  
Fuente: Diseño de pavimentos flexibles y rígidos

### 2.1.5.2.2 Pavimento Semirrígido.

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

### 2.1.5.2.3 Pavimento Rígido.

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.<sup>10</sup>

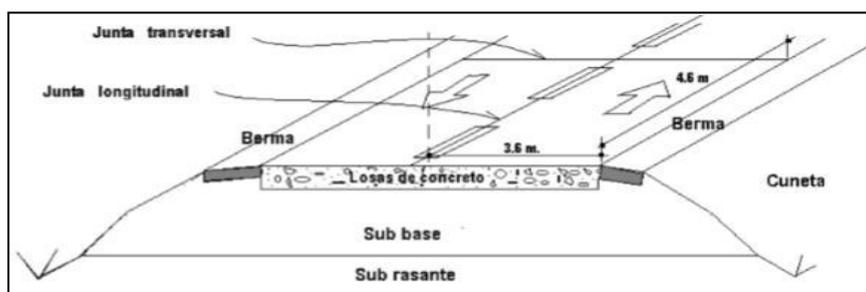


Ilustración 10 Estructura típica de un pavimento rígido  
Fuente: Diseño de pavimentos flexibles y rígidos

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

#### 2.1.5.2.4 Pavimento Articulado.

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre la capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas por dicho pavimento.<sup>10</sup>



Ilustración 11 Estructura típica de un pavimento articulado  
Fuente: Diseño de pavimentos flexibles y rígidos

### 2.1.5.3 Funciones De Las Capas De Los Pavimentos.

#### 2.1.5.3.1 Funciones De Las Capas De Un Pavimento Flexible.

##### 2.1.5.3.1.1 Subbase Granular.

- Capa de transición: la subbase bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.<sup>10</sup>

- Disminución de la deformación: algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios externos de temperatura, pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.<sup>10</sup>
- Resistencia: la subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado de la subrasante.<sup>10</sup>

#### *2.1.5.3.1.2 Base Granular.*

- Resistencia: la función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.<sup>10</sup>

#### *2.1.5.3.1.3 Carpeta Asfáltica.*

- Superficie de rodadura: la carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.<sup>10</sup>
- Resistencia: su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

### 2.1.5.3.2 *Funciones De Las Capas De Un Pavimento Rígido.*

#### 2.1.5.3.2.1 *Subbase.*

- La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de materiales fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licua el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.<sup>10</sup>
- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.<sup>10</sup>
- Facilitar los trabajos de pavimento.<sup>10</sup>
- Mejorar el drenaje y reducción por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.<sup>10</sup>
- Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

### *2.1.5.3.2.2 Losa De Concreto.*

- Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen.<sup>10</sup>

### *2.1.5.3.3 Funciones De Las Capas De Un Pavimento Articulado.*

#### *2.1.5.3.3.1 Base.*

- Es la capa colocada entre la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa le da mayor espesor y capacidad estructural al pavimento. Puede estar compuesta por dos o más capas de material seleccionado.<sup>10</sup>
- Capa de arena: es una capa de poco espesor, de arena gruesa y limpia que se coloca directamente sobre la base; sirve de asiento a los adoquines y como filtro para el agua que eventualmente pueda penetrar por las juntas entre estos.<sup>10</sup>
- Sellos de arena: está constituido por aren fina que se coloca como llenante de las juntas entre los adoquines; sirve como sello de las mismas y contribuyen al funcionamiento, como un todo, de los elementos de la capa de rodadura.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

## **2.1.5.4 Factores a Considerar En El Diseño De Pavimentos.**

### **2.1.5.4.1 El Tránsito.**

Interesa para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por ejes esperados en el carril de diseño solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales, las velocidades de operación de los vehículos y la canalización del tránsito etc..<sup>10</sup>

### **2.1.5.4.2 La Subrasante**

De la calidad de esta capa depende en gran parte el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre este, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

### 2.1.5.4.3 *El Clima*

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura. Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción de capas granulares y asfálticas. Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Escobar, 2012)

## **CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO**

### **3.1 Estudio Topográfico**

#### **3.1.1 Generalidades.**

Se realizó el estudio topográfico considerando los siguientes puntos:

- Para el levantamiento topográfico se organizó un equipo de trabajo, conformado por los ejecutores del proyecto y personal de apoyo.
- El levantamiento topográfico se lo realizó usando el método trazo, nivelación y secciones, mediante equipos de precisión tales como Estación Total Topcom, y un GPS Garmin.
- El trabajo en oficina se lo realizó mediante el programa AutoCAD, se necesitó una computadora y una impresora.

El levanto topográfico se lo realizó colocando hitos con clavos y referenciado las secciones marcándolas con pintura en aerosol para un mejor trabajo de campo. Las coordenadas que se muestran en los planos están basadas en el sistema UTM.

### 3.1.2 Personal y Equipos Utilizados.

Tabla 9 Personal que intervino en el estudio topográfico

NOMBRES	FUNCION
Sr. Carlos Mayancela Ramos	Ejecutor del proyecto
Sr. Frank Pérez Falcones	Ejecutor del proyecto
Sr. Michael Cabezas	Topógrafo

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

Tabla 10 Equipo utilizado en el estudio topográfico

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO
Estación Total	Topcom	
GPS	Garmin	Oregon 550

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 3.1.3 Levantamiento Topográfico.

Se ejecutó el levantamiento planimétrico y altimétrico de la vía de acceso en la Ciudadela Pedro Menéndez Gilbert con el propósito de conseguir las características específicas del terreno para realizar un diseño idóneo, viable y seguro, por lo cual se tomaron los puntos necesarios para describir el terreno, es decir ancho de la calzada, perfil transversa, sistema de drenaje existente en la vía, líneas de fabrica de las viviendas, características físicas y alturas de los distintos relieves de la zona del proyecto.

Se tomaron las coordenadas de inicio del proyecto utilizando el GPS, se realizó el abscisado de la vía cada 30 metros, se tomó el eje de la vía para definir la sección transversal al eje, también se obtuvo el levantamiento de los detalles más importantes del proyecto, tales como: línea de fábricas de las viviendas, postes de tendido eléctrico, bocacalles adyacentes, drenaje existente para obtener así todas las características físicas del terreno.

En los anexos de detalla el Informe topográfico y las memorias topográficas, también se agregan los planos del levantamiento.

#### **3.1.4 Planos.**

Para la elaboración de los planos se tomaron cerca de 243 puntos de datos los cuales de adjuntan en los anexos para la representación gráfica del terreno, mediante el uso de la estación total se obtuvieron los puntos, los cuales fueron descargados del equipo topográfico hacia una computadora y mediante el programa AutoCAD y civilcad se realizó la triangulación, curvas de nivel, secciones transversales y demás.

## 3.2 Estudio de tráfico

### 3.2.1 Generalidades.

Para el estudio de tráfico se realizó el conteo vehicular tomando en cuenta el siguiente proceso:

- Ejecutar las revisiones del terreno.
- Realizar los conteos de tráfico en las estaciones marcadas.
- Para obtener el tráfico vehicular se realizó un estudio mediante aforos manuales en un periodo de 5 días de 12 horas cada día.
- Procesar la información de tráfico.
- Identificar de los sentidos y carriles de flujo vehicular.
- Interpretación de resultados del conteo manual del aforo vehicular para obtener el TPDA.

### **3.2.2 Conteo Manual.**

Se realizó el conteo manual durante 5 días en un tiempo de 12 horas por día, se registró el conteo en formatos que se llenaron en el terreno, luego los datos se digitalizaron en hojas electrónicas para proceder con el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).

En la ejecución del estudio de tráfico se hizo presente un personal mínimo conformado por los coordinadores del proyecto haciendo estación en la abscisa 0+200.

### **3.2.3 Determinación Del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).**

Una vez realizo el conteo manual y con los datos obtenidos se procede hacer los cálculos necesarios para la determinación del TPDA y posterior obtención de los ESAL'S de diseño para la vía, los cuales determinan el número de repetición acumulada de cargas por eje simple equivalente de 8,2 toneladas durante el periodo de diseño (W18), que para nuestro proyecto se escogió 20 años.

### **3.2.4 Clasificación De La Carretera Según El Tráfico.**

En el Ecuador en ente regulador de caminos (MTO) ha clasificado las vías de acuerdo al grado de importancia y el número de calzadas requeridas en su función jerárquica.

### **3.3 Estudios De Suelos**

#### **3.3.1 Generalidades.**

Se realizaron las excavaciones en las abscisas 0+200 y 0+400 a una profundidad de 1.50 m. para obtener las calicatas respectivas.

Para el presente proyecto se obtuvieron 2 calicatas con 2 estratos cada una para someterlas a los ensayos de laboratorio necesarios que nos determinen las propiedades físicas - mecánicas de los materiales obtenidos.

#### **3.3.2 Contenido De Humedad.**

Este ensayo determina el porcentaje de humedad del suelo. El contenido de humedad es una característica física del suelo que es de gran importancia en el área de construcción.

##### **3.3.2.1 Procedimientos.**

- La muestra del suelo es pesada en su estado húmedo en una balanza de precisión.
- La muestra es secada en un horno a temperatura de 100° a 110°c.
- La muestra del suelo es pesada luego de ser secada.

Para obtener el peso de agua en la muestra se resta el peso de muestra húmedo menos el peso de muestra seco y se lo expresa en porcentaje.

### **3.3.3 Límites De Atterberg.**

La humedad en los puntos de transición de un estado al otro se los llama límites de Atterberg.

#### **3.3.3.1 Limite Líquido.**

Denominada como la humedad de un suelo remoldado, límite entre los estados líquido y plástico, se lo expresa en porcentaje.

##### **3.3.3.1.1 Procedimiento.**

- La muestra debe ser pasada por el tamiz #40 y escoger aproximadamente 200 gramos de la muestra.
- Se mezcla la muestra con agua hasta quedar una pasta homogénea que pueda ser moldeada.
- La pasta es colocada en la cuchara de Casagrande alisándola con la espátula.
- El acanalador divide la pasta en dos partes a través de un surco.
- Sea acciona la máquina que da una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando los golpes necesarios para que se cierre la ranura en el fondo de ella.

#### **3.3.3.2 Limite Plástico.**

Humedad de un suelo remoldado, límite entre los estados plástico y semi-sólido, se lo expresa en porcentaje.

### 3.3.3.2.1 *Procedimiento.*

- La misma muestra que se usó en el ensayo de límite líquido se humedece hasta que se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
- Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup>.
- Se amasa entre las manos hasta formar una esfera.
- La esfera de pasta se la hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro.
- Cuando se alcance un diámetro aproximado a 3 mm. se dobla y amasa nuevamente, para volver a formar el cilindro, lo que se repite hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3 mm.
- Colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.

### **3.3.4 Granulometría.**

El propósito del ensayo es obtener la proporción por tamaño que se encuentran presentes en la muestra de suelo.

### **3.3.4.1 Procedimiento.**

- Se toma una porción de la muestra a ensayar.
- La muestra es pasada por los tamices de: 1",3/4",3/8",No 4, No 10, No 20, No 30, No 50, No 100, No 200.
- Se pesa lo que queda retenido en cada tamiz.

### **3.3.5 Ensayo De Compactación (Proctor).**

Este ensayo es empleado para el cálculo rápido del peso unitario máximo y de la humedad óptima de una muestra de suelo analizando una familia de curvas y un punto.

El índice que se calcula, se lo usa para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

#### **3.3.5.1 Procedimiento.**

- La muestra es dividida en 5 partes cada una de 2500 gramos.
- Se coloca una parte de la muestra en el cilindro y se procede a dar 25 golpes con el martillo de compactación.
- La segunda, tercera, cuarta y quinta porción de la muestra se la mezcla con 80, 160, 240 y 320 gramos de agua respectivamente y se repite el procedimiento hecho con la primera porción hasta que las cinco partes estén en el cilindro debidamente golpeadas.
- Se enraza la parte inferior del cilindro para luego ser pesada.

### **3.3.6 Ensayo De Compactación (CBR).**

Es uno de los parámetros más importantes para el diseño, en el cual determinaremos, la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

#### **3.3.6.1 Procedimiento.**

- Por muestra se separan 3 moldes que serán compactados con 12,25 y 56 golpes de martillo.
- La muestra es dividida en 5 partes de 5000 gramos cada una.
- Se arma el cilindro colocando el disco espaciador abajo del molde
- El molde es pesado junto con el collarín y se procede a tomar humedad.
- Se procede a compactar los moldes con los golpes necesarios a cada molde.
- Se toma lectura inicial en seco.
- El molde se sumerge por 96 horas.
- Se toma lecturas sobre el comportamiento del material cada 24 horas hasta llegar a las 96 horas.
- El molde es sacado de la piscina y pesado sin collarín.
- La muestra se la procede a penetrar y tomando lecturas.
- Se toma humedad y se lo lleva al horno.

## 3.4 Ejes Equivalentes

### 3.4.1 Introducción.

Los ejes equivalentes se los denominara ESAL "equivalent simple axial load".

Es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes.

Los ejes equivalentes es una de los parámetros más importantes en el diseño de pavimento junto al CBR de diseño que nos ayudaran a obtener el mejor diseño de pavimento.

El método AASHTO proyecta los pavimentos para que resistan un limitado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está distribuido por vehículos de diferente peso y número de ejes tipo de 80kN o 18kips. Se los llama ESAL (equivalent simple axial load).

Para la conversión del tránsito en ESAL'S las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga produciendo fallas distintas.

### **3.4.2 Determinación De Los Ejes Equivalentes.**

#### ***3.4.2.1 Calculo Del Factor Equivalentes De Cargas.***

El tráfico vehicular es llevado a un número equivalente de ejes de una determinada carga que generarán el mismo daño que toda la composición de tránsito. La conversión se la hace mediante los factores equivalentes de carga LEF (load equivalent factor).

Los factores de equivalentes de carga se determinan cargando pavimentos parecidos con diferentes configuraciones de ejes y cargas para estudiar el daño ocasionado, así este es un valor numérico que define la relación entre la pérdida de servicialidad causada por una carga de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 80kN en el mismo eje.

Para determinar el factor equivalente de cargas para pavimentos flexibles se usan las siguientes formulas:

$$G_t = \text{Log}\left(\frac{4.2 - P}{4.2 - 1.5}\right)$$

$$B_{18} = 0.4 + \frac{0.08(18 + 1)^{3.23}}{(N + 1)^{5.19}}$$

$$B_x = 0.4 + \frac{0.08(L + L2)^{3.23}}{(N + 1)^{5.19} L2^{3.23}}$$

Donde:

$G_t, B_{18}$  y  $B_x$  = factores para el cálculo.

SN = numero estructural que más adelante se especificara como calcular.

$L_x$  = Carga en kips de un eje simple, tándem o tridem

$L_2$  = Código de eje (1, 2,3) dependiendo si es un eje simple, tándem o tridem.

Pt = índice de servicio terminal que indica las condiciones del pavimento al momento de fallar.

### **3.4.2.2 Factores De Distribución.**

#### **3.4.2.2.1 Factor De Distribución Por Dirección.**

Es importante establecer la relación entre los vehículos que van en una y otra dirección, por lo general se establece 0.5 del total del flujo vehicular censado, cambiando este factor si se establece el tráfico en una zona específica como una cercanía de una fábrica, puerto, etc.

#### **3.4.2.2.2 Factor De Distribución Por Carril.**

El factor del carril será el que recibirá el mayor número de carga y depende del número de carriles por cada dirección.

Tabla 11 Factor de distribución por carril

<b>Número de carriles por dirección</b>	<b>LD</b>
1	1
2	0.80 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

**Fuente:** AASHTO

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## **3.5 Diseño De Pavimento Flexible**

### **3.5.1 Generalidades.**

El diseño de pavimento flexible se realizará el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento para lo cual se usará las normas de diseño: AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVIMENT DESIGN 1993.

Los parámetros para el diseño son: los ESAL'S lo cual la norma dice que para pavimentos flexibles, la capa de rodadura se resuelve con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, si estas estructuras soportan un tránsito mayor 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8,2 toneladas; El CBR de diseño que nos sirve para obtener el módulo resiliencia (MR) del suelo con el cual hallaremos el número estructural del mismo (SN) y procederemos a obtener el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento.

### 3.5.2 Variables Del Método De Diseño De Pavimentos

#### Flexibles.

#### 3.5.2.1 Confiabilidad (R).

El parámetro de confiabilidad garantiza que las distintas alternativas de la sección estructural que se encuentren, persistirán como mínimo el periodo de diseño,

Los niveles de confiabilidad se dan para varias clasificaciones de vías, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 12 Confiabilidad según el tipo de camino

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

**Fuente:** AASHTO

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 3.5.2.2 Desviación Estándar (ZR).

En un específico conjunto de variables describiendo un pavimento, el tráfico que logra soportar será el mismo a lo largo de un específico periodo de diseño sigue una ley de distribución normal, conlleva una medida  $Mt$  y una desviación típica  $So$ .

La siguiente tabla nos determina la desviación estándar según el grado de confiabilidad.

Tabla 13 Desviación estándar según el grado de confiabilidad

Confiabilidad	Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.842
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327

**Fuente:** AASHTO

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 3.5.2.2.1 *Desviación Estándar Para Los Pavimentos Flexibles*

(So).

Es un coeficiente de seguridad que lo introducimos en el cálculo.

Pavimentos rígidos = 0.30 – 0.40.

Pavimentos flexibles = 0.40 – 0.50

En sobre- capas = 0.50

### 3.5.2.3 **Índice De Servicio.**

Se lo denomina como la capacidad de un pavimento de servir al topo de tránsito para el cual fue diseñado. El rango de servicialidad va desde 0 (pésimas condiciones) hasta 5 (perfecto).

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

- Índice de servicio inicial PSI inicial, para pavimentos rígidos 4.5 y para pavimentos flexibles 4.2.
- Índice de servicio final PSI final, para la cual AASHTO nos da los siguientes valores: 2.5 y 2.

### 3.5.2.4 **Módulo Resiliente (Mr).**

En el método a utilizar de la ASSHTO, la parte más importante para determinar debidamente los materiales, es hallar el Modulo de Resiliencia, basado en las pruebas de laboratorio realizadas a los materiales.

El Modulo de Resiliencia se lo obtiene alternando por correlaciones con propiedades del suelo, así como el contenido de humedad, índice plástico, contenido de arcilla, etc.

El método ASSHTO 93 nos da la siguiente quía para obtener el Modulo de Resiliencia mediante el CBR de diseño.

1. Mr (psi) = 1500 x CBR                      CBR < 10%
  2. Mr (psi) = 3000 x CBR<sup>0.65</sup>              CBR de 7.2% a 20 %
  3. Mr (psi) = 4326 x lnCBR+241            (usada para suelos granulares)
- AASHTO >= 20%

### 3.5.2.5 Numero Estructural (SN).

En el diseño de pavimento es muy importante el número estructural que soporte el nivel de carga solicitado, por lo cual procederemos a calcularlo.

Para calcular el número estructural se utiliza el siguiente monograma de ilustración también se lo calculara con el programa de las ASSHTO 93.

$$10^{18} = \frac{R + S_o + 9.36}{10} + \frac{\Delta P I}{10} + 2.32 * \frac{10^{10}}{0.40 + \frac{1094}{(N + 1)^{5.19}}}$$

0.20 +

Donde:

W18: Ejes equivalentes

ZR: Desviación estándar

So: Desviación estándar global

SN: Número estructural

ΔPSI: Cambio de serviciabilidad

M: Módulo de resiliencia

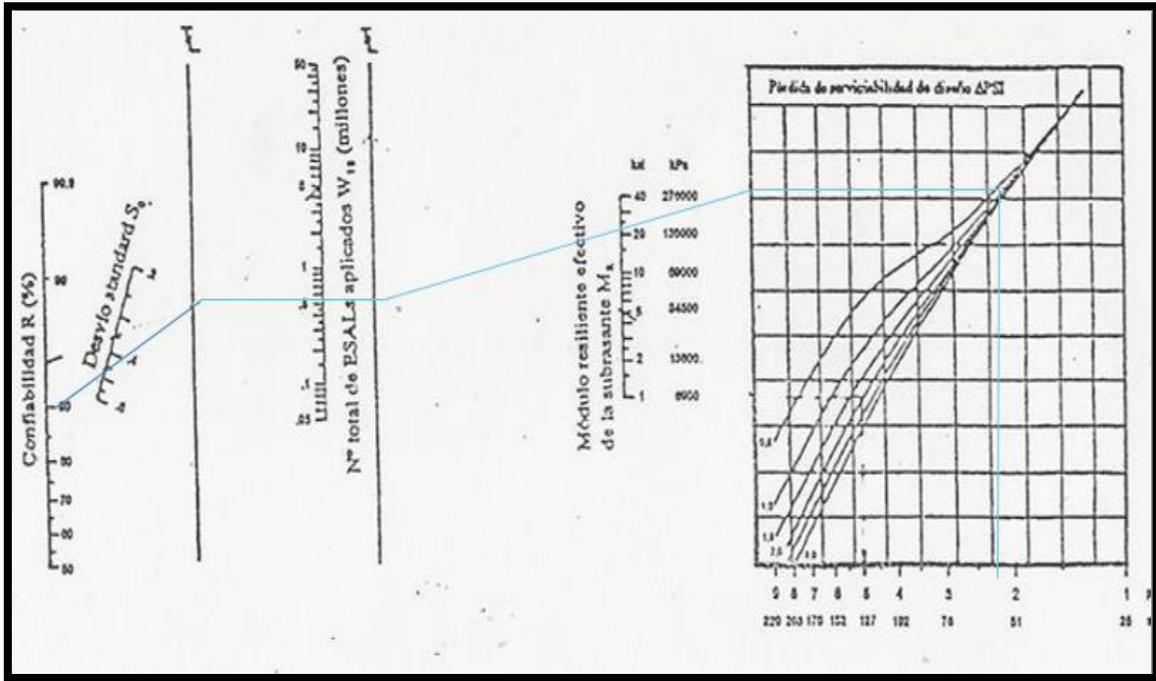


Ilustración 12 Nomograma para obtener el sn  
Fuente: AASHTO

### 3.5.3 Espesores De Capa.

Para obtener los espesores de las capas se procederá a usar el método de la AASHTO 93, el cual nos da la siguiente fórmula para el cálculo.

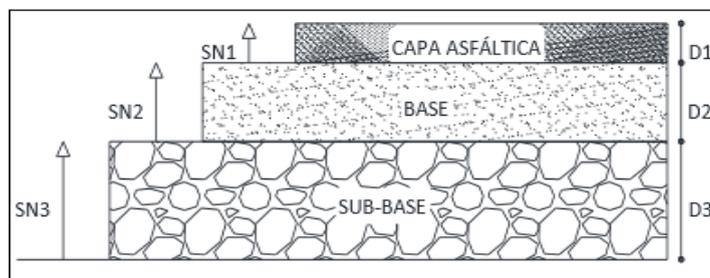


Ilustración 13 Espesores de un pavimento asfaltico  
Fuente: AASHTO

$$= a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Dónde:

$a_1, a_2, a_3$ : Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase respectivamente.

$D_1, D_2, D_3$ : Espesor de la carpeta, base y subbase respectivamente.

$m_2, m_3$ : Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente.

### 3.5.3.1 Gráficos Para Obtener Los Coeficientes De Las Capas.

Los siguientes gráficos nos ayudaran a obtener los valores de los coeficientes en función del módulo de elasticidad.

Cuando no se tenga el valor del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, el coeficiente estructural ( $a_1$ ), se puede calcular, según la ilustración N° 3.5

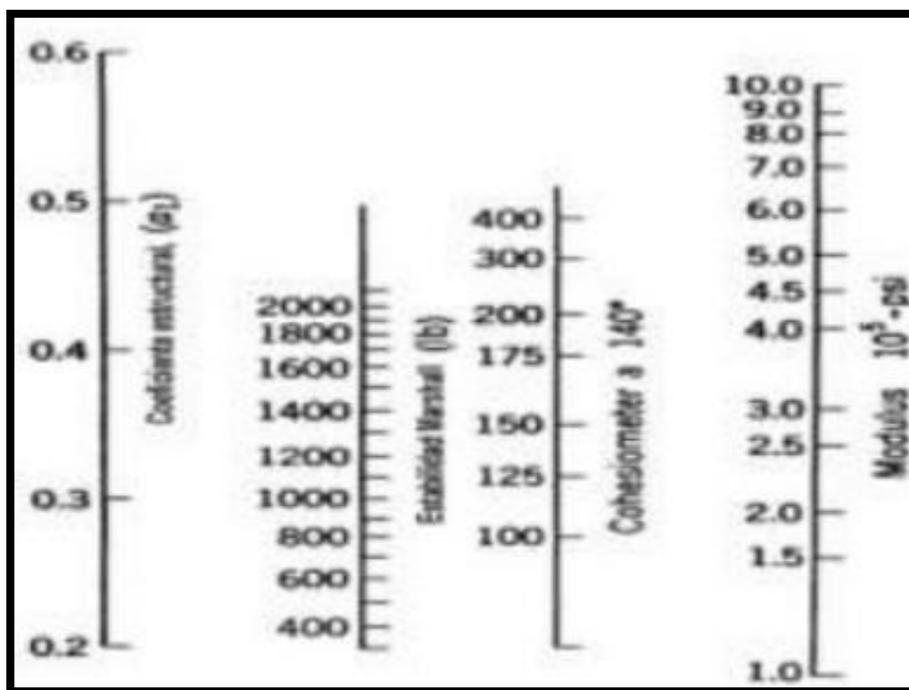


Ilustración 14 Nomograma para obtener coeficiente  $a_1$   
Fuente: AASHTO

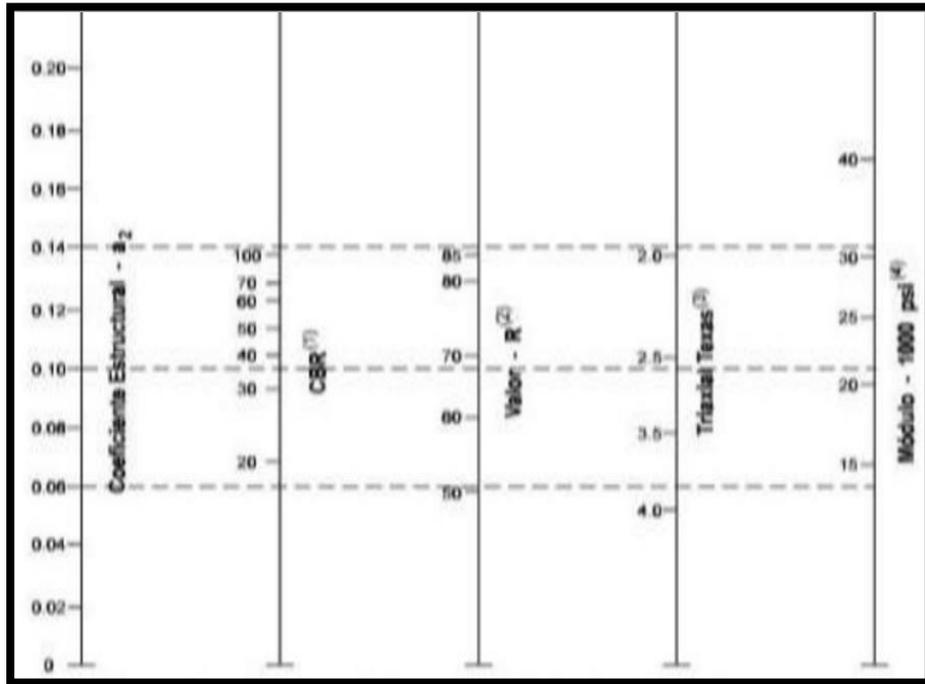


Ilustración 15 Nomograma para el coeficiente e de la base granular  
Fuente: AASHTO

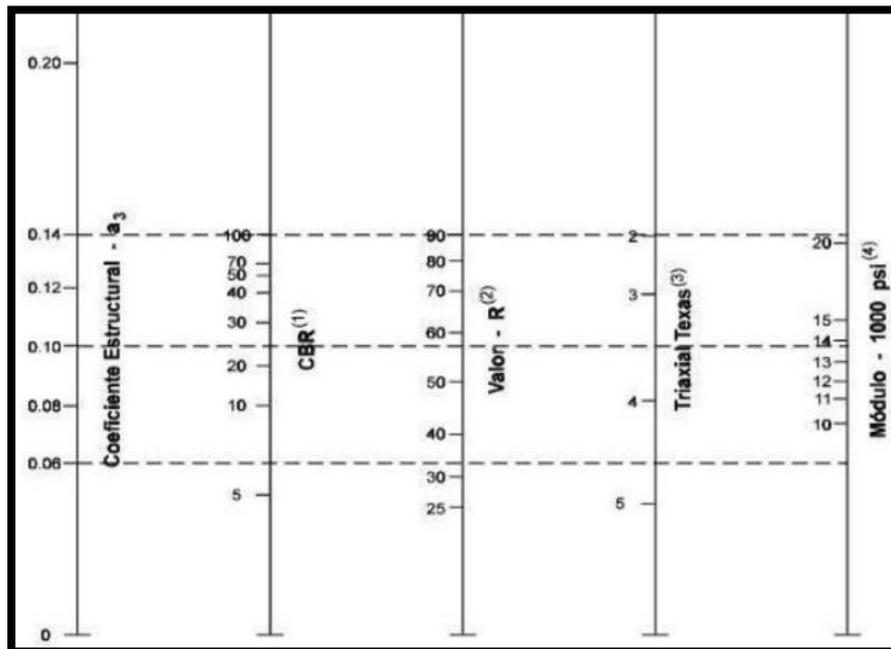


Ilustración 16 Nomograma para el coeficiente de la subbase granular  
Fuente: AASHTO

### 3.5.3.2 Coeficientes De Drenaje.

Los coeficientes de drenaje mencionados en la fórmula para obtener los espesores de capa (m<sup>2</sup> y m<sup>3</sup>) de base y subbase respectivamente, el método de AASHTO se relaciona con la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento.

La siguiente tabla nos presenta valores recomendables para estos coeficientes en relación de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo a lo largo de un año.

Tabla 14 Coeficientes de drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 3.5.3.3 Valores D1, D2 Y D3.

Se deben tener en cuentas los espesores mínimos para proceder a obtener los valores reales para el diseño de pavimento flexible.

Tabla 15 Espesores mínimos según los Esal's

Tránsito (Esal's) en ejes equivalentes	Carpeta de concreto asfáltico (pulg.)	Bases Granulares (pulg.)
Menos de 50.000	1.0 o T.S.	4.0
50.001 - 150.000	2.0	4.0
150.001 - 500.000	2.5	4.0
500.001 - 2'000.000	3.0	6.0
2'000.001 - 7'000.000	3.5	6.0
Mayor de 7'000.000	4.0	6.0

Fuente: AASHTO

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## CAPITULO IV: RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

### 4.1 Topografía

Mediante el levantamiento topográfico obtuvimos todos los detalles de la vía, las coordenadas de inicio y de fin del proyecto.

Tabla 16 Coordenadas de puntos inicio y final del proyecto

	NORTE	ESTE
COORDENADAS INICIAL	9759828,26	629643,225
COORDENADAS FINAL	9760389,87	629943,084

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

La libreta topográfica tomada en campo y todos los puntos obtenidos se detallan en los anexos.

## 4.1.1 Clasificación De La Vía Según Su Topografía.

### 4.1.1.1 Calculo Pendiente Longitudinal.

longitud:

altura:

Unidades:

Número de decimales:

**Calcular todo**

Pendiente: **0,30 %**

Longitud de la pendiente: **640,00 m**

Ángulo 1: **0,17 °**

Ángulo 2: **89,83 °**

Perímetro del triángulo: **1 281,91 m**

Ilustración 17 Calculo pendiente longitudinal  
Fuente: (Calculartodo, 2010)

### 4.1.1.2 Calculo De La Pendiente Transversal.

longitud:

altura:

Unidades:

Número de decimales:

**Calcular todo**

Pendiente: **2,50 %**

Longitud de la pendiente: **12,00 m**

Ángulo 1: **1,43 °**

Ángulo 2: **88,57 °**

Perímetro del triángulo: **24,30 m**

Ilustración 18 Calculo pendiente transversal  
Fuente: (Calculartodo, 2010)

Con las pendientes obtenidas tanto transversal como longitudinalmente se procede a clasificar la vía según la tabla de la ASSHTO.

Tabla 17 Vía clasificada según el tipo de terreno

TIPO DE TERENO	PENDIENTE LONGITUDINAL	PENDIENTE TRANSVERSAL	MOVIMIENTO DE TIERRAS-TRAZADO
Llano (LL)	No obliga a pendientes mayores del 4%	Terreno natural entre el 0 - 5 %	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta ni en el trazado ni en la explanación de una carretera
Ondulado (O)	Las pendientes pueden llegar hasta el 8 %	Terreno natural que varía entre 5 - 25 %	Moderados movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultad en el trazado y explanación de una carretera
Montañoso (M)	Da pocas oportunidades de bajar la pendiente a menos del 14%	Terreno natural que varía de 25 - 75 %	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada: hay dificultades en el trazado y en la explanación de una carretera
Escarpado €	Obliga a pendientes mayores del 14%	Terreno natural >75%	Existe un máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y construcción de la obra básica

Fuente: AASHTO

Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

La clasificación obtenida de nuestro proyecto es un terreno de tipo llano.

## 4.2 Resultados Del Conteo De Tráfico

Los cálculos para la determinación del tráfico promedio diario anual se detallan en los anexos.

Resumen de resultados

Trafico promedio diario semanal:404

Tráfico generado:110

Trafico desarrollado22

Trafico asignado:571

Trafico proyectado:1030

### 4.2.1 Clasificación De La Vía Según El Tráfico Proyectado

Tabla 18 Vía clasificada según el tráfico proyectado

Función	Clases de carreteras	Tráfico proyectado (TPDA)
Corredor arterial	RI - RII	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000
Vía colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Corredor arterial	IV	De 100 a 300
	V	Menores de 100

**Fuente:** AASHTO

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

Para un tráfico de 1030 vehículos nos da la clasificación que nuestra carretera es una vía colectora de clase II.

### 4.3 Resultados De Los Estudios De Suelos

#### 4.3.1 Resumen De Resultados Del Ensayo De Contenido De Humedad.

Las pruebas de contenido de humedad ensayadas a las dos muestras de suelo se detallan en los anexos.

Tabla 19 Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad

	CALICATA #1		CALICATA #2	
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
AGUA	164,80	162,60	183,40	180,80
CONTENIDO DE HUMEDAD	8,3%	8,1%	8,0%	7,9%

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

#### 4.3.2 Resultados Del Ensayo De Límites De Atterberg

##### 4.3.2.1 Resumen De Resultado Del Ensayo De Limite Líquido

El detalle de los resultados obtenidos en la prueba de limito liquido se encuentran en los anexos.

Tabla 20 Resumen de resultados de ensayo de límite líquido

CALICATA #1						
MUESTRA	7	8	9	10	11	12
Contenido de Humedad	28,35	26,73	26,50	31,30	31,78	30,77
Numero de golpes	15	20	25	16	20	24

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

Tabla 21 Resumen de resultados de ensayo de límite líquido

CALICATA #2						
MUESTRA	1	2	3	4	5	6
Contenido de Humedad	30,51	29,63	28,04	30,23	29,91	29,87
Numero de golpes	14	20	26	15	20	25

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.3.2.2 Resumen De Resultado Del Ensayo De Limite Plástico.

La toma de datos y resultados obtenidos en el laboratorio sobre el ensayo de límite plástico se encuentran adjunto en los anexos.

Tabla 22 Resumen de resultados de ensayo de límite plástico

		CALICATA #1					
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	
Contenido de Humedad	8,86	7,27	4,24	20,00	15,00	17,33	
Límite plástico	6,73			17,46			

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

Tabla 23 Resumen de resultados de ensayo de límite plástico

		CALICATA #2					
MUESTRA	7	8	9	10	11	12	
Contenido de Humedad	8,86	7,27	3,23	23,81	11,11	4,17	
Límite plástico	6,51			17,46			

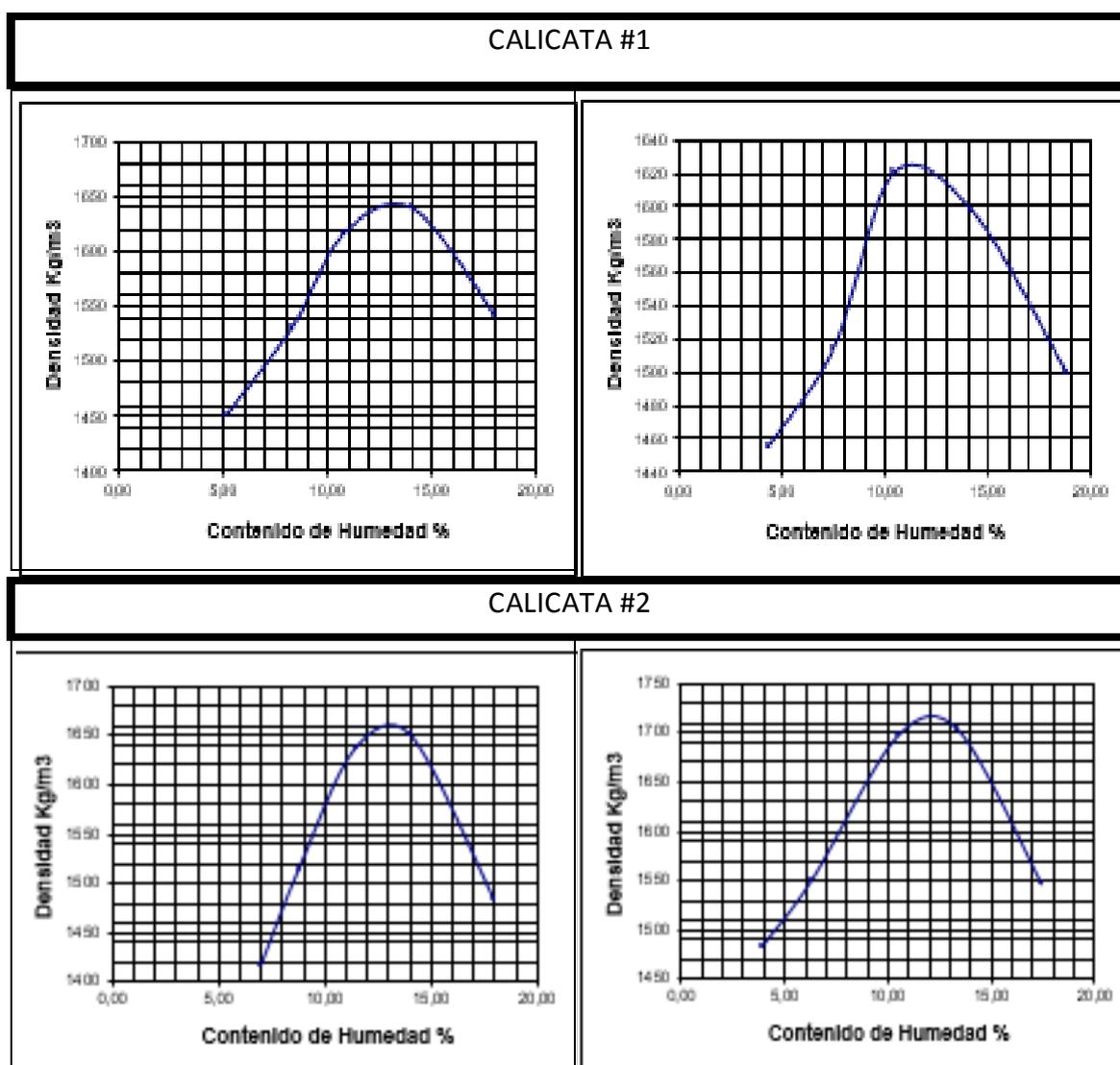
**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.3.3 Resultados Del Ensayo De Granulometría.

Una vez pesado lo retenido en los respectivos tamices, se procede a obtener el valor en porcentajes lo cual es detallado en los anexos.

### 4.3.4 Resultados Del Ensayo De Proctor.

Los datos observados en el laboratorio y la determinación de los resultados para el ensayo de compactación (proctor) se detallan en los anexos.

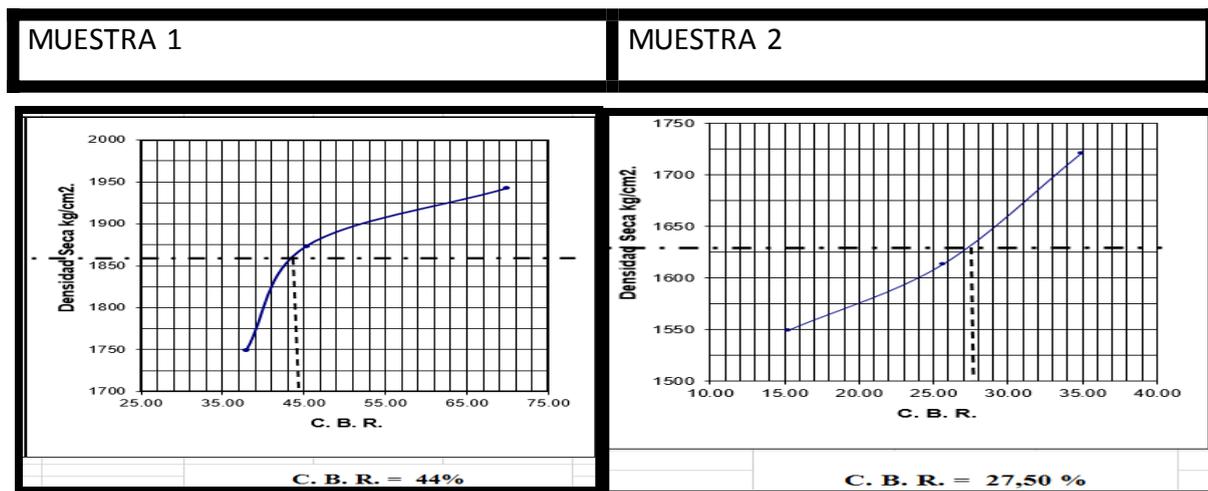


*Ilustración 19 Resumen de resultados ensayo de proctor*

Fuente: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.3.5 Resultados Del Ensayo De C.B.R.

Todos los ensayos de laboratorio realizados y daros obtenidos de la muestra para la prueba de compactación (CBR) se los adjunta en los anexos.



*Ilustración 20 Resumen de resultados ensayo de cbr*

Fuente: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.4 Resultados De Los Ejes Equivalentes.

Las cuales son calculadas para cada eje y se las determina en los anexos que detalla cada proceso de cálculo.

Tabla 24 Resumen de resultados Esal's

CLASE DE VEHICULOS	TPDA n AÑOS	DD	LD	FACTOR CAMION FC	ESAL'S
AUTOMOVILES	11337	50	100	0.000590733	1222.22756
CAMIONETAS	4360	50	100	0.003819615	3039.26747
BUS	149	50	100	2.593251367	70516.9878
C2G	611	50	100	4.178429725	465926.253
					540704.735

Fuente: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
 Elaboración: Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

## 4.5 Resultados Del Diseño De Pavimento.

### 4.5.1 Confiabilidad.

Tabla 25 Confiabilidad escogida para el proyecto

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

En el presente diseño se escogió un nivel de confiabilidad del 90% ya que nuestra vía se encuentra en una zona urbana y se la clasifica como colectora.

### 4.5.2 Desviación Estándar.

Tabla 26 Desviación estándar escogida para el proyecto

Confiabilidad	Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.842
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.5.2.1 Desviación Estándar Para Los Pavimentos Flexibles.

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO  $0.40 < S_o < 0.50$  Se recomienda usar 0.50

### 4.5.3 Calculo Índice De Servicio.

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

### 4.5.4 Calculo Del Módulo Resiliente.

$$Mr \text{ (psi)} = 4326 \times \ln CBR + 241 \quad (\text{usada para suelos granulares})$$

$$Mr = 4326 \ln(27.5) + 241$$

$$Mr = 14578 \text{ psi.}$$

### 4.5.5 Calculo Del Número Estructural.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is a window with a blue title bar and standard Windows window controls. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Two radio buttons, 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '90 % Zr=-1.282' and a text input field for 'So' with the value '0.5'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Two text input fields for 'PSI inicial' (value 4.2) and 'PSI final' (value 2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text input field for 'Mr' with the value '14600' and the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four text input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. All are currently empty.
- Tipo de Análisis:** Two radio buttons, 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. Below them, 'W18 = 540704.74' and 'SN = 2.45' are displayed.
- Buttons:** A 'Calcular' button (highlighted with a dashed border) and a 'Salir' button.

Ilustración 21 Calculo numero estructural  
Fuente: Programa AASHTO 93

## 4.5.6 Calculo De Los Espesores De Las Capas.

### 4.5.6.1 Valores De Los Coeficientes De Las Capas.

Los coeficientes a1, a2, a3 obtenidos con los gráficos respectivos de detallan en los anexos.

$$a1=0.45$$

$$a2=0.13$$

$$a3=0.12$$

### 4.5.6.2 Valores De Los Coeficientes De Drenaje.

Tabla 27 Coeficientes de drenaje escogidos para el proyecto

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

### 4.5.6.3 Cálculos de Los Valores D1, D2 Y D3.

Tabla 28 Espesores mínimos escogidos según los ejes equivalentes

Tránsito (Esa'l's) en ejes equivalentes	Carpeta de concreto asfáltico (pulg.)	Bases Granulares (pulg.)
Menos de 50.000	1.0 o T.S.	4.0
50.001 - 150.000	2.0	4.0
150.001 - 500.000	2.5	4.0
500.001 - 2'000.000	3.0	6.0
2'000.001 - 7'000.000	3.5	6.0
Mayor de 7'000.000	4.0	6.0

**Fuente:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones  
**Elaboración:** Carlos Eduardo Mayancela Ramos, Frank Andrés Pérez Falcones

En nuestro caso con ejes equivalentes mayor a 500000 nos da un espesor mínimo de carpeta asfáltica igual a 3 pulgadas y una base o subbase granular a 6 pulgadas.

#### 4.5.7 Resumen de valores del diseño de pavimento.

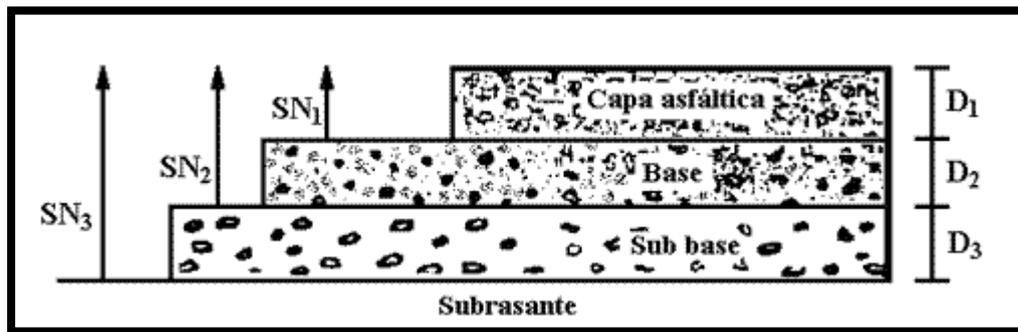


Ilustración 22 Resumen diseño de pavimento flexible  
Fuente: AASHTO

$n=20$  años

$DD=0.5$

$DL=100$

$R=90\%$

$Z_r=-1.282$

$So=0.50$

$Po=4,2$

$D_2=15$  cm

$D_1= 11$  cm

$D_3= 15$  cm

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusión**

1. El terreno existente en la vía consta de diferentes tipos de suelos que serán sustituidos debido al diseño estructural del pavimento que se establece en el proyecto.
2. La realización del proyecto ayudara a mejorar la superficie de la vía cuya función es proporcionar una superficie uniforme, de color y textura apropiados, resistente a los esfuerzos producidos por el tráfico y garantizando el bienestar y confort a los usuarios y moradores del sector.

### **5.2 Recomendación**

1. Realizar el respectivo mantenimiento periódico a la superficie de la carpeta de rodadura.
2. Dar el respectivo mantenimiento al sistema de drenaje pluvial, para garantizar el buen funcionamiento de nuestra estructura de pavimento durante su periodo de vida.

# **ANEXOS**

# **ANEXO N°1**

**DIVISIÓN POLÍTICA – CANTONES DEL GUAYAS**



# **ANEXO N°2**

**DIVISIÓN POLÍTICA – CANTÓN DURÁN**



# **ANEXO N°3**

**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**



**INICIANDO EL ESTUDIO TOPOGRAFICO DE LA VIA**



**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**



**REALIZANDO EL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**



**COMPACTANDO LA MUESTRA EN EL ENSAYO DE PROCTOR**



**TOMA DE CALICATA EN LA VIA**



**COMIENZO D ELA EXCAVACION DE LA CALICATA#1**



**TOMA DE CALICTA EN LA VIA**



**CALICATA #2**

# **ANEXO N°4**

**PLANO TOPOGRAFICO**



# **ANEXO N°5**

**TABLAS DEL CONTEO DEL TRÁFICO**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MEMÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE**  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS**  
**TEMA: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MEMÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE**  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS**  
**DÍA DE LA SEMANA: MARTES 6 DE JUNIO DEL 2016**  
**ESTACIÓN: 1**  
**SENTIDO: AV. NICOLÁS LAPENTIAV. AMAZONAS**

HORA	LIVIANOS				BUSES	CAMIONES				TOTAL	% DE VOLUMEN
											
06h:00-07h:00	10	18	7	1	1					32	7,61%
07h:00-08h:00	9	17	6		0					28	6,54%
08h:00-09h:00	8	18	8	1	2					33	7,85%
09h:00-10h:00	10	20	9		1					35	8,32%
10h:00-11h:00	12	23	10		2					41	9,75%
11h:00-12h:00	12	23	7		2					38	9,04%
12h:00-13h:00	8	23	9		1					37	8,80%
13h:00-14h:00	7	20	7		1					32	7,49%
14h:00-15h:00	9	19	8		2					34	7,97%
15h:00-16h:00	9	17	10	1	3					36	8,44%
16h:00-17h:00	11	20	9	1	2					38	8,92%
17h:00-18h:00	10	22	10		2					39	9,27%
18h:00-19h:00										0	0,00%
19h:00-20h:00										0	0,00%
20h:00-21h:00										0	0,00%
21h:00-22h:00										0	0,00%
22h:00-23h:00										0	0,00%
23h:00-24h:00										0	0,00%
24h:00-01h:00										0	0,00%
01h:00-02h:00										0	0,00%
02h:00-03h:00										0	0,00%
03h:00-04h:00										0	0,00%
04h:00-05h:00										0	0,00%
05h:00-06h:00										0	0,00%
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>54</b>	<b>240</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>421</b>	<b>100,00%</b>

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE**  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTI) HASTA LA APENIDA AMAZONAS**

**TEMA:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTI) HASTA LA APENIDA AMAZONAS**  
**ESTACIÓN:** 1  
**SENTIDO:** AV. NICOLÁS LAPENTIAV. AMAZONAS

HORA	LIVIAMOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL	% DE VOLUMEN
										
06h.00-07h.00	9	17	8	1	2				33	7,55%
07h.00-08h.00	8	19	7	1	2				33	7,67%
08h.00-09h.00	7	20	8	1	3				36	8,25%
09h.00-10h.00	9	21	6		2				34	7,78%
10h.00-11h.00	11	22	9		2				39	8,94%
11h.00-12h.00	10	24	10		1				40	9,29%
12h.00-13h.00	12	21	9	1	2				39	9,06%
13h.00-14h.00	10	20	8		2				35	8,13%
14h.00-15h.00	8	19	6		2				31	7,20%
15h.00-16h.00	10	17	8	1	2				33	7,67%
16h.00-17h.00	12	21	9	1	1				38	8,83%
17h.00-18h.00	11	23	11		2				42	9,64%
18h.00-19h.00									0	0,00%
19h.00-20h.00									0	0,00%
20h.00-21h.00									0	0,00%
21h.00-22h.00									0	0,00%
22h.00-23h.00									0	0,00%
23h.00-24h.00									0	0,00%
24h.00-01h.00									0	0,00%
01h.00-02h.00									0	0,00%
02h.00-03h.00									0	0,00%
03h.00-04h.00									0	0,00%
04h.00-05h.00									0	0,00%
05h.00-06h.00									0	0,00%
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>59</b>	<b>244</b>	<b>99</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>431</b>	<b>100,00%</b>

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**TEMA: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MEMÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE**  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS**  
**DÍA DE LA SEMANA: SABADO 10 DE JUNIO DEL 2016**  
**ESTACIÓN: 1**  
**SENTIDO: AV. NICOLÁS LAPENTIAV. AMAZONAS**

HORA	LIVIANOS			BUSES	CAMIONES			TOTAL	% DE VOLUMEN
					PESADOS	ESTRAPESADOS			
06h.00-07h.00	6	16	7		1			27	7,45%
07h.00-08h.00	8	18	7		1			30	8,28%
08h.00-09h.00	9	15	8	1				29	7,86%
09h.00-10h.00	7	19	6					29	7,86%
10h.00-11h.00	10	20	9					34	9,38%
11h.00-12h.00	9	17	7					29	7,86%
12h.00-13h.00	8	20	8					32	8,83%
13h.00-14h.00	7	19	8					31	8,41%
14h.00-15h.00	6	16	6					25	6,90%
15h.00-16h.00	7	18	10	1	1			34	9,24%
16h.00-17h.00	7	19	9	1	1			34	9,24%
17h.00-18h.00	9	18	8		1			32	8,69%
18h.00-19h.00								0	0,00%
19h.00-20h.00								0	0,00%
20h.00-21h.00								0	0,00%
21h.00-22h.00								0	0,00%
22h.00-23h.00								0	0,00%
23h.00-24h.00								0	0,00%
24h.00-01h.00								0	0,00%
01h.00-02h.00								0	0,00%
02h.00-03h.00								0	0,00%
03h.00-04h.00								0	0,00%
04h.00-05h.00								0	0,00%
05h.00-06h.00								0	0,00%
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>47</b>	<b>215</b>	<b>93</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>363</b>	<b>100,00%</b>

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MEMÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE**  
**LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS**

**TEMA:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MEMÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
**DÍA DE LA SEMANA:** DOMINGO 11 DE JUNIO DEL 2016  
**ESTACIÓN:** 1  
**SENTIDO:** AV. NICOLÁS LAPENTIA AV. AMAZONAS

HORA	LIVIANOS			BUSES	PESADOS			CAMIONES			TOTAL	% DE VOLUMEN
												
06h:00-07h:00	4	14	8								24	7,92%
07h:00-08h:00	5	15	7								25	8,09%
08h:00-09h:00	4	14	6								22	7,26%
09h:00-10h:00	6	17	8								28	9,24%
10h:00-11h:00	7	14	6								24	7,76%
11h:00-12h:00	6	14	6								23	7,59%
12h:00-13h:00	5	16	9		1						29	9,41%
13h:00-14h:00	6	15	7								25	8,25%
14h:00-15h:00	4	14	8								24	7,92%
15h:00-16h:00	6	17	7	1							28	9,24%
16h:00-17h:00	6	16	8	1							28	9,24%
17h:00-18h:00	7	14	7								25	8,09%
18h:00-19h:00											0	0,00%
19h:00-20h:00											0	0,00%
20h:00-21h:00											0	0,00%
21h:00-22h:00											0	0,00%
22h:00-23h:00											0	0,00%
23h:00-24h:00											0	0,00%
24h:00-01h:00											0	0,00%
01h:00-02h:00											0	0,00%
02h:00-03h:00											0	0,00%
03h:00-04h:00											0	0,00%
04h:00-05h:00											0	0,00%
05h:00-06h:00											0	0,00%
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>33</b>	<b>188</b>	<b>87</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>303</b>	<b>100,00%</b>	

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA DE ACCESO DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LOGENTI)  
 HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
 DÍA DE LA SEMANA: 12 DE JUNIO DEL 2016

ESTACIÓN: 1

SENTIDO: AV. NICOLAS LAPENTI AV. AMAZONAS

FECHA	DÍA DE LA SEMANA	LIVIANO		BUSES	PESADOS		CAMIONES			TOTAL
										
10/06/2016	SABADO	262	93		5	0	0	0	0	363
11/06/2016	DOMINGO	213	87		1	0	0	0	0	303
05/06/2016	LUNES	311	100		25	0	0	0	0	442
06/06/2016	MARTES	298	100		19	0	0	0	0	421
07/06/2016	MIÉRCOLES	303	99		23	0	0	0	0	431
	<b>TOTAL</b>	<b>1387</b>	<b>479</b>	<b>21</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1960</b>
	%	<b>71%</b>	<b>24%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
		<b>95%</b>		<b>1%</b>			<b>4%</b>			

# **ANEXO N°6**

**CÁLCULO DEL TPDA**

## CALCULO DEL TPDS

	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
LUNES	411	6	25	442
MARTES	398	4	19	421
MIERCOLES	402	6	23	431
SABADO	355	3	5	363
DOMINGO	300	2	1	303
<b>TOTAL</b>	<b>1866</b>	<b>21</b>	<b>73</b>	<b>1960</b>

## FACTOR DIARIO

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO(TDd)	FACTOR DIARIO (TPDS/TDd)
06/06/2016	LUNES	442	0.91
07/06/2016	MARTES	421	0.96
08/06/2016	MIERCOLES	431	0.94
11/06/2016	SABADO	363	1.11
12/06/2016	DOMINGO	303	1.33
	<b>TOTAL</b>	<b>1960</b>	<b>1.05</b>
	TPDS	404	

## FACTOR MENSUAL

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

## COMPOSICION DEL TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
LUNES	411	6	25	442
MARTES	398	4	19	421
MIERCOLES	402	6	23	431
SABADO	355	3	5	363
DOMINGO	300	2	1	303
TOTAL	1866	21	73	1960
TPDS	382	5	17	404
%TPDS	95%	1%	4%	100%

### CALCULO DEL TPDA EXISTENTE

$$TPDA_{EX} = TPDS(FM)(Fd)$$
$$TPDA_{EX} = 439$$

### CALCULO DEL TRAFICO GENERADO

$$Tg = 25\% TPDA_{EX}$$
$$Tg = 110$$

### CALCULO DEL TRAFICO DESARROLLADO

$$Td = 25\% TPDA_{EX}$$
$$Td = 22$$

## CALCULO DEL TRAFICO ASIGNADO

$$T_{sig} = TPDA_{ex} + T_g + T_d$$

$$T_{sig} = 571$$

## COMPOSICION DEL TRAFICO ASIGNADO

COMPOSICION DEL TRAFICO				
TIPO DE VEHICULOS	LIVIANOS	AUTOBUSES	CAMIONES	TOTAL
TPDS	415.21	4.92	18.28	439.23
%TPDS	95%	1%	4%	100%
T asignado	540	6	24	571
%T asignado	95%	1%	4%	100%

## CALCULO DEL TRAFICO PROYECTADO

TASAS DE CRECIMIENTO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010 - 2015	4.21	2.24	2.52
2015 - 2020	3.75	1.99	2.24
2020 - 2025	3.37	1.80	2.02
2025 - 2030	3.06	1.63	1.84

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO									
		CREC. %	LIVIANOS	CREC %	CAMIONETAS	CREC. %	BUSES	CREC. %	CAMIONES	TOTAL	
2016		3.75	390	3.75	150	1.99	6	2.24	24	570	
2017	1	3.75	405	3.75	156	1.99	6	2.24	25	591	
2018	2	3.75	420	3.75	161	1.99	6	2.24	25	613	
2019	3	3.75	436	3.75	168	1.99	6	2.24	26	635	
2020	4	3.75	452	3.75	174	1.99	6	2.24	26	658	
2021	5	3.37	460	3.37	177	1.8	7	2.02	27	670	
2022	6	3.37	476	3.37	183	1.8	7	2.02	27	693	
2023	7	3.37	492	3.37	189	1.8	7	2.02	28	715	
2024	8	3.37	508	3.37	196	1.8	7	2.02	28	739	
2025	9	3.37	526	3.37	202	1.8	7	2.02	29	763	
2026	10	3.06	527	3.06	203	1.63	7	1.84	29	766	
2027	11	3.06	543	3.06	209	1.63	7	1.84	29	789	
2028	12	3.06	560	3.06	215	1.63	7	1.84	30	812	
2029	13	3.06	577	3.06	222	1.63	7	1.84	30	837	
2030	14	3.06	595	3.06	229	1.63	8	1.84	31	862	
2031	15	3.06	613	3.06	236	1.63	8	1.84	32	888	
2032	16	3.06	632	3.06	243	1.63	8	1.84	32	915	
2033	17	3.06	651	3.06	250	1.63	8	1.84	33	942	
2034	18	3.06	671	3.06	258	1.63	8	1.84	33	970	
2035	19	3.06	691	3.06	266	1.63	8	1.84	34	1000	
2036	20	3.06	713	3.06	274	1.63	8	1.84	35	1030	
			11337		4360		149		611	16458	

# **ANEXO N°7**

**ENSAYOS DE SUELO**



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS **Fecha:** 18/07/2016

**Perforación:** 1 **Profundidad:** 1.50

Muestra No.	1	2			
Recipiente No.	9	5			
Peso en gr.	Recipiente + Peso Humedo	2254.9	2322.4		
	Reciente + Peso Seco	2090.1	2159.8		
	Agua (Ww)	164.8	162.6		
	Peso de Recipiente	110.5	144.7		
	Peso Seco (Ws)	1979.6	2015.1		
Contenido de Agua (W%)	8.3	8.1			



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO**

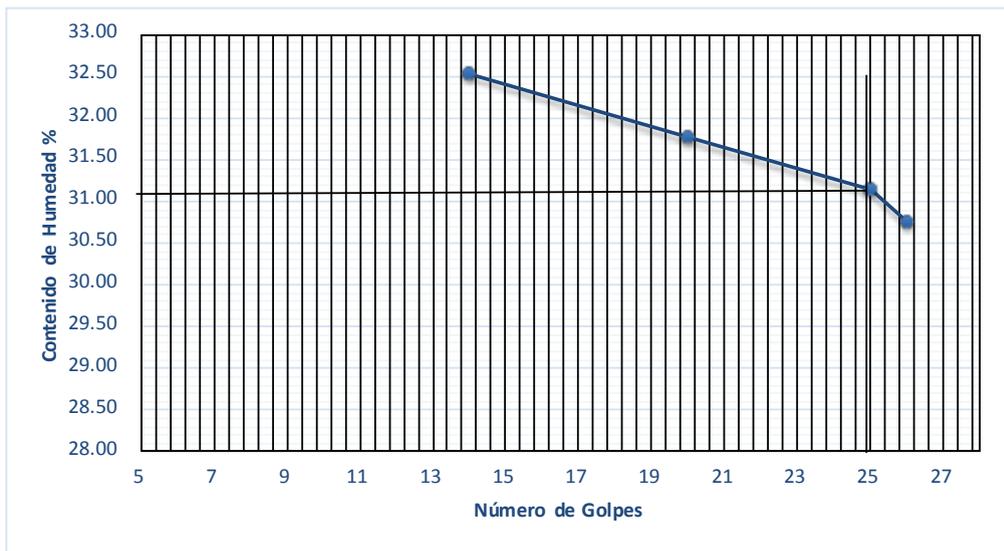
**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENT I) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS **Fecha:** 19/07/2016

**Perforación: 1** CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS **Muestra:** Sub-base

**Profundidad:** 1.50

**LIMITE LIQUIDO**

PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		18	17	B28	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	18.90	22.10	21.70	
	Recipiente + Peso seco	16.20	18.70	19.30	
	Agua $W_w$	<b>2.70</b>	<b>3.40</b>	<b>2.40</b>	
	Recipiente	7.90	8.00	11.50	
	Peso Seco $W_s$	<b>8.30</b>	<b>10.70</b>	<b>7.80</b>	
Contenido de Humedad (%) $W$	<b>32.53</b>	<b>31.78</b>	<b>30.77</b>		
Número de Golpes	14	20	26		



**LIMITE PLÁSTICO**

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		14	R13	TH
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	6.60	14.30	14.30
	Recipiente + Peso seco	6.20	14.00	13.90
	Agua $W_w$	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>0.40</b>
	Recipiente	4.20	12.00	11.60
	Peso Seco $W_s$	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.30</b>
Contenido de Humedad $W$	<b>20.00</b>	<b>15.00</b>	<b>17.39</b>	

$W_L$ : 31.15 %  
 $W_P$ : 17.46 %  
 $I_P$ : 13.68 %

**Símbolo de la carta de Plasticidad**

**CL**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO**

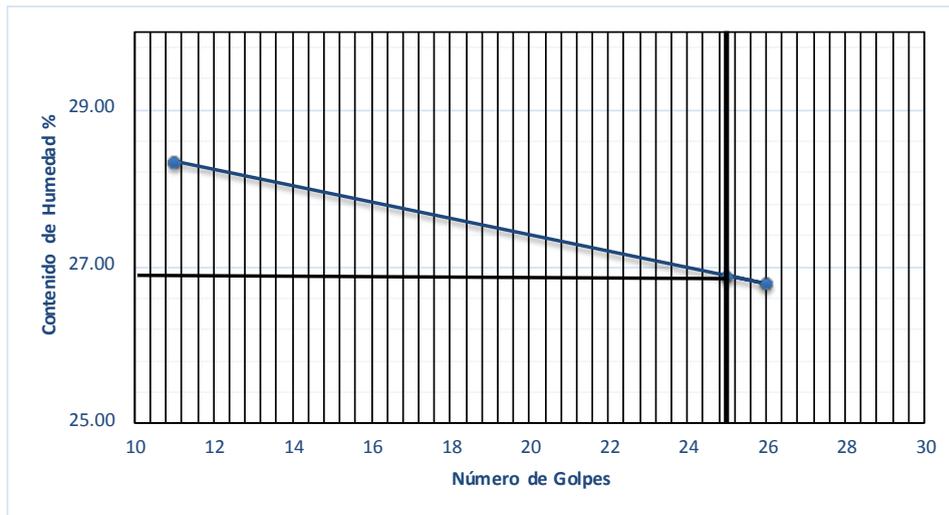
**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTÍ) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
**Fecha:** 18/07/2016

**Perforación: 1** CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS  
**Muestra:** Subrasante

**Profundidad:** 1.50

**LIMITE LIQUIDO**

PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		17	7	T1	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	24.80	22.70	25.80	
	Recipiente + Peso seco	21.20	19.70	22.70	
	Agua W <sub>w</sub>	<b>3.60</b>	<b>3.00</b>	<b>3.10</b>	
	Recipiente	8.50	8.50	11.00	
	Peso Seco W <sub>s</sub>	<b>12.70</b>	<b>11.20</b>	<b>11.70</b>	
Contenido de Humedad (%) W	<b>28.35</b>	<b>26.79</b>	<b>26.50</b>		
Número de Golpes		11	26	18	



**LIMITE PLÁSTICO**

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		X	1	5
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	12.60	15.40	16.00
	Recipiente + Peso seco	11.50	13.90	14.60
	Agua W <sub>w</sub>	<b>1.10</b>	<b>1.50</b>	<b>1.40</b>
	Recipiente	6.80	6.60	6.60
	Peso Seco W <sub>s</sub>	<b>4.70</b>	<b>7.30</b>	<b>8.00</b>
Contenido de Humedad W	<b>23.40</b>	<b>20.55</b>	<b>17.50</b>	

**W<sub>L</sub>:** 26.89 %

**W<sub>P</sub>:** 20.48 %

**I<sub>p</sub>:** 6.41 %

**Simbolo de la carta de Plasticidad**

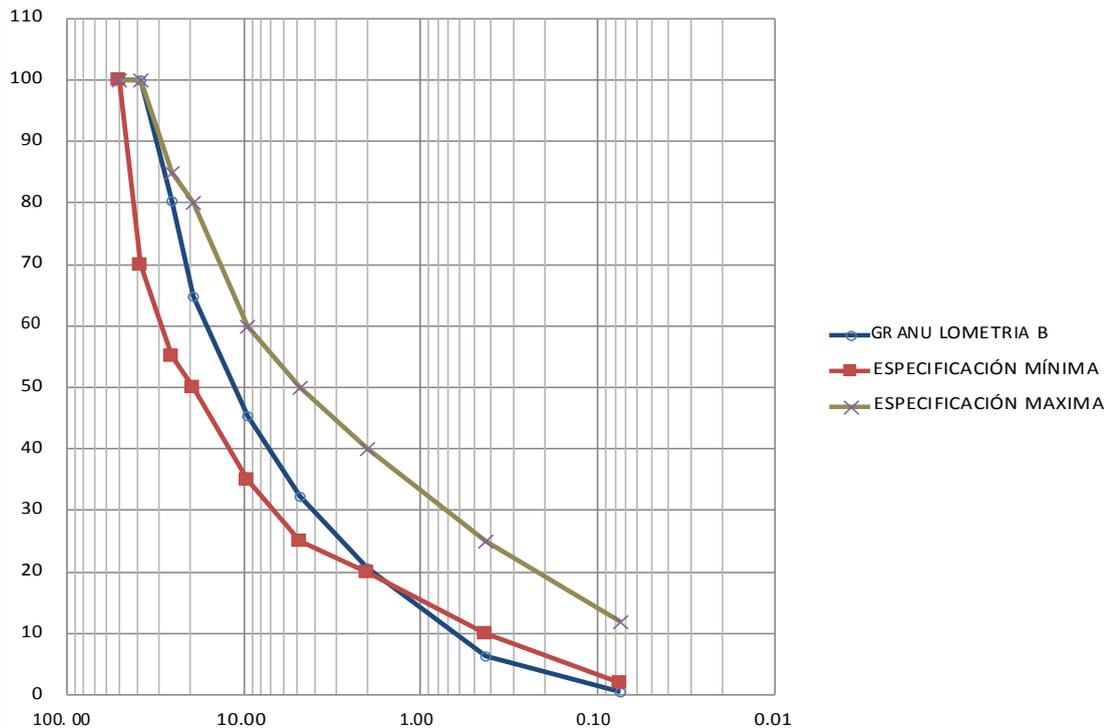
**CL - ML**



**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

<b>Proyecto:</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS	<b>Fecha:</b>	20/07/2016
<b>Abscisa:</b>	0+200	<b>Profundidad:</b>	1.50
<b>Descripcion del Material:</b>	Grava Arcillosa-Limosa GC-GM	<b>Muestra:</b>	Sub base

Tamiz	Tamiz (mm)	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
						Min.	Max.
2"	50.40	-	-	-	100	100	100
1 1/2"	38.10	-	-	-	100	70	100
1"	25.40	438.2	19.78	19.78	80	55	85
3/4"	19.05	340.8	15.38	35.16	65	50	80
3/8"	9.53	429.2	19.37	54.53	45	35	60
No. 4	4.75	290.60	13.12	67.65	32	25	50
No. 10	2.00	163.80	7.39	79.42	21	20	40
No. 40	0.43	186.80	8.43	93.64	6	10	25
No.200	0.075	39.60	1.79	99.55	0	2	12
<b>FONDO</b>		9.90	0.45	100.00	0		
<b>TOTAL</b>		2216	100.00				





ENSAYO GRANULOMÉTRICO

**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS

**Fecha:** 20/07/2016

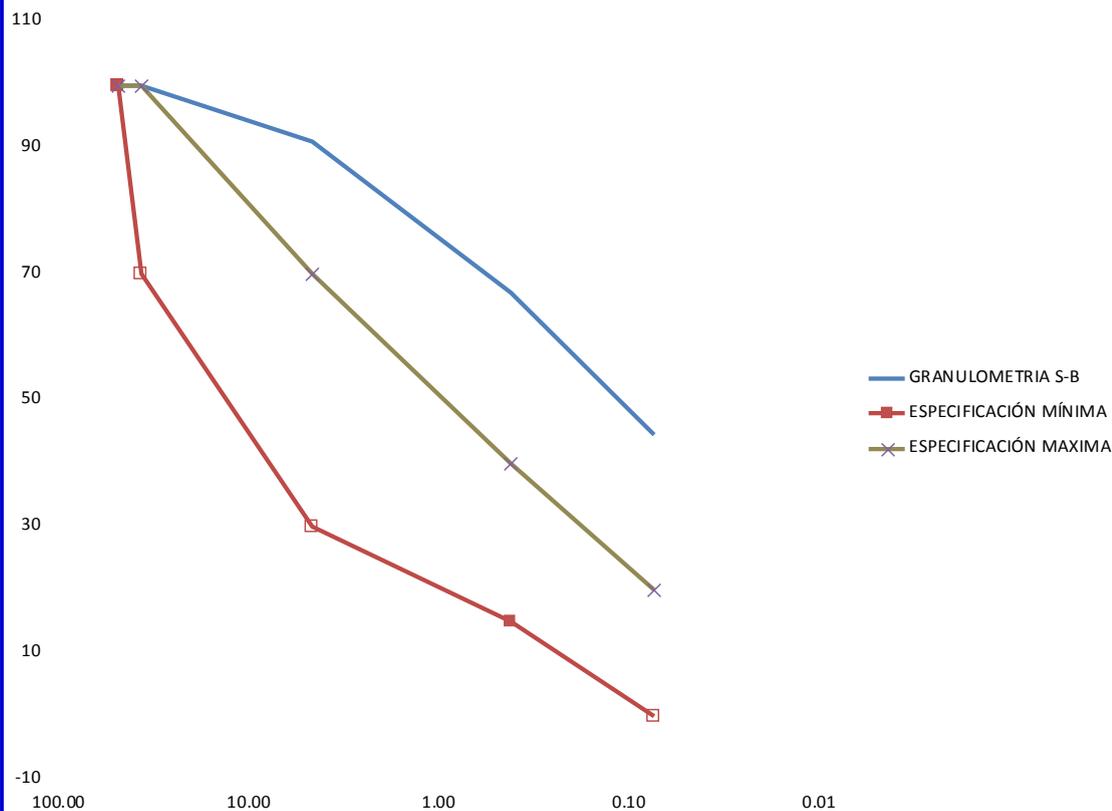
**Profundidad:** 1.50

**Abscisa:** 0+200

**Muestra:** Sub-rasante

**Descripcion del Material:** Grava Arcillosa GC

Tamiz	Tamiz (mm)	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
						Min.	Max.
2"	50.40	-	-	-	100	100	100
1 1/2"	38.10	-	-	-	100	70	100
No. 4	4.75	66.50	8.95	8.95	91	30	70
No. 40	0.43	90.70	12.21	32.93	67	15	40
No.200	0.075	44.20	5.95	55.42	45	0	20
<b>FONDO</b>		10.20	1.37	56.79	43		
<b>TOTAL</b>		742.70	100.00				





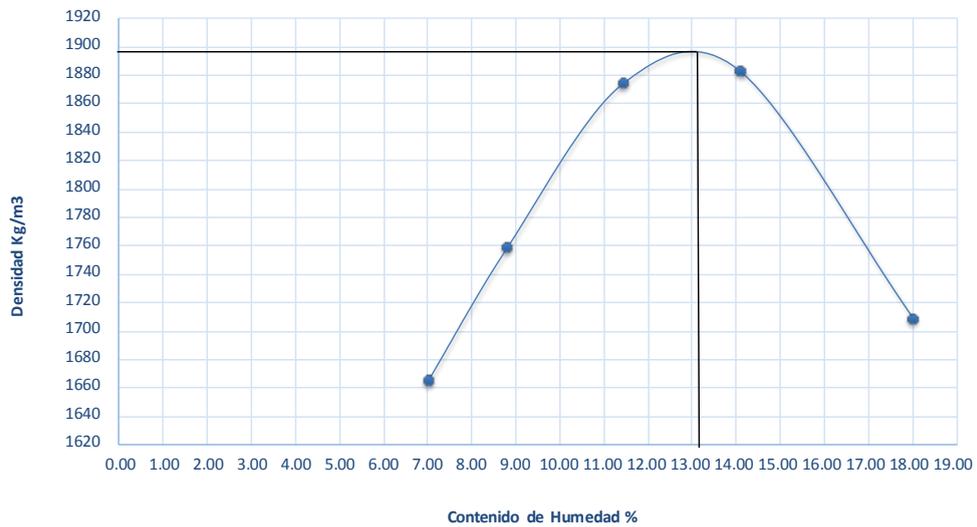
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0.000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4.295	kg	PROYECTO:	Diseño de pavimento flexible de una vía urbana en le Cantón Durán
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cda Pedro Menendez Gilbert
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	<b>1</b>

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA A HÚ-MEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + w/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm <sup>3</sup>	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m <sup>3</sup>
EN	7	300.6	282.30	21.10	18.30	261.20	7.01	5.977	1.682	1.070	1.572	1665
80	J	399.2	370.10	39.80	29.10	330.30	8.81	6.102	1.807	1.088	1.661	1759
160	F	387.4	351.40	36.70	36.00	314.70	11.44	6.267	1.972	1.114	1.770	1875
240	X	470.5	420.80	67.70	49.70	353.10	14.08	6.323	2.028	1.141	1.778	1883
320	XXX	471.1	409.60	68.20	61.50	341.40	18.01	6.199	1.904	1.180	1.613	1709



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 7.01 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 13.08 %

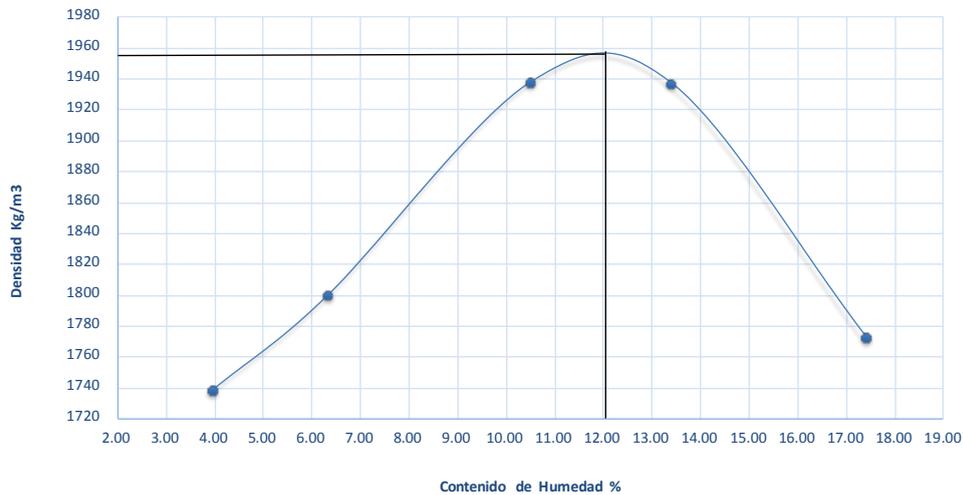
DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1883 kg/m<sup>3</sup>



PRUEBA DE PROCTOR

VOLUMEN DEL CILIN	0.000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO	4.295	kg	PROYECTO:	Diseño de pavimento flexible de una via urbana en le Cantón Durán
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cdla Pedro Menendez Gilbert
NÚMERO DE CAPAS :	5		MUESTRA:	2

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIER R A HÚ- MEDA + RE- CIPIENTE	PESO TIER RA SECA + RE- CIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIER R A HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIER RA HÚMEDA Wh	1+ w/100	PESO TIER RA SECA	DENSIDAD SECA
cm <sup>3</sup>	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m <sup>3</sup>
EN	8	282.7	272.80	21.80	9.90	251.00	3.94	6.001	1.706	1.039	1.641	1739
80	13	254.3	240.90	29.10	13.40	211.80	6.33	6.102	1.807	1.063	1.699	1800
160	A	260.1	237.50	22.40	22.60	215.10	10.51	6.317	2.022	1.105	1.830	1938
240	Nº	270.4	242.10	30.70	28.30	211.40	13.39	6.369	2.074	1.134	1.829	1938
320	15	321.7	277.40	22.90	44.30	254.50	17.41	6.260	1.965	1.174	1.674	1773



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 3.94 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 12.00 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1958 kg/m<sup>3</sup>



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



**C.B.R. - DENSIDADES**

<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible de una vía urbana en el Cantón Durán	<b>Fecha:</b>	25/07/2016
<b>Ubicación:</b>	Cdla. Pedro Menedez Gilbert	<b>Abscisa:</b>	0+200
<b>Muestra:</b>	<b>1</b>	<b>Vol.del Espec.(m3)</b>	0.00232
		<b>Material:</b>	Sub base

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

HUMEDAD			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Recipiente N°		M	B	35
	Wh + Recipiente.		520.1	432.6	341.7
	Ws + Recipiente.		497.7	411.9	308.9
	Ww		<b>22.4</b>	<b>20.7</b>	<b>32.8</b>
	Wrecipiente		75.6	67.6	68
	Wseco		<b>422.1</b>	<b>344.3</b>	<b>240.9</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>5.307</b>	<b>6.012</b>	<b>13.616</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10151.5	11136.2	11351.40	
Peso de Molde		5877	6528	6231	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4.27445</b>	<b>4.6082</b>	<b>5.1204</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>4.059</b>	<b>4.347</b>	<b>4.507</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>5.307</b>	<b>6.012</b>	<b>13.616</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1842</b>	<b>1986</b>	<b>2207</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1750</b>	<b>1874</b>	<b>1943</b>	

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

HUMEDAD			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Recipiente N°		5	B	9
	Wh + Recipiente.		365.2	425.6	367.3
	Ws + Recipiente.		354.1	410.1	329.1
	Ww		<b>11.1</b>	<b>15.5</b>	<b>38.2</b>
	Wrecipiente		29.5	31	29.9
	Wseco		<b>324.6</b>	<b>379.1</b>	<b>299.2</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>3.420</b>	<b>4.089</b>	<b>12.767</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10327.6	11321.3	11806.4	
Peso de Molde		5877	6528	6231	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4.4506</b>	<b>4.7933</b>	<b>5.5754</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>4.303</b>	<b>4.605</b>	<b>4.944</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>3.420</b>	<b>4.089</b>	<b>12.767</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1918</b>	<b>2066</b>	<b>2403</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1855</b>	<b>1985</b>	<b>2131</b>	

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0.053	0.062	0.047
24 Horas			0.059	0.069	0.051
48 ..			0.065	0.073	0.054
72 ..			0.069	0.076	0.057
96 ..			0.072	0.085	0.059
	<b>HINCHAMIENTO</b>	%	0.475	0.575	0.300
	C.B.R.	%	12 GOLFES	25 GOLFES	56 GOLFES
	Densidad Seca.	ds	1750	1874	1943



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



**CBR PENETRACIÓN**

**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS

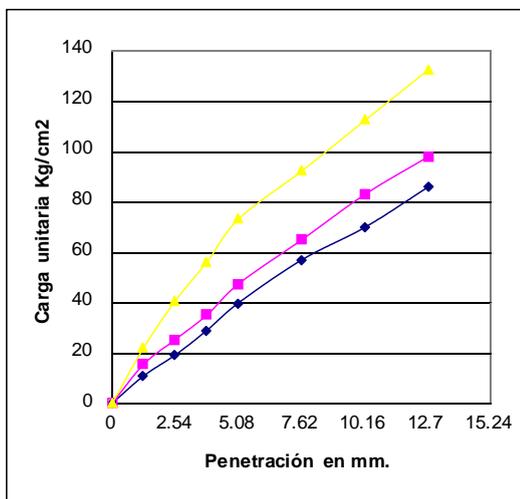
**Fecha:** 30/07/2016

**Material:** Sub base **Muestra:** 1

MOLDE No.:		PESO DE MOLDE:	
No. DE GOLPES POR CAPA:	12	VOLUMEN DEL MOLDE:	0,002316
No. DE CAPAS:	5	PESO DEL MARTILLO:	10 Lbs.
		ALTURA DE CAIDA:	18 pulg.

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")				210	300	430			
2.54 mm (0.10")				370	490	790			
3.81 mm (0.15")				560	680	1090			
5.08 mm (0.20")				770	920	1420			
7.62 mm (0.30")				1100	1260	1790			
10.16 mm (0.40")				1350	1610	2180			
12.70 mm (0.50")				1660	1900	2570			

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA Kg/cm <sup>2</sup>					
0 mm (0,0")				0	0	0			
1.27 mm (0.05")				10.85	15.50	22.22			
2.54 mm (0.10")				19.12	25.32	40.82			
3.81 mm (0.15")				28.93	35.13	56.32			
5.08 mm (0.20")				39.79	47.54	73.37			
7.62 mm (0.30")				56.84	65.10	92.49			
10.16 mm (0.40")				69.75	83.19	112.64			
12.7 mm (0.50")				85.77	98.17	132.79			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	19.12	39.79
25	25.32	47.54
56	40.82	73.37
<b>C.B.R.</b>	%	
12	27.31	37.89
25	36.17	45.27
56	58.31	69.88



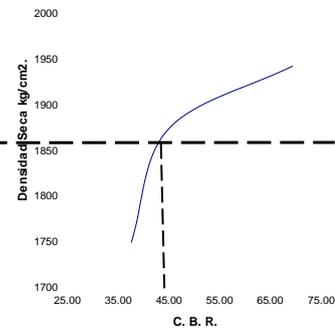
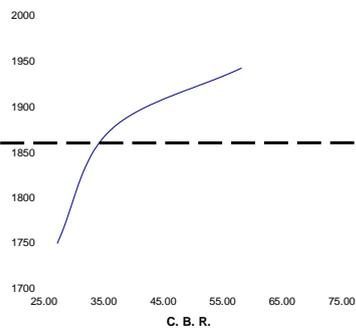
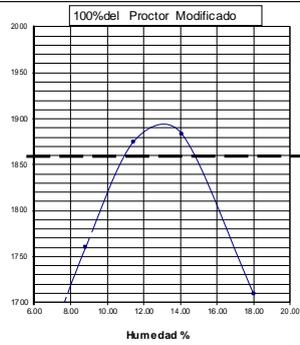
PROCTOR - C.B.R.

FECHA: 01/08/2016

PROCTOR MODIFICADO

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 35%

C. B. R. = 44%

CLASIFICACION MOP	
BASE	>80%
SUB-BASE	>30%
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	>20%
SUBRASANTE	>3%

C.B.R DE DISEÑO (%)

44



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



**C.B.R. - DENSIDADES**

<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible de una vía urbana en el Cantón Durán	<b>Fecha:</b>	25/07/2016
<b>Ubicación:</b>	Cdla. Pedro Menedez Gilbet	<b>Abscisa:</b>	0+200
<b>Muestra:</b>	2	<b>Vol.del Espec.(m3)</b>	0.00232
		<b>Material:</b>	Sub-rasante

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	A8	CD	S
	Wh + Recipiente.	307.8	335.9	471.5
	Ws + Recipiente.	280.5	305.6	432.1
	Ww	<b>27.3</b>	<b>30.3</b>	<b>39.4</b>
	Wrecipiente	22.5	28.7	29.5
	Wseco	<b>258</b>	<b>276.9</b>	<b>402.6</b>
	W% (porcentaje de humedad)	<b>10.581</b>	<b>10.943</b>	<b>9.786</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9835.8	11220.3	10092.10
Peso de Molde		5860	7068	5708
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>3.9758</b>	<b>4.1523</b>	<b>4.3841</b>
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3.595</b>	<b>3.743</b>	<b>3.993</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>10.581</b>	<b>10.943</b>	<b>9.786</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1714</b>	<b>1790</b>	<b>1890</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W% .	ds	<b>1550</b>	<b>1613</b>	<b>1721</b>

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	AB	1	4
	Wh + Recipiente.	323.6	350	346.5
	Ws + Recipiente.	305.6	334.5	322.8
	Ww	<b>18</b>	<b>15.5</b>	<b>23.7</b>
	Wrecipiente	21.2	30.2	29
	Wseco	<b>284.4</b>	<b>304.3</b>	<b>293.8</b>
	W% (porcentaje de humedad)	<b>6.329</b>	<b>5.094</b>	<b>8.067</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9900.2	11210.3	10295.7
Peso de Molde		5860	7068	5708
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4.0402</b>	<b>4.1423</b>	<b>4.5877</b>
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3.800</b>	<b>3.942</b>	<b>4.245</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>6.329</b>	<b>5.094</b>	<b>8.067</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1741</b>	<b>1785</b>	<b>1977</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W% .	ds	<b>1638</b>	<b>1699</b>	<b>1830</b>

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0.092	0.102	0.098
24 Horas			0.123	0.146	0.124
48 ..			0.125	0.135	0.130
72 ..			0.126	0.140	0.135
96 ..			0.126	0.140	0.135
	<b>HINCHAMIENTO</b>	%	0.850	0.950	0.925
	C.B.R.	%	12 GOLFES	25 GOLFES	56 GOLFES
	Densidad Seca.	ds	1550	1613	1721



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



**CBR PENETRACIÓN**

**Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS  
**Fecha:** 30/07/2016  
 CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS

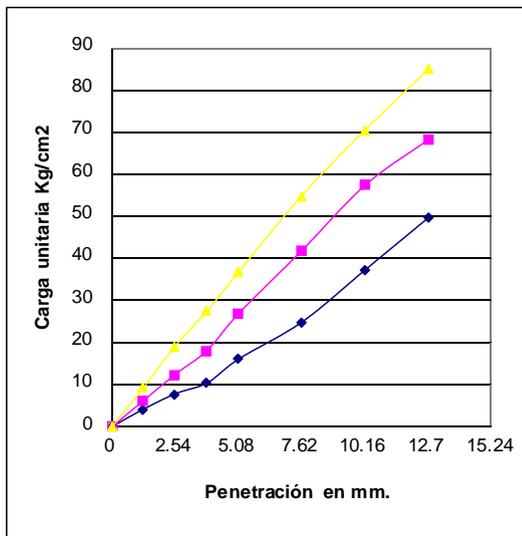
**Material:** Sub-rasante **Muestra:** 2

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002316
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")				80	120	180			
2.54 mm (0.10")				150	240	370			
3.81 mm (0.15")				200	350	530			
5.08 mm (0.20")				310	520	710			
7.62 mm (0.30")				480	810	1060			
10.16 mm (0.40")				720	1110	1360			
12.70 mm (0.50")				960	1320	1640			

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA Kg/cm <sup>2</sup>					
0 mm (0,0")				0	0	0			
1.27 mm (0.05")				4.13	6.20	9.30			
2.54 mm (0.10")				7.75	12.40	19.12			
3.81 mm (0.15")				10.33	18.08	27.38			
5.08 mm (0.20")				16.02	26.87	36.68			
7.62 mm (0.30")				24.80	41.85	54.77			
10.16 mm (0.40")				37.20	57.35	70.27			
12.7 mm (0.50")				49.60	68.20	84.74			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	7.75	16.02
25	12.40	26.87
56	19.12	36.68
<b>C.B.R.</b>	%	
12	11.07	15.25
25	17.72	25.59
56	27.31	34.94



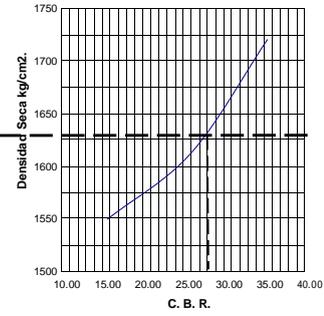
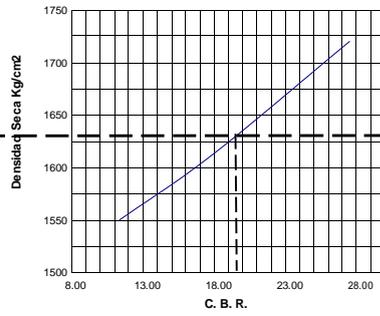
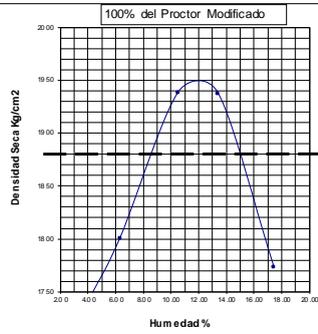
PROCTOR - C.B.R.

FECHA: 01/08/2016

PROCTOR MODIFICADO

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 19,50%

C. B. R. = 27,50 %

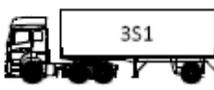
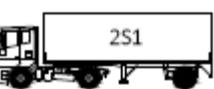
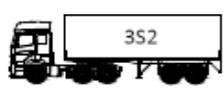
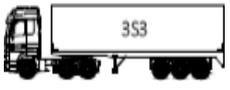
CLASIFICACION MOP	
BASE	>80%
SUB-BASE	>30%
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	>20%
SUBRASANTE	>3%

C.B.R DE DISEÑO (%)  
27,50

# **ANEXO N°8**

**TABLAS DE EJES EQUIVALENTES**

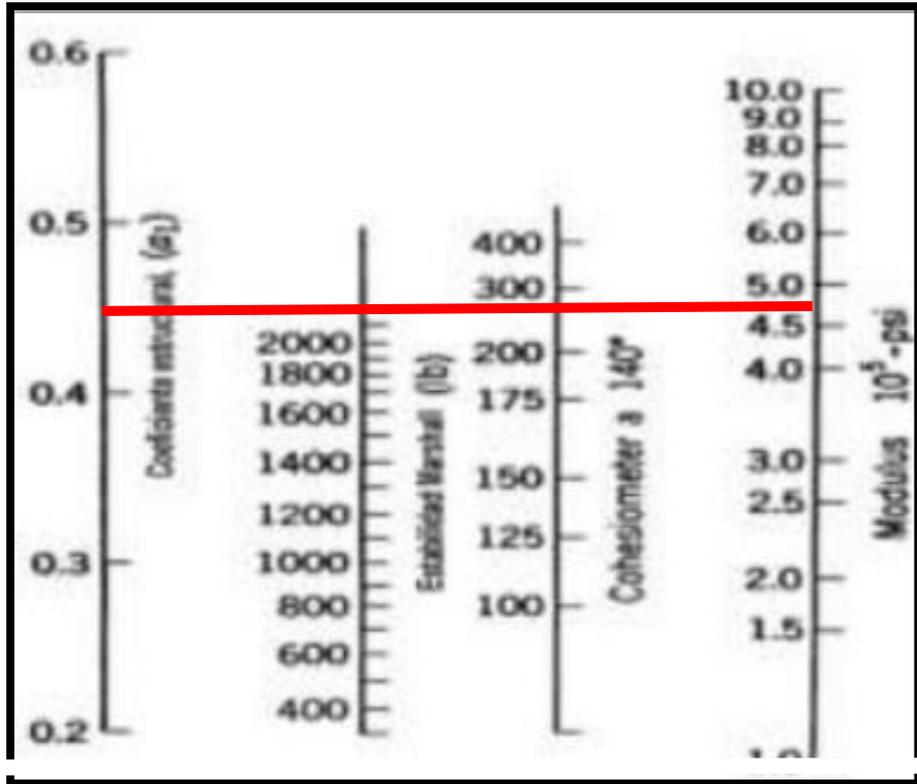
Lx/Ton	Lx/Kips	L18	L2x	L2s	Pt	SN	G	Bx	GIBX	B18	GIB18	WX/W18	LEF
1	2.2	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	0.405204827	-0.2194966	2.04114139	-0.04357419	3385.62567	0.00029537
2	4.4	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	0.428210041	-0.20770434	2.04114139	-0.04357419	283.748445	0.00352425
3	6.6	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	0.485074572	-0.18335548	2.04114139	-0.04357419	58.3917306	0.01712571
4	8.8	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	0.593389145	-0.1498866	2.04114139	-0.04357419	18.6614091	0.05358652
7	15.4	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	1.420275594	-0.06262241	2.04114139	-0.04357419	1.93677645	0.51632185
11	24.2	18	1	1	2	2.5	-0.08894108	4.485974157	-0.01982648	2.04114139	-0.04357419	0.27306678	3.66210787
18	39.6	18	2	1	2	2.5	-0.08894108	2.59844923	-0.03422852	2.04114139	-0.04357419	0.48147999	2.07692952
20	44	18	2	1	2	2.5	-0.08894108	3.441954957	-0.02584028	2.04114139	-0.04357419	0.30325888	3.29751268
24	52.8	18	3	1	2	2.5	-0.08894108	1.932140803	-0.0460324	2.04114139	-0.04357419	0.66424571	1.50546701

	CLASE DE VEHICULOS	EJE DELANTERO (Ton)	EJE TRASERO (Ton)	EJE TRASERO (Ton)	Factor Camion
	AUTOMOVILES	1	1		0.000590733
	CAMIONETAS	1	2		0.003819615
	BUS	7	18		2.593251367
	C2P	3	7		0.533447564
	C2G	7	11		4.178429725
	C3	7	20		3.813834536
	C3-S1	7	20	11	7.475942409
	C2-S1	7	11	11	7.840537598
	C2-S2	7	11	20	7.475942409
	C3-S2	7	20	20	7.11134722
	C3-S3	7	20	24	5.319301548

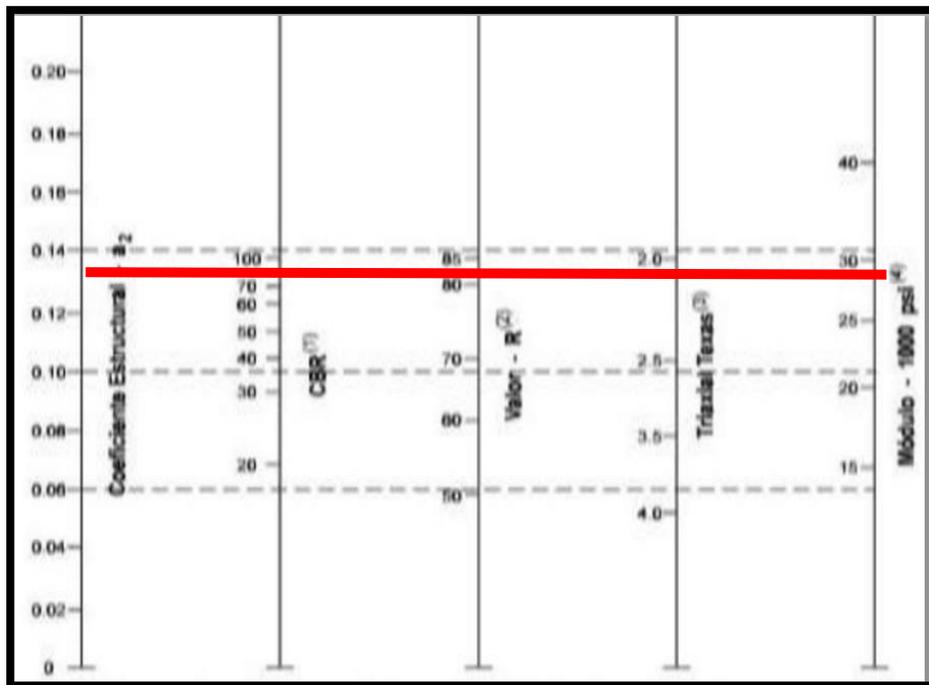
CLASE DE VEHICULOS	TPDA n AÑOS	DD	LD	FACTOR CAMION FC	ESAL'S
AUTOMOVILES	11337	50	100	0.000590733	1222.22756
CAMIONETAS	4360	50	100	0.003819615	3039.26747
BUS	149	50	100	2.593251367	70516.9878
C2P	0	50	100	0.533447564	0
C2G	611	50	100	4.178429725	465926.253
C3	0	50	100	3.813834536	0
C3-S1	0	50	100	7.475942409	0
C2-S1	0	50	100	7.840537598	0
C2-S2	0	50	100	7.475942409	0
C3-S2	0	50	100	7.11134722	0
C3-S3	0	50	100	5.319301548	0
					540704.735

# **ANEXO N°9**

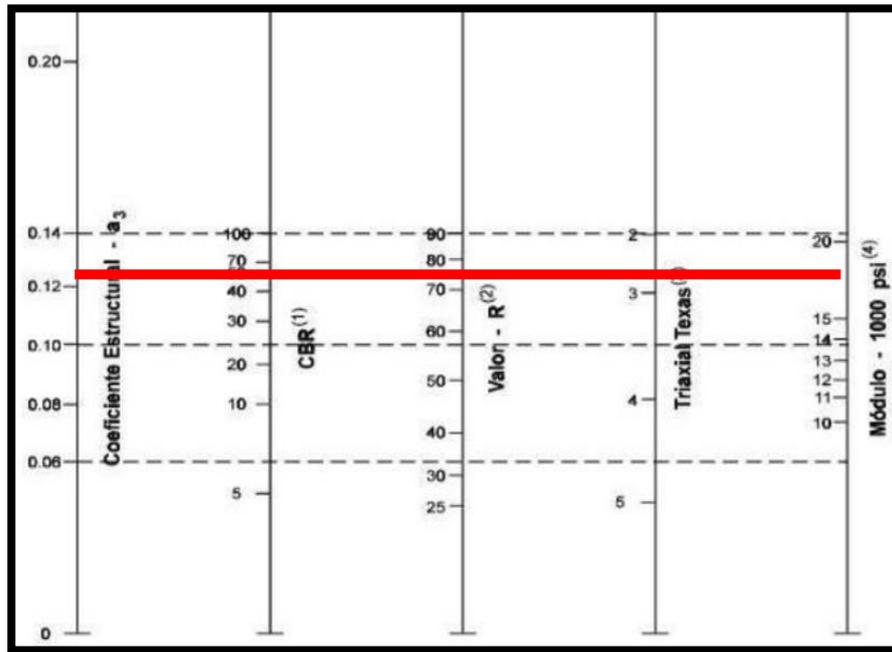
**CALCULOS DE ESORES DE CAPAS DE  
PAVIMENTO FLEXIBLE**



Estabilidad Marshall= 2300 lb       $M_r = 460000$        $a_1 = 0.43$



CBR= 80%       $M_r = 28400$        $a_2 = 0.13$



CBR=50%

Mr=17500

a<sub>3</sub>=0.12

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

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3$$

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1$$

## Sn para la capa de rodadura

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
90 % Zr=-1.282 So = 0.5

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr = 28400 psi

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 540704.74**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.91**

Calcular Salir

$$SN_1 = 1.91$$

Teórico

$$D_1 = SN_1 / a_1$$

$$D_1 = 1.91 / 0.45$$

$$D_1 = 4.44 \text{ pulg.} = 11.28 \text{ cm} = 11 \text{ cm.}$$

Propuesta

Asumiendo  $D_1' = 7.5 \text{ cm.}$

$$SN_1' = 7.5 * 0.43$$

$$SN_1' = 3.22 \text{ cm} = 1.26 \text{ pulg.}$$

## Sn para la base

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
90 %  $Z_r = -1.282$   $S_o = 0.5$

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial  PSI final

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr  psi

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN  $W_{18} =$   
 Calcular  $W_{18}$

Número Estructural  
SN =

Calcular Salir

SN2=2.29

Teórico

$D_2 = SN_2 - SN_1 / a_2 * m_2$

$D_2 = 2.29 - 1.92 / 0.13 * 1$

$D_2 = 2.84$  pulg. = 7.21 cm.

Propuesta

Asumiendo  $D_2' = 15$  cm

$SN_2' = D_2' * a_2 * m_2$

$SN_2' = 15 \text{ cm} * 0.13 * 1$

$SN_2' = 1.95$  cm. = 0.76 pulg.

## Sn para la subbase

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
90 % Zi=-1.282 So = 0.5

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 14600 psi

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 540704.74**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.45**

Calcular Salir

SN3=2.45

Teórico

$D3 = SN3 - SN2 / a3 * m3$

$D3 = 2.45 - 2.29 / 0.12 * 1$

$D2 = 1.33 \text{ pulg.} = 3.38 \text{ cm.}$

Propuesta

Asumiendo  $D2' = 15 \text{ cm.}$

$SN2' = D2' * a2 * m2$

$SN2' = 15 \text{ cm} * 0.11 * 1$

$SN2' = 1.8 \text{ cm} = 0.70 \text{ pulg.}$

$$\text{SNcal}=\text{SN1}'+\text{SN2}'+\text{SN3}'$$

$$\text{SNcal}=1.26+0.79+0.7$$

$$\text{SNcal}=2.75$$

$$\text{SNcal}>\text{SNreq}$$

$$2.75 > 2.45$$

## Bibliografía

Cardenas, J. (2002). *Diseño geometrico de Carreteras*. Bogota.

Escobar, L. M. (2012). *Diseño de pavimentos flexibles y rigidos*. Armenia.

Gomez, E. d. (2015). *Estudio de la via General Gomez*

*icc.ucv*. (2006). Obtenido de *icc.ucv*:

[http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/granulometria.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/granulometria.pdf)

juan. (12 de 12 de 2008). *hormail*. Obtenido de hotmAIL: WWW.HOTMAIL.COM

MOP. (2003). *Normas de diseño geometrico de carreteras*.

*scribd*. (2008). Obtenido de scribd: <http://es.scribd.com/doc/5364042/ensayo-de-humedad>

Teran, D. (2015). LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA RÍO BLANCO – PUCAYACA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTO. *LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA RÍO BLANCO– PUCAYACA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTO*. Ambato, Ecuador.

*upcommomns*. (2006). Obtenido de *upcommomns*:

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3282/5/53973-5.pdf>

*wikipedia*. (2004). Obtenido de *wikipedia*:

[http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites\\_de\\_Atterberg](http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg)

Wikipedia. (04 de 05 de 2014). *Wikipedia*. Obtenido de *Wikipedia*:

[https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADa\\_p%C3%BAblica](https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADa_p%C3%BAblica)





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia y Tecnología  
Innovación y saberes



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO</b>		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE UNA VÍA URBANA DE LA CDLA. PEDRO MENÉNDEZ GILBERT DESDE LA CALLE DE LOS 10 CARRILES (NICOLÁS LAPENTI) HASTA LA AVENIDA AMAZONAS CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL GUAYAS	
<b>AUTOR/ES:</b>		<b>REVISORES:</b>	
Mayancela Ramos Carlos Eduardo Perez Falcones Frank Andres		Ing. Carlos Mora Cabrera, M.Sc. Ing. Julio Vargas Jiménez, M.Sc. Ing. Gregorio Banchón Zuñiga, M. Sc.	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil		<b>FACULTAD:</b> De Ciencias Matemáticas y Físicas	
<b>CARRERA:</b> Ingeniería civil			
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2016		<b>Nº DE PÁGS:</b> 77	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Vías  Diseño pavimento flexible.			
<b>PALABRAS CLAVE:</b>  <DISEÑO><PAVIMENTO FLEXIBLE><VÍA>			
<b>RESUMEN:</b>  El proyecto de tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil tiene como objetivo principal establecer el diseño vial que brinde comodidad y seguridad, mediante el diseño de pavimento con carpeta de rodadura de hormigón asfáltico a la vía urbana de acceso que comprende desde la avenida Nicolás Lapenti hasta la avenida Amazonas ubicada en la ciudadela Pedro Menéndez Gilbert del cantón Durán, Provincia del Guayas. Para el presente proyecto se tomaron en cuenta estudios preliminares de campo, en la vía a diseñar se realizó el debido levantamiento topográfico en la condición actual que se encontraba, mediante este levantamiento se obtuvieron las características y los parámetros necesarios para poder realizar un diseño definitivo. Se usaron herramientas y equipos topográficos tales como estación total con sus respectivos prismas y un GPS. El estudio de tráfico es una de los parámetros más importantes a la hora de diseñar, por ella en la vía se realizaron aforos de tráfico a través de un conteo manual, obteniendo el tráfico promedio diario anual (TPDA), una vez proyectado este valor a 20 años de se obtuvo el tráfico a futuro, dato muy necesario con el cual entramos a calcular los ejes equivalentes de carga definiéndose así los ESAL'S, que junto al CBR de diseño obtenido de los estudios de suelos respectivos se determinaron los espesores de capa del pavimento. Con todos los datos previamente obtenidos de los diferentes estudios se elaboró las correspondientes memorias de cálculos y el plano de la vía a diseñar.			
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>		<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			
<b>ADJUNTOS PDF:</b>		<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTOS CON AUTOR/ES:</b>		E-mail: <input type="text" value="kali20122@gmail.com"/>	
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>		Teléfono: 0996889135 2-291375	
		Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS	
		Teléfono: 2-283348	

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