



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA  
PACTO - EL PARAÍSO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA RURAL  
PACTO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.**

---

**AUTOR: Enrique Ignacio Martínez Camacho**

**TUTOR: Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg.**

**AMBATO – ECUADOR**  
**Marzo - 2022**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutora del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA PACTO - EL PARAÍSO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA RURAL PACTO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**, elaborado por el Sr. Enrique Ignacio Martínez Camacho, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804595922, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2022

---

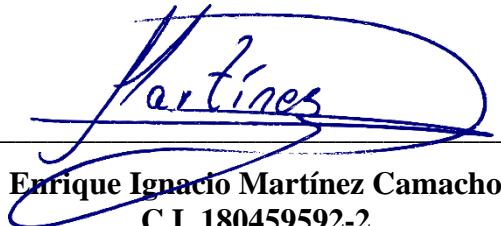
**Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg.**

**TUTORA**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Enrique Ignacio Martínez Camacho**, con C.I. 1804595922, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA PACTO - EL PARAÍSO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA RURAL PACTO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2022.



**Enrique Ignacio Martínez Camacho**  
C.I. 180459592-2

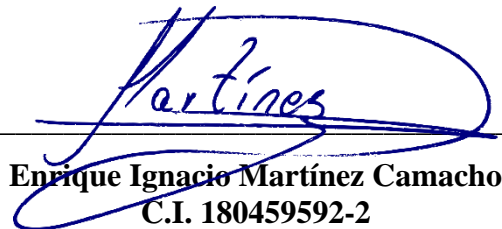
**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2022



**Enrique Ignacio Martínez Camacho**  
**C.I. 180459592-2**  
**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Enrique Ignacio Martínez Camacho de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA PACTO - EL PARAÍSO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA RURAL PACTO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**.

Ambato, marzo 2022

Para constancia firman:

---

**Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño**  
**Miembro Calificador**

---

**Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás**  
**Miembro Calificador**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a:

A mi hija Camilita Martínez Mera, por ser mi inspiración para esforzarme cada mañana en cumplir mis objetivos y lograr una profesión que me permita darle un excelente futuro, con mi dedicación en el ámbito laboral.

A mi Sra. Madre Mercedes María Camacho López, por ser mi ejemplo de fortaleza cada instante y por el cariño, la comprensión brindada en los momentos más difíciles que se han presentado en este hermoso camino llamado vida.

A mi padre Enrique Ignacio Martínez Veloz, por ser la persona quien ha cuidado de mí siempre, dándome lecciones de honestidad, superación y amor al trabajo; por inculcarme valores muy importantes que los llevo presente en mi accionar y han marcado una huella indeleble en mi personalidad.

Al Arq. Milton Ronquillo Sosa, por brindarme su experiencia y conocimiento, al permitirme implementar las estrategias de negocios que se debe efectuar en la práctica de lo aprendido en la Alma Mater Ambateña, mi querida Universidad Técnica de Ambato.

Enrique Martínez Camacho

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer profundamente:

A la Alma Mater Ambateña, la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato, de manera especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por acogerme en sus inolvidables aulas, donde adquirí experiencias que me servirán en toda mi vida profesional.

A la Ingeniera Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg., por aceptar ser mi Tutora, por compartir con paciencia su tiempo, pero sobre todo por intervenir con sus excelentes conocimientos, para poder cristalizar este proyecto; que ha permitido consolidar mis conocimientos

A los Docentes de la Carrera de Ingeniería Civil, que siempre estuvieron prestos para compartir sus conocimientos técnicos e incluso experiencias de vida, ofreciendo hasta el tiempo de su familia, para colaborar y fortalecer nuestra sapiencia, muchas gracias por formarnos con ese espíritu de ayuda e inculcarnos que siempre se puede entregar más para ser mejores personas en la nuestra sociedad.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes Investigativos .....	1
1.1.1. Antecedentes .....	1
1.1.2. Justificación.....	4
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	5
1.1.3.1. Topografía .....	5
1.1.3.1.1. Curvas de Nivel .....	6
1.1.3.2. Tipos de Levantamiento .....	7
1.1.3.3. Levantamiento Topográfico .....	7
1.1.3.3.1. Plano Topográfico.....	7
1.1.3.4. Estación Total.....	8
1.1.3.5. Vías.....	8
1.1.3.5.1. Clasificación de las Vías.....	9
1.1.3.5.1.1. Según su Función .....	9
1.1.3.5.1.2. Según Tipo de Terreno .....	10



1.1.3.5.1.3.	Según sus Características .....	11
1.1.3.6.	Tráfico .....	11
1.1.3.6.1.	Tráfico Promedio Diario Anual .....	12
1.1.3.6.1.1.	Proceso de Cálculo del TPDA .....	13
1.1.3.6.2.	Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico. ....	15
1.1.3.7.	Suelo .....	15
1.1.3.7.1.	Fases del Suelo Símbolos y Definiciones. ....	16
1.1.3.7.2.	Relaciones de Peso y Volúmenes .....	18
1.1.3.7.3.	Granulometría .....	19
1.1.3.7.4.	Límites de Atterberg .....	20
1.1.3.7.4.1.	Límite Plástico (LP) .....	21
1.1.3.7.4.2.	Límite Líquido (LL) .....	21
1.1.3.7.4.1.	Índice Plástico (IP) .....	22
1.1.3.7.4.2.	Límite de Contracción .....	22
1.1.3.7.5.	Ensayo CBR.....	22
1.1.3.7.6.	Compactación .....	22
1.1.3.7.6.1.	Proctor Modificado.....	23
1.1.3.7.7.	Contenido de Humedad .....	23
1.1.3.8.	Pavimento .....	24
1.1.3.8.4.	Pavimento Semi-rígido .....	25
1.1.3.8.5.	Pavimento Rígido .....	25
1.1.3.8.6.	Pavimento Articulado .....	25
1.1.3.8.7.	Pavimento Flexible .....	25
1.1.3.8.7.1.	Base .....	26
1.1.3.8.7.2.	Sub base.....	26
1.1.3.8.7.3.	Subrasante .....	27
1.1.3.9.	Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles .....	27

1.1.3.9.1.	Periodo de Diseño .....	28
1.1.3.9.2.	Vida Útil del Pavimento .....	28
1.1.3.9.3.	Tránsito Equivalente Según el Periodo de Diseño Requerido (W18) .....	29
1.1.3.9.4.	Nivel de Confiabilidad (R) .....	29
1.1.3.9.5.	Desviación Estándar Global.....	30
1.1.3.9.6.	Módulo de Resiliencia (Mr).....	30
1.1.3.9.7.	Índice de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) .....	31
1.1.3.9.8.	Determinación del Número Estructural según Ábaco AASHTO 93 .....	32
1.1.3.9.8.1.	Cálculo de Espesores por Capa .....	32
1.1.3.10.	Diseño Geométrico .....	33
1.1.3.10.1.	Alineamiento Horizontal.....	33
1.1.3.10.2.	Alineamiento Vertical.....	33
1.1.3.10.3.	Secciones Transversales Típicas.....	34
1.2.	Objetivos.....	35
1.2.1.	General:.....	35
1.2.2.	Específicos: .....	35
<b>CAPÍTULO II .....</b>		<b>36</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>36</b>
2.1.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	36
2.1.1.	Materiales.....	36
2.1.2.	Equipos.....	38
2.2.	Métodos .....	40
2.2.1.	Ubicación del Proyecto .....	41
2.2.1.1.	Ubicación Macro del Proyecto .....	41
2.2.1.2.	Ubicación Meso del Proyecto.....	42

2.2.1.3.	Ubicación Micro .....	43
2.2.2.	Plan de Recolección de Datos .....	45
2.2.2.1.	Levantamiento Topográfico .....	45
2.2.2.2.	Conteo Vehicular .....	46
2.2.2.3.	Ensayos de Suelo .....	46
2.2.3.	Plan de Procesamiento y Análisis de Datos .....	47
2.2.3.1.	Plan de Procesamiento .....	47
2.2.3.2.	Análisis de Datos .....	47
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>
3.1.	Análisis y Discusión de los Resultados .....	48
3.1.1.	Levantamiento Topográfico Realizado con GPS Diferencial .....	48
3.1.2.	Conteo Vehicular .....	49
3.1.2.1.	Tráfico Actual (TPDA) .....	52
3.1.2.2.	Cálculo del Tránsito Atraído .....	54
3.1.2.3.	Tránsito Generado .....	55
3.1.2.4.	Tránsito Desarrollado .....	55
3.1.2.5.	Determinación del Tránsito Actual .....	56
3.1.2.6.	Determinación del Tráfico Futuro .....	57
3.1.2.7.	Clasificación de la Vía .....	59
3.1.2.8.	Velocidad de Diseño .....	59
3.1.3.	Suelos .....	60
3.1.3.1.	Trabajos Realizados .....	60
3.1.3.1.1.	Trabajos de Campo .....	60
3.1.3.1.2.	Trabajos de Laboratorio .....	61
3.1.3.2.	Origen Geológico – Geotécnico del Sector .....	61
3.1.3.2.1.	Características Geológicas del Sector .....	61

3.1.3.2.2.	Zonificación Sísmica Del Sector .....	62
3.1.3.3.	Naturaleza y Distribución de Unidades Geotécnicas .....	63
3.1.3.3.1.	ABS: 0+000 a 1+000 .....	64
3.1.3.3.2.	ABS: 1+000 a 2+000 .....	64
3.1.3.3.3.	ABS: 2+000 a 3+000 .....	64
3.1.3.3.4.	ABS: 3+000 a 4+000 .....	64
3.1.3.3.5.	ABS: 4+000 a 5+000 .....	65
3.1.3.3.6.	ABS: 5+000 a 6+000 .....	65
3.1.3.3.7.	ABS: 6+000 a 7+000 .....	65
3.1.3.3.8.	ABS: 7+000 a 8+000 .....	65
3.1.3.3.9.	ABS: 8+000 a 9+000 .....	66
3.1.3.3.10.	ABS: 9+000 a 10+000 .....	66
3.1.3.4.	Expansividad del Suelo de Fundación.....	66
3.1.3.4.1.	Nivel Freático y Aguas Subterráneas.....	67
3.1.3.5.	Suelo de Fundación a Nivel de Subrasante .....	67
3.1.4.	Diseño del Pavimento .....	69
3.1.4.1.	Metodología de Diseño según AASHTO 93 .....	69
3.1.4.1.1.	Ecuación General.....	70
3.1.4.1.2.	Periodo de Diseño.....	71
3.1.4.1.3.	Factor de Daño “Fd” .....	71
3.1.4.1.4.	Factor de Distribución por Carril.....	72
3.1.4.1.5.	Cálculo de los Ejes Equivalentes (W18).....	73
3.1.4.1.6.	Espesores Mínimos .....	75
3.1.4.1.7.	Confiabilidad “R” .....	75
3.1.4.1.8.	Desviación Estándar $Z_r$ .....	76
3.1.4.1.9.	Desviación Estándar Global “So” .....	77
3.1.4.1.10.	Índice de Serviciabilidad $\Delta PSI$ .....	78

3.1.4.1.11.	CBR de Diseño .....	78
3.1.4.1.12.	Módulo Resistente de la Subrasante ( <b><i>Mr</i></b> ).....	80
3.1.4.1.13.	Espesores por Capa.....	80
3.1.4.1.13.1.	Coeficiente de la Capa Asfáltica <b><i>a1</i></b> .....	81
3.1.4.1.13.2.	Cálculo del Módulo Resiliente ( <b><i>Mr</i></b> ) y Coeficiente Estructural de la Base <b><i>a2</i></b> . .....	82
3.1.4.1.13.3.	Cálculo del Módulo Resiliente ( <b><i>Mr</i></b> ) y Coeficiente Estructural de la Sub-base <b><i>a3</i></b> .....	84
3.1.4.1.13.4.	Coeficiente de Drenaje .....	85
3.1.4.1.14.	Cálculo del Número Estructural de la Vía (SN) .....	86
3.1.4.1.14.1.	Cálculo del Espesor y el Número Estructural Real de la Capa Asfáltica.....	88
3.1.4.1.14.2.	Cálculo del Espesor y el Número Estructural Real de la Capa Base .....	89
3.1.4.1.14.3.	Cálculo del Espesor de la Sub-Base .....	90
3.1.5.	Estructura del Pavimento Asfáltico.....	91
3.1.5.1.	Especificaciones para los Materiales del Pavimento.....	91
3.1.5.1.1.	Carpeta Asfáltica, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta .....	92
3.1.5.1.2.	Riego de Imprimación .....	94
3.1.5.1.3.	Base Granular Clase 2.....	94
3.1.5.1.4.	Sub-Base Granular Clase 3 .....	95
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>96</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>96</b>
4.1.	Conclusiones .....	96
4.2.	Recomendaciones .....	98
<b>Referencia Bibliográfica</b>	.....	<b>100</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>102</b>

ANEXO A.....	102
EQUIPOS Y MATERIALES.....	102
ANEXO B .....	110
CONTEO VEHICULAR .....	110
ANEXO C.....	119
MECANICA DE SUELOS .....	119
ANEXO D.....	182
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	182

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1.- Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera .....	28
Tabla No. 2.- Factor de distribución por Carril.....	29
Tabla No. 3.- Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la zona. ....	29
Tabla No. 4.- Factores de Desviación Normal. ....	30
Tabla No 5.- Factores de Desviación Normal .....	31
Tabla No. 6.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg). ....	33
Tabla No. 7.- Conteo Vehicular por días .....	49
Tabla No. 8.- Conteo Vehicular .....	51
Tabla No. 9.- Hora Pico .....	52
Tabla No. 10.- Tránsito Promedio Diario Anual Aproximado .....	57
Tabla No. 11.- Tasa de crecimiento Vehicular .....	57
Tabla No. 12.- Tráfico futuro.....	58
Tabla No. 13.- Porcentajes del tráfico futuro.....	59
Tabla No. 14.- Relación, función, clase MOP y tráfico.....	59
Tabla No. 15.- Valores de Diseño Geométrico Recomendados.....	60
Tabla No. 16.- Zonificación sísmica y factor de zona Z.....	63
Tabla No. 17.- Resultados de los ensayos de Compactación Proctor .....	68
Tabla No. 18.- Resultados de los ensayos de CBR .....	68
Tabla No. 19.- Restricciones en el tiempo .....	71
Tabla No. 20.- Factores de daño de vehículos .....	72
Tabla No. 21.- Factor de distribución de carril .....	72
Tabla No. 22.- Número de Ejes Equivalentes .....	74
Tabla No. 23.- Espesores mínimos según ejes equivalentes en pulgadas.....	75
Tabla No. 24.- Niveles de Confiabilidad Sugeridos .....	76
Tabla No. 25.- Valores de la desviación estándar normal (Zr) .....	77
Tabla No. 26.- Percentil de Resistencia del Suelo .....	78
Tabla No. 27.- CBR Ordenado.....	79
Tabla No. 28.- CBR de Diseño .....	80
Tabla No. 29.- Características de drenaje del material. ....	85
Tabla No. 30.- Datos históricos del tiempo, de la Parroquia Pacto. ....	85
Tabla No. 31.- Coeficientes de drenaje m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> .....	86

Tabla No. 32.- Resumen de datos calculados .....	87
Tabla No. 33.- Requisitos cementos asfálticos MOP 2003- Tabla 810.2.1 .....	93
Tabla No. 34.- Granulometría de la Base Clase 2- MOP Tabla 404-1.2 .....	95
Tabla No. 35.- Granulometría de la Base Clase 3- MOP Tabla 404-1.3 .....	95



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura No. 1.- Esquema de una muestra de suelo.....	6
Figura No. 2.- Estación Total.....	8
Figura No. 3.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	15
Figura No. 4.- Esquema de una muestra de suelo.....	17
Figura No. 5.- Muestra obtenida por medio de la tamizadora. ....	20
Figura No. 6.- Curva típica de Compactación.....	23
Figura No. 7.- Ubicación del Macroproyecto .....	41
Figura No. 8.- Ubicación del Meso del Proyecto.....	43
Figura No. 9.- Ubicación Micro del Proyecto.....	45
Figura No. 10.- Estructura de la toma de datos de la vía existente .....	49
Figura No. 11.- Mapa de zona sísmicas y factor $Z$ .....	63
Figura No. 12.- Clasificación de la Expansividad de Suelo en función del IP .....	67
Figura No. 13.- Diagrama de CBR .....	79
Figura No. 14.- Nomograma para estimar el coeficiente $a_1$ para la carpeta asfáltica. .....	81
Figura No. 15.- Carta para la Estimación del Coeficiente Estructural $a_1$ del asfalto	82
Figura No. 16.- Nomograma para determinar el coeficiente estructural de la base granular ( $a_2$ ).....	83
Figura No. 17.- Nomograma para determinar el coeficiente estructural de la sub- base( $a_3$ ) .....	84
Figura No. 18.- Cálculo del número estructural de la capa asfáltica .....	88
Figura No. 19.- Cálculo del número estructural de la capa base.....	89
Figura No. 20.- Cálculo del número estructural de la capa Sub-Base .....	90
Figura No. 21.- Espesores del diseño de la estructura del pavimento flexible .....	91
Figura No. 22.- Notas de la tabla 810.2.1 .....	93

## RESUMEN

En el presente estudio se realizó el conteo de vehículos para la determinación del TPDA de forma manual, este análisis vehicular se lo ejecutó durante 7 días seguidos, desde las 6H00 hasta las 18H00 con un total de 12 horas, contabilizando los automóviles en intervalos de 15 minutos, del 20 al 26 de septiembre 2021, valores que se calcularon para un tráfico vehicular actual y proyectado a veinte años.

Se procedió a realizar los estudios del suelo, con la extracción de diez muestras alteradas que posteriormente, con el cuidado de no perturbar los contenidos de humedad se llevó a cabo los ensayos requeridos en el laboratorio con el objetivo de obtener la granulometría, los límites de Atterberg que contiene el límite líquido, límite plástico e índice plástico, Proctor Modificado y Relación de soporte de California (CBR) de la subrasante, mediante la normativa AASHTO-93 se pudo calcular y conocer los espesores de la estructura asfáltica óptimos para el volumen de tráfico planteado para un período de diseño de dos décadas.

Se diseñó la estructura del pavimento flexible para la determinación de los espesores de la subbase y base desde la parroquia rural Pacto hasta la comunidad El Paraíso, minimizando los impactos perjudiciales de los procesos de urbanización con el fin de establecer zonas de actividades capaces de transformar su economía de manera sostenible, favoreciendo al transporte público y privado, enfocados al fortalecimiento de la parroquia a través del incentivo turístico y de la conservación de la flora y fauna.

**Palabras Claves:** Estructura asfáltica, AASHTO 93, Asfalto flexible, TPDA, Pacto, CBR.

## ABSTRACT

In the present study, the vehicle count was carried out for the determination of the TPDA manually, this vehicle analysis was carried out for 7 consecutive days, from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. with a total of 12 hours, counting the cars in intervals of 15 minutes, from September 20 to 26, 2021, values that were calculated for current vehicular traffic and projected twenty years.

Soil studies were carried out, with the extraction of ten altered samples that later, with care not to disturb the moisture content, the required tests were carried out in the laboratory with the aim of obtaining the granulometry, the limits of Atterberg that contains the liquid limit, plastic limit and plastic index, Modified Proctor and California Support Ratio (CBR) of the subgrade, by means of the AASHTO-93 regulation it was possible to calculate and know the thickness of the optimal asphalt structure for the volume of raised traffic for a design period of two decades.

The structure of the flexible pavement was designed to determine the thickness of the sub-base and base from the rural parish of Pacto to the El Paraíso community, minimizing the detrimental impacts of urbanization processes in order to establish activity areas capable of transforming their economy in a sustainable way, favoring public and private transport, focused on strengthening the parish through tourism incentives and the conservation of flora and fauna.

**Keywords:** Asphalt structure, AASHTO 93, Flexible asphalt, TPDA, Pacto, CBR.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes Investigativos**

#### **1.1.1. Antecedentes**

La Constitución de la República del Ecuador elaborada en la Ciudad Alfaro, Montecristi, provincia de Manabí, dispone en el Art. 241.- La planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados. En el Art. 264 numeral 1 manifiesta que los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural; de igual manera el Art. 266 expresa que los gobiernos de los distritos metropolitanos autónomos ejercerán las competencias que corresponden a los gobiernos cantonales y todas las que sean aplicables de los gobiernos provinciales y regionales, sin perjuicio de las adicionales que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias. En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas distritales. [1]

En base a lo que dispone los literales e) de los artículos 54 y 84 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) determinan como una de las funciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos la elaboración y ejecución del plan cantonal de desarrollo y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y de sus circunscripción territorial de manera coordinada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial. [2]

El Plan Metropolitano de Desarrollo del DMQ vigente aprobado en la Ordenanza Metropolitana No. 0170 con el Plan Metropolitano de Desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito, donde destina a las áreas rurales el uso de suelo

correspondiente a la explotación racional, productiva y sustentable del recurso natural forestal, paisajístico e histórico-cultural, además plantea el tratamiento de estas áreas mediante la gestión territorial y control de uso, ocupación y áreas agrícolas residenciales en función de criterios de auto sustentabilidad ambiental, impidiendo su crecimiento y densificación bajo esquemas de reparto equitativo de carga y beneficio. [3]

La normativa actual vigente permite que la planificación territorial a nivel Nacional se la realice de acuerdo a su competencia, es el caso del Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito, que a través de una planificación coordinada y aprobada en Ordenanza Metropolitana No. 170, se enfoque a cumplir con el Plan Metropolitano de Desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito y sus objetivos específicos para cada uno de los Distritos, Cantones, Parroquias Urbanas y Rurales que por su ubicación es de su competencia el desarrollo de proyectos que permitan contribuir a los usuarios vías de conexión donde exista un aprovechamiento adecuado de los materiales a utilizarse y con un estudio que cause el mínimo impacto en los recursos naturales existentes en la localidad de estudio.

Según el Plan Estratégico de Movilidad el sistema vial y fluvial ha elaborado una propuesta de jerarquía para el escenario 2037, que se irá desarrollando progresivamente. La adaptación gradual de las prestaciones de una carretera a la evolución de los distintos usos que conviven en ella es un proceso que está limitado por los parámetros técnicos de partida. Toda carretera tiene un límite de evolución, a partir del cual las mejoras de capacidad y la convivencia de usos requieren un trazado alternativo, de alcance general o local, para compatibilizar los distintos elementos de su geometría (planta, perfil y sección). De lo contrario las intervenciones de aumento de sección no se traducen en aumentos de capacidad y sí en un riesgo para la seguridad vial. Por otro lado, no todos los tipos de tráfico pueden convivir en cualquier tipo de vía. En particular los usos agrícolas de una carretera no pueden convivir con las intensidades de tráfico y los regímenes de velocidades de las vías de mediana y alta capacidad, por lo que no se pueden transformar vías destinadas a tráficos de carácter rural y ámbito provincial en vías de mediana capacidad, sin crear alternativas que posibiliten la especialización de las carreteras y la segregación de los tráficos. Cuando

la solución técnica es utilizar el trazado existente de una vía de uso rural, con el objeto de crear una vía de rango superior, deberán crearse alternativas que canalicen los usos agrícolas y forestales, incompatibles con la funcionalidad final de la nueva carretera. [4]

La rehabilitación de caminos rurales puede afectar los ingresos de la población beneficiada a través de distintos mecanismos. Por un lado, al reducir los costos de transporte y los costos de transacción, puede incrementarse la oferta de productos agrícolas que se colocan en el mercado o el precio efectivo recibido por el agricultor, con lo cual se produciría un incremento en sus ingresos agropecuarios. Sin embargo, en la medida en que también se incrementan las oportunidades de generación de ingresos, los agentes económicos beneficiados podrían sustituir los beneficios agrícolas no salariales por otras fuentes que ayuden a obtener estabilidad económica enfocados a una mayor rentabilidad o que empiecen a estar disponibles luego de la rehabilitación del camino. Por ejemplo, los hogares rurales podrían incrementar sus ingresos no salariales no agropecuarios a partir de la producción de artesanía, o aumentar su participación en el mercado laboral, tanto agrícola como no agrícola. En la medida en que la rehabilitación del camino permita el ingreso a la región de productos más baratos que compitan con la producción agrícola local, esta sustitución de fuentes de ingreso podría ser aún mayor. [5]

La zona del noroccidente donde se va a realizar el presente estudio tiene un clima cálido húmedo que permite el cultivo de productos tanto de la sierra como de la costa siendo el producto estrella la caña de azúcar materia prima para realizar la panela, producto de exportación; motivo por el cual se aplicará lo que indica J. Escobal en su libro “El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingreso para los pobres” destacando que las personas beneficiarias del diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito tendrán mejores oportunidades para trasladar los productos que producen las personas de la parroquia y también se contribuirá con el incremento del turismo, lo cual se verá reflejado en los ingresos económicos de los habitantes del sector.

### **1.1.2. Justificación**

En México se han efectuado estudios, donde se ha determinado que el mal diseño de infraestructuras viales y el uso de controladores de tráfico obsoletos e ineficientes, son las principales causas que han ocasionado que varias ciudades presenten problemas serios de transporte, por lo que últimamente se han presentado nuevas estrategias e intensificado estudios sobre tráfico vehicular en sistemas viales, buscando agilizar la movilidad vehicular. [6]

Existen actualmente normativas para el sector vial local sin embargo hay una necesidad de profundizar los conocimientos en materia de diseño y especificaciones para adaptarlo a cada realidad. El objetivo principal de una estructura vial en las zonas aisladas y marginadas es generar una rehabilitación total del sector, para esto es importante propiciar la participación de la comunidad para generar un sentido de pertenencia a esta infraestructura con innovación y nuevas tecnologías, lo importante es generar un modelo de gestión sostenible bajo un marco basado en estudios, normativas, especificaciones viales etc. [7]

Según el diario El Comercio la lluvia, las alcantarillas y sumideros tapados, los vehículos pesados y hasta el cambio drástico de temperatura son las principales causas que originan daños y fracturas en la capa asfáltica de la mayoría de las calles de Quito. Los casi 4 000 km de vías que hay en la ciudad están cubiertos con pavimento flexible (material gris oscuro), rígido o con hormigón, como es el caso de los ejes que soportan el paso de los buses de los corredores exclusivos. Sin embargo, el primer material es más vulnerable a las alteraciones y, en consecuencia, es el que menos dura, se pueden observar los desgastes y baches que se presentan; cuando se presentan esas averías, el Municipio actúa con reparaciones temporales, para que el tránsito no se interrumpa, pero reconoce que, al ser una medida Tránsitoria, está sujeta a los daños que ocasionan el clima y el mismo paso de los vehículos. Según la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (Epmmp), el material que se coloca en las calles de la capital es el adecuado, usan el que se recomienda en un estudio que se hace antes de ejecutar los trabajos. Y para evitar la aparición continua de huecos, se da un mantenimiento correctivo hasta concretar una intervención total. [8]

Las grandes metrópolis han desarrollado economías sostenibles y sustentables siendo un modelo que tiene como objetivo maximizar el bienestar de las personas a través del desarrollo integral de la economía, sociedad y medio ambiente; esto ha permitido que exista un proceso amigable con los recursos utilizados; el Distrito Metropolitano de Quito se compone por la parroquia rural Pacto entre otras, que presenta un clima templado-húmedo y su temperatura oscila entre 17 y 26 grados centígrados, siendo el turismo un proyecto de ingresos económicos que se debe nutrir para que genere utilidades en beneficio de los habitantes que de manera unánime se han unido para que la Parroquia conserve el medio ambiente y los recursos naturales que les rodean cabe destacar que este sitio ha tenido réditos únicamente de la agricultura, por lo que es prioridad implementar estudios para realizar el mejoramiento de la vía que conduce desde la parroquia Pacto hacia la comunidad del Paraíso siendo la arteria principal de comunicación entre el cantón Quito e Imbabura por donde se saca el principal producto de la parroquia que es la Panela y otros bienes agrícolas del sector.

Es necesario realizar los estudios de suelo, el volumen del tráfico promedio diario anual TPDA para diseñar el perfil longitudinal y transversal de la carretera; minimizando los impactos perjudiciales de los procesos de urbanización y establecer zonas de actividades capaces de transformar su economía de manera sustentable, favoreciendo de manera eficiente con el estudio de la carretera enfocado al fortalecimiento de la parroquia través del incentivo turístico y de la conservación de la flora y fauna del sector.

### **1.1.3. Fundamentación Teórica**

#### **1.1.3.1. Topografía**

La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la Tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Define también las líneas y niveles que se necesitan para la construcción de edificios, caminos, presas y otras estructuras. Además de estas mediciones en campo, la topografía incluye el cálculo de áreas,

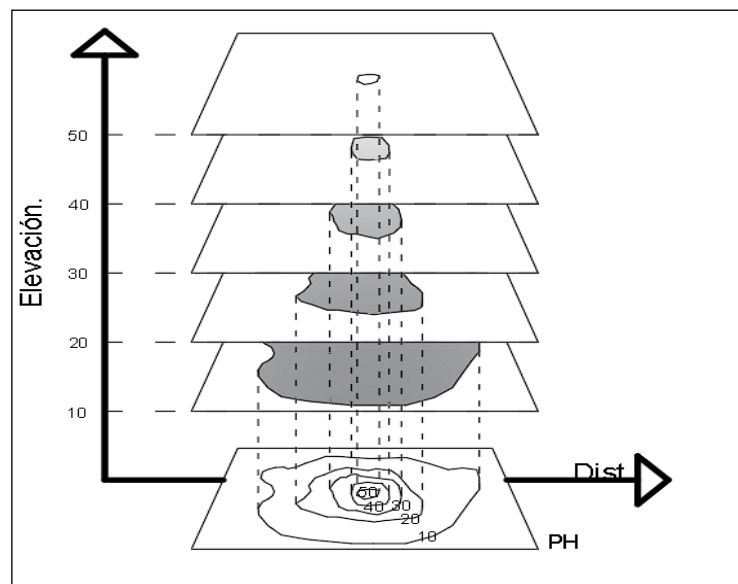


volúmenes y otras cuantificaciones, así como la elaboración de los diagramas y planos necesarios. La topografía tiene muchas aplicaciones industriales, por ejemplo, la instalación de equipo, ensamble de aeronaves, trazo de líneas de producción y otras. [9]

La topografía se divide en planimetría y altimetría, siendo la planimetría la que toma en cuenta la proyección de los detalles relevantes del terreno en un plano horizontal a escala, sin tomar en cuenta el relieve y la altimetría se encarga de determinar las alturas, es decir, las diferencias de nivel que existen entre diversos puntos del terreno con el objetivo de determinar el relieve del terreno, tanto en la planimetría como en la altimetría es necesario medir longitudes y ángulos además se calculan superficies y volúmenes [9]

#### 1.1.3.1.1. Curvas de Nivel

Es un corte horizontal del relieve del terreno que genera curvas geométricas que posee la misma altura, y la distancia entre estas dos curvas es inversamente proporcional a la pendiente. [19]



**Figura No. 1.-** Esquema de una muestra de suelo.

**Fuente:** Topografía y sus aplicaciones, 2014

### 1.1.3.2. Tipos de Levantamiento

Varios actores coinciden con los siguientes levantamientos de terreno, topográfico, el urbano, de construcción, hidrográfico, de minas, fotogramétrico, para realizar el proyecto planificado es aplicable el levantamientos de vías de comunicación que consiste en la determinación del relieve y la localización de objetos naturales y artificiales ubicados a lo largo del trazo propuesto para la construcción de carreteras, vías férreas, canales, líneas de tubería, líneas de energía eléctrica y otras instalaciones incluyendo además referencias en cuanto a infraestructura como en cálculos de volúmenes en los movimientos de tierra que se debe realizar en el actual proyecto.

### 1.1.3.3. Levantamiento Topográfico

Un levantamiento topográfico es una serie de procesos necesarios para describir y conocer características geográficas y geométricas del terreno. La escala, uso, aplicación, instrumentos y métodos usados para realizar el levantamiento topográfico dependerá de la finalidad del plano topográfico. [10]

#### 1.1.3.3.1. Plano Topográfico

El plano topográfico es un mapa acotado que representa una zona suficientemente pequeña para así desprestigiar la curvatura del terreno. La escala del plano topográfico dependerá de su uso y aplicación. [10]

Esta escala se la puede calcular de la siguiente manera. E.1:

$$(E.1.) e = \frac{D_{Plano}}{D_{Terreno}} [10]$$

Donde,

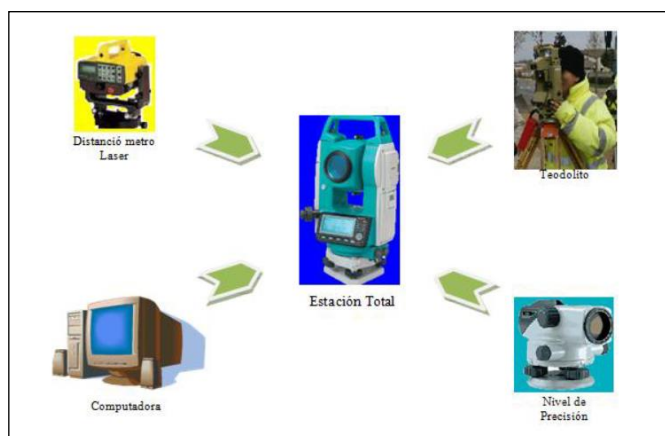
e = representa la escala en fracción

$D_{Plano}$  = distancia medida en el plano

$D_{Terreno}$  = distancia medida en el terreno

#### 1.1.3.4. Estación Total

El avance de la ciencia evolucionó el Teodolito a un Teodolito Electrónico y luego a una Estación Total. En el estudio de la forma y relieve de la Tierra (Topografía) la ciencia ha ido creando y utilizando instrumentos de acuerdo a sus necesidades, y en la topografía básicamente se miden 2 variables: Ángulos y Distancias (horizontales y verticales). El Teodolito integra una brújula y un compás para mediciones angulares horizontales, más un cálculo matemático (Algoritmo) para medición de distancias de menor precisión, cuando se requería precisión en las distancias se debía usar una cinta métrica con todas sus limitantes. Para solucionar ese inconveniente surgió el instrumento conocido como Distanciómetro Laser, el cual calcula la distancia midiendo el tiempo que tarda una laser de ida y vuelta al rebotar sobre una superficie; además para la medición de Ángulos verticales se utiliza un aparato conocido como Nivel de Precisión. [11]



**Figura No. 2.- Estación Total**

**Fuente:** Manual de operación de la Estación Total, L. Hernández, 2011

#### 1.1.3.5. Vías

Es una infraestructura de transporte construida en una faja de terreno llamada derecho de vía, con el objetivo de permitir la circulación de manera continua en el espacio y el en el tiempo, con niveles de seguridad y comodidad idóneos para los usuarios. [12]

### **1.1.3.5.1. Clasificación de las Vías**

#### **1.1.3.5.1.1. Según su Función**

Está determinada a la necesidad operacional de la vía o de los intereses estatales. [12]

**Vías Primarias o de primer orden.** - Son las vías troncales, transversales y de accesos a capitales de provincias, zonas altamente pobladas o que cumplen la función básica de unión de las zonas estratégicas de producción, consumo y exportación del país. [12]

- Ancho de vía incluyendo obras de drenaje, 8 metros.
- El derecho de vía es de 14 metros.
- El afirmado se usa pavimentos base y sub base.
- Radio mínimo de curvatura es 60 metros. [12]

**Vías secundarias o de segundo orden.** - Son aquellas que unen ciudades de menor importancia, cabeceras cantonales entre sí y también conectan con las vías principales.

- Ancho de vía sin obras de drenaje 4 metros.
- El derecho de vía es de 8 metros.
- Afirmado con terreno natural con revestimientos de piedra.
- Radio mínimo de curvatura de 40 metros. [12]

**Vías terciarias o de tercer orden.** - Son aquellas vías que unen las cabeceras cantonales con sus comunidades o que unen comunas entre sí.

- Ancho de la vía sin obras de drenaje, 4 metros.
- Derecho de vía 6 metros
- Afirmado con terreno natural con revestimiento de piedra
- Pendiente aceptable es del 10 % [12]

**Caminos vecinales.** - Generalmente son vías de tierra y tienen la función de conectarse con las vías de tercer orden.

- Ancho, sin obras de drenaje, 3 metros.
- El derecho de vía es de 6 metros. [12]

#### **1.1.3.5.1.2.Según Tipo de Terreno**

Determinada por la topografía que predomina en el tramo de estudio. A lo largo de una carretera pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno que se clasifican en base de las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía. [12]

**Vías en terreno plano.** - Se dan cuando el alineamiento horizontal y vertical permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que los livianos. Existe un mínimo movimiento de tierras en su construcción, por esta razón no presentan dificultad en su trazado ni en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías son menores al 3%. [12]

**Vías en terrenos ondulados.** - Los alineamientos horizontales y verticales obligan a los vehículos pesados a reducir su velocidad en comparación con los livianos. Hay un movimiento de tierras moderado en su construcción por lo cual representa una dificultad en su trazado y explanación. Presentan pendientes del 3% al 6%. [12]

**Vías en terrenos montañosos.** - Se dan cuando la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo a lo largo de tramos considerables o durante intervalos frecuentes. Requieren grandes movimientos de tierra en su construcción, debido a esto se presentan problemas en el trazado y la explanación. Las pendientes longitudinalmente se dan entre el 6% y el 8%. [12]

**Vías en terrenos Escarpados.** - Los alineamientos horizontales y verticales obligan a los vehículos pesados circular a velocidades menores sostenidas en pendiente que en terrenos montañosos, para grandes distancias o a intervalos muy frecuentes. [12]

#### **1.1.3.5.1.3.Según sus Características**

**Autopistas.** - Son vías de calzadas separadas por dos o más carriles y con un control total de todos sus accesos. Las intersecciones a desnivel o los llamados distribuidores o intercambiadores. [12]

**Multicarriles.** - Vías divididas o no, con dos o más carriles por sentido y un parcial control de los accesos. Con intersecciones a desnivel y a nivel se determinan las entradas. [12]

**Vías de dos carriles.** - Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por sentido, con intersecciones a nivel y tiene acceso directo en cualquiera de sus márgenes. [12]

#### **1.1.3.6.Tráfico**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. [13]

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en

nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexploradas. [13]

#### **1.1.3.6.1. Tráfico Promedio Diario Anual**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es TPDA. Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período. [13]

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA semanal. En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas

están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas. [13]

#### **1.1.3.6.1.1. Proceso de Cálculo del TPDA**

- a) **Objetivo.** Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación. [13]
- b) **Observaciones de campo.** Es necesario realizar conteos vehiculares que permita conocer el nivel de tráfico existente. [13]
- c) **Tipos de conteos:**

**Manuales:** Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía. [13]

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. [13]

Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo). [13]

- d) **Periodo 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. [13]

Adjunto 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. [13]



- e) Variación de tráfico: Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que 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 realice el estudio. 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. [13]
- f) Cálculo de variaciones

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

FACTOR HORARIO (FH). Permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO. [13]

FACTOR DIARIO (FD). Transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO. [13]

FACTOR SEMANAL (FS). Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO. [13]

FACTOR MENSUAL (FM). Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA). [13]

$$TPDA = T_0 * FH * FD * FS * FM [1]$$

$$T_0 = \text{tráfico observado}$$

### 1.1.3.6.2. Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico.

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 o 20 años que se muestra en la siguiente figura. [13]

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

\* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

**Figura No. 3.-** Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP, 2003

### 1.1.3.7. Suelo

Es común la creencia de que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujetas a ninguna organización. Pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal. [14]

La palabra suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicios, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan

excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegren rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo. [14]

#### **1.1.3.7.1. Fases del Suelo Símbolos y Definiciones.**

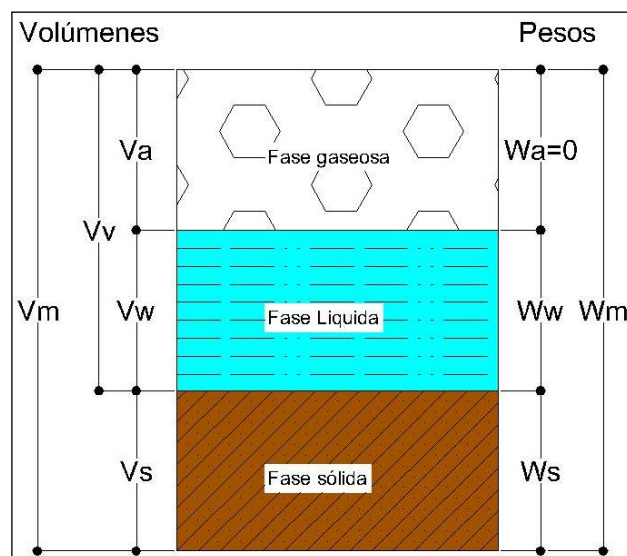
En un suelo se distinguen tres fases constituyentes: la sólida, la líquida y gaseosa. La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo (incluyendo la capa sólida adsorbida); la líquida por el agua (libre, específicamente), aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, si bien pueden estar presentes otros gases (vapores sulfurosos anhídrido carbónico, etc.). La capa viscosa del agua adsorbida que presenta propiedades intermedias entre la fase sólida y líquida, suele incluirse esta última, pues es susceptible de desaparecer cuando el suelo es sometido a una fuerte evaporación (secado). [14]

Las fases líquida y gaseosa del suelo suelen comprenderse en el volumen de vacíos, mientras que la fase sólida constituye el volumen de los sólidos. Se dice que un suelo es totalmente saturado cuando todos sus vacíos están ocupados por el agua. Un suelo en tal circunstancia consta, como caso particular, de solo dos fases, la sólida y la líquida. Muchos suelos yacientes bajo el nivel freático son totalmente saturados. [14]

Algunos suelos contienen, además, materia orgánica en diversas formas y cantidades; en las turbas, estas materias predominan y consisten en residuos vegetales parcialmente descompuestos. [14]

Aunque el contenido de materia orgánica y las capas adsorbidas son muy importantes desde el punto de vista de las propiedades mecánicas del suelo, no es preciso considerarlos en la medición de pesos y volúmenes relativos de las tres fases principales; su influencia se toma en cuenta más fácilmente en etapas posteriores del estudio de ciertas propiedades de los suelos. [14]

En los laboratorios de Mecánica de suelos puede determinarse fácilmente el peso de las muestras húmedas, el peso de las muestras secadas al horno y el peso específico relativo de los suelos. Estas magnitudes no son, empero, las únicas cuyo cálculo es necesario; es preciso obtener relaciones sencillas y prácticas, a fin de poder medir algunas otras magnitudes en términos de éstas. Estas relaciones, de tipo volumétrico y gravimétrico, son de la mayor importancia para la aplicación sencilla y rápida de la teoría y su dominio debe considerarse indispensable. [14]



**Figura No. 4.-** Esquema de una muestra de suelo.

**Fuente:** Mecánica de suelos: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, B. Juárez, 2014

En donde:

$V_m$  = Volumen total de la muestra de suelo (Volumen de la masa).

$V_s$  = Volumen de la fase sólida de la muestra (volumen de sólidos).

$V_v$  = Volumen de los vacíos de la muestra de suelo (volumen de vacíos)

$V_w$  = Volumen de la fase líquida contenida en la muestra (volumen de agua).

$V_a$  = Volumen de la fase gaseosa de la muestra (volumen de aire).

$W_m$  = Peso total de la muestra del suelo (peso de la masa).

$W_s$  = Peso de la fase sólida de la muestra de suelo (peso de los sólidos).

$W_w$  = Peso de la fase líquida de la muestra (peso del agua).

$W_a$  = Peso de la fase gaseosa de la muestra, convencionalmente considerado como nulo en Mecánica de suelos. [14]

### 1.1.3.7.2. Relaciones de Peso y Volúmenes

En Mecánica de Suelos se relaciona el peso de las distintas fases con sus volúmenes correspondientes, por medio del concepto de peso específico, es decir, de la relación entre el peso de la sustancia y su volumen. Se distinguen los siguientes pesos específicos: [14]

$\gamma_0$  = Peso específico del agua estilada, a 4°C de temperatura y a la presión atmosférica correspondiente al nivel del mar. En sistemas más derivados del métrico, es igual a 1 o a una potencia entera de 10.

$\gamma_w$  = Peso específico del agua en las condiciones reales de trabajo; su valor difiere poco del de  $\gamma_0$ , en muchas cuestiones prácticas, ambos valores son iguales.

$\gamma_m$  = Peso específico de la masa del suelo. Por definición se tiene

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m} \quad [2]$$

$\gamma_s$  = Peso específico de la fase sólida del suelo

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad [2]$$

El peso específico relativo se define como la relación entre el peso específico de una sustancia y el peso específico del agua a 4°C, destilada y sujeta a una atmósfera de presión. En sistemas de unidades apropiados, su valor es idéntico al del módulo del peso específico, correspondiente y de los cuales se distinguen los siguientes pesos específicos relativos. [14]

$S_m$  = Peso específico relativo de la masa del suelo.

$$S_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_0} = \frac{W_m}{V_m * \gamma_0} \quad [2]$$

$S_s$  = Peso específico relativo de la fase sólida del suelo(sólidos), para el cual se tiene:

$$S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} = \frac{W_s}{V_s * \gamma_0} \quad [2]$$

### **1.1.3.7.3. Granulometría**

Es una propiedad física del suelo que mide la distribución del tamaño de las diversas partículas del suelo de manera porcentual y parcial, a través de una serie de tamices (Taylor), ordenados de mayor a menor abertura, luego los agregados retenidos en cada uno de los tamices son pesados de manera parcial, los cuales son tabulados y expresados en una tabla y posteriormente en una gráfica (curva granulométrica) que relaciona el porcentaje parcial retenido en cada uno de los tamices y el tamaño de estos. [15]



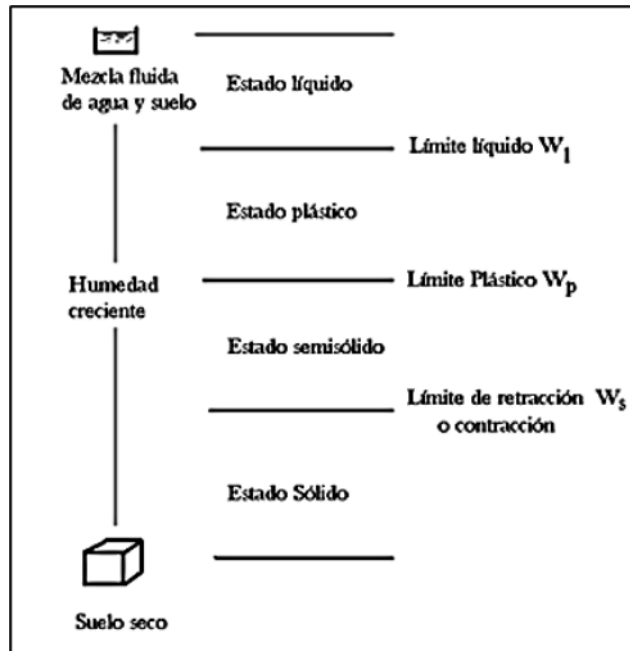
**Figura No. 5.-** Muestra obtenida por medio de la tamizadora.

**Fuente:** Autor

El principio básico del análisis granulométrico donde se utiliza el método llamado tamizado es un procedimiento mecánico que consiste en separar las partículas de la muestra obtenidas del suelo en sus diferentes tamaños, siendo el objetivo del análisis el conocer la gradación del agregado; que es el de determinar el tamaño de los granos que componen la estructura del suelo y la proporción de una determinada fracción de granos como porcentaje del universo analizado y del cual se ha extraído la respectiva muestra; siendo la porción menor de 0.074 mm el material como el limo, el colide y la arcilla.

#### **1.1.3.7.4. Límites de Atterberg**

Los ensayos elaborados en laboratorios, permiten determinar el comportamiento de los suelos finos del sitio, y establecerán los límites de humedad dentro de los cuales se mantienen en estado plástico, así:



**Figura 4.-** Límites de Atterberg

**Fuente:** Mecánica de Suelos II, Lorena Pérez [16]

#### **1.1.3.7.4.1.Límite Plástico (LP)**

Se analiza en laboratorio, es la cantidad mínima de humedad necesaria para que el suelo analizado vuelva a la condición de plasticidad, teniendo en cuenta que en este estado el suelo puede deformarse con facilidad y que no tendrá recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento. Si se encuentra el suelo con cantidades de humedad superiores a las del límite plástico existirán afectaciones graves a la estabilidad de la superficie. Y se encuentra entre los estados plástico y semisólido. [16]

#### **1.1.3.7.4.2.Límite Líquido (LL)**

Es el estado en el que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir. Por lo tanto, es el mayor contenido de humedad que el suelo puede tener sin pasar del estado plástico al líquido. Y se encuentra entre los estados semi líquido y plástico. [16]



#### **1.1.3.7.4.1.Índice Plástico (IP)**

Este índice hace referencia al contenido de humedad que necesita el suelo para permanecer en estado plástico antes de cambiar al estado líquido. [16]

#### **1.1.3.7.4.2.Límite de Contracción**

Se da principalmente cuando a pesar del cambio de humedad no se nota ningún cambio en su volumen. Y se encuentra entre los estados semisólido y sólido. [16]

#### **1.1.3.7.5. Ensayo CBR**

Es uno de los ensayos más utilizado especialmente en América Latina y sirve para conocer la resistencia a la penetración del suelo ya que simula la carga generada por las ruedas de los vehículos, este ensayo se lo realiza en laboratorio mediante diferentes especímenes con el contenido de humedad óptima calculado mediante el ensayo Proctor modificado. [17]

#### **1.1.3.7.6. Compactación**

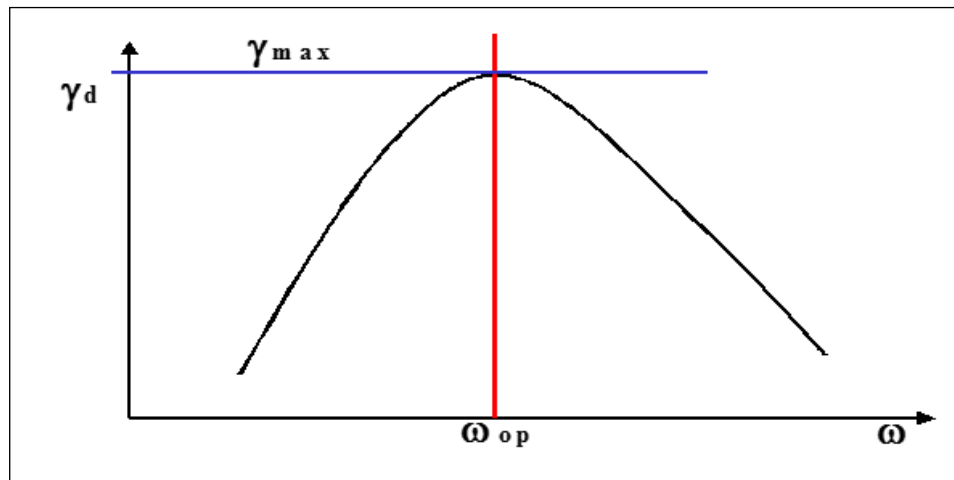
Se tiene la percepción que el suelo deberá resistir la estructura que se le asigne, se debe tratar de que se encuentre en condiciones favorables, y hagan posible el posterior funcionamiento adecuado de la edificación. La compactación es el procedimiento usado por medios artificiales, por medio de los cuales se procura optimizar las características del suelo en sitio, pretendiendo así que la obra cumpla con el papel para el cual fue construida. [18]

Las características que se pretende reforzar con la compactación son:

- Resistencia
- Compresibilidad
- Relación esfuerzo-deformación
- Permeabilidad

- Flexibilidad
- Resistencia a la erosión.

AASHTO acogió la propuesta de Próctor, mismo que establece los métodos estándar y modificado para realizar la compactación. El ensayo determina la máxima densidad seca ( $\gamma_{d\text{máx}}$ ) y el contenido de humedad óptimo ( $W_{\text{opt}}\%$ ) éste proporciona el máximo peso volumétrico seco.



**Figura No. 6.-** Curva típica de Compactación.

Fuente: “Mecánica de Suelos II”, Lorena Pérez [16]

#### 1.1.3.7.6.1. Proctor Modificado

Es un ensayo de laboratorio que simula la compactación que se realiza en obra, a través de la caída de un pistón a una altura y número de repeticiones determinado; este ensayo es de importancia ya que ofrece el contenido de humedad óptima y la densidad máxima que puede alcanzar el suelo. [17]

#### 1.1.3.7.7. Contenido de Humedad

Fundamental es conocer el contenido de humedad en estado natural del suelo en estudio, el contenido de humedad se expresa en porcentaje, mas no es 100% el valor más alto. En nuestro país los suelos del oriente presentan niveles altos de humedad que

pueden llegar hasta un 250% El contenido de humedad permite conocer los posibles tratamientos a darle al suelo, además que permite conocer el comportamiento de la subrasante, pues si el contenido de agua está próximo al límite líquido se está tratando con un suelo muy sensitivo, mientras que si se acerca al límite plástico tendrá un adecuado funcionamiento. [14] El contenido de la humedad se lo obtiene al restar el peso de la muestra del suelo libre y la muestra secada en un horno a 110°C durante 24h; siendo el porcentaje de agua que posee la muestra de suelo recolectado con anterioridad al estudio.

$$w\% = (Ww/Ws) * 100 \text{ [14]}$$

*Donde:*

**w%** = contenido de humedad del suelo %

**Ww** = peso del suelo húmedo.

**Ws** = peso del suelo seco.

#### **1.1.3.8. Pavimento**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales aprobados 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. [18]

Los pavimentos para ejerzan sus funciones adecuadamente deben de cumplir con varios requerimientos, entre estos se tiene; ser capaz de resistir las cargas que genera el tránsito, soportar las condiciones climáticas o agentes de intemperismo; su textura en la superficie debe adaptarse a las velocidades que permitan una buena circulación del transporte, por cuanto depende de este factor la influencia directa en la seguridad en la carretera, debiendo ser regular en la superficie de forma longitudinal como transversal donde no sea notorio la presencia de deformaciones tanto de las ondas

como en la velocidad cuando el vehículo se encuentre circulando, teniendo como un objetivo principal ser durable, de igual manera el drenaje debe tener condiciones aceptables, siendo muy importante que el ruido que se desprende de la rodadura en el interior como en exterior sean mínimas, buscando siempre que no exista deslumbramientos o reflejos que pueda afectar la visibilidad de los conductores, enfocándose que dentro de estos requisitos se reduzca al mínimo los gastos; los pavimentos se dividen en flexibles, rígidos, semi-rígidos o semi-flexibles y articulados.

#### **1.1.3.8.4. Pavimento Semi-rígido**

Al pavimento semi-rígido también se lo conoce como pavimento semi-flexible el cual su estructura es similar al pavimento flexible, pero con la diferencia de que una de sus capas es rígida debido a la utilización de algún aditivo como: asfalto, cal o cemento. [18]

#### **1.1.3.8.5. Pavimento Rígido**

Le pavimento rígido es aquel que cuya capa de rodadura está constituida por cemento hidráulico que le da una alta rigidez y es colocado encima de la subrasante, o base de material seleccionado. [18]

#### **1.1.3.8.6. Pavimento Articulado**

Este tipo de pavimento es aquel que su capa de rodadura está conformada de adoquines de espesor y dimensiones similares. [18]

#### **1.1.3.8.7. Pavimento Flexible**

Es el pavimento que se conforma con una capa bituminosa apoyada comúnmente en capas de material seleccionado no rígidas (base y sub-base). [18] Se encuentra dividida en base, sub base, subrasante.

#### 1.1.3.8.7.1. Base

La base dentro del pavimento es la capa que compone la carpeta asfáltica que encontramos en las capas de rodadura y la subbase, dentro de la función principal de la base es que absorben los esfuerzos que se produce por la carga vehicular.

- **Base Clase 1:** Elaborado con agregados gruesos y finos triturados en un 100% y obligatoriamente mezclados en sitio
- **Base Clase 2:** Elaborados con un 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta
- **Base Clase 3:** Elaboradas por lo menos con un 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta
- **Base Clase 4:** Construidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas [20]

#### 1.1.3.8.7.2. Sub base

Es la capa que se encuentra sobre la capa subrasante, la cual posee funciones específicas:

- Absorbe esfuerzos generados por la carga vehicular.
- Sirve como sistema de drenaje.
- Impide deformaciones debido a los cambios volumétricos que resiste el suelo por las situaciones climatológicas y el agua.

Las clases de sub bases pueden ser:

- **Sub base Clase 1:** Son elaborados con la trituración de piedra o gravas, graduadas de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, posee irregularidades por lo que tiene mayor resistencia
- **Sub base Clase 2:** Son elaborados por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava

- **Sub base Clase 3:** Son elaborados por materiales obtenidos de la excavación para la plataforma o minas, son de resistencia pobre [20]

#### **1.1.3.8.7.3. Subrasante**

El subrasante es el nivel del suelo donde se ubicará la estructura de la carpeta asfáltica, de la calidad del subrasante depende el funcionamiento, por cuanto la función primordial es el resistir todas las cargas generadas por el tránsito vehicular, el control de calidad debe ser el adecuado durante los ensayos de laboratorio de la subrasante y del pavimento, teniendo presente que un pequeño descuido puede originar el deterioro del pavimento y la disminución de la capacidad de soporte; la capacidad de la subrasante dependerá el espesor del pavimento, en caso que la capacidad de la subrasante sea mayor será menor el espesor del pavimento y a menor capacidad de la subrasante el espesor del pavimento debe incrementarse necesariamente.

#### **1.1.3.9. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles**

En el diseño de pavimentos flexibles los factores más importantes a considerar son los siguiente, según AASHTO 93:

- CBR
- Frecuencia o intensidad del tráfico vehicular
- Condiciones sísmicas, regionales y ambientales [21]

En el método AASHTO 93 está estipulado el cálculo del número estructural “SN”, el cual da un resultado con el que se puede garantizar el soporte de las cargas que genera la vía, entre ellas el tránsito vehicular. [17]

La fórmula para el cálculo del pavimento flexible:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(\text{SN}+1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07 \quad [17]$$

Donde:

**W<sub>18</sub>**: Número de cargas de ejes simples equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de los vehículos

**Z<sub>R</sub>**: Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R

**S<sub>o</sub>**: Desviación estándar de todas las variables

**ΔPSI**: Pérdida de la serviciabilidad

**M<sub>r</sub>**: Módulo de resiliencia de la subrasante

**SN**: Número estructural

#### 1.1.3.9.1. Periodo de Diseño

Es el tiempo en el cual cumple las cuantificaciones de funcionalidad para los cuales fue construido, en función del tránsito y en el tiempo que cumpla los parámetros, sin considerar factores externos y mantenimiento en rehabilitación que lo alteran. [21]

#### 1.1.3.9.2. Vida Útil del Pavimento

Periodo transcurrido desde que la carretera empieza a funcionar, hasta que cumpla con los parámetros de serviciabilidad requeridos. [21]

Tipo de carretera	Periodo de Análisis
Urbana de Alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de Bajo Volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

**Tabla No. 1.-** Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

### 1.1.3.9.3. Tránsito Equivalente Según el Periodo de Diseño Requerido (W18)

La Normativa AASHTO determina un valor de carga para el cual se producen daños al pavimento, en función del número de pasadas de un eje sencillo de 18000 lb (8.2 ton), transmitidos durante el periodo de diseño. [21]

Número de Carriles en una Dirección	% del W18 en Carril de Diseño, DL
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

**Tabla No. 2.-** Factor de distribución por Carril.

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

### 1.1.3.9.4. Nivel de Confiabilidad (R)

Este factor se encarga de tomar en cuenta el comportamiento y desempeño del asfalto frente a factores exteriores. [21]

Clasificación Funcional	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 - 99,9
Carreteras de primer orden	80 – 90	75 - 95
Carreteras de segundo orden	80 – 90	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

**Tabla No. 3.-** Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la zona.

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

La normativa da valores del nivel de confiabilidad R, que están relacionados con el coeficiente de desviación estándar ( $Z_r$ ), asociados con la desviación estándar global ( $S_o$ ).



<b>Confiabilidad</b>	<b>Z<sub>r</sub></b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Z<sub>r</sub></b>
50	0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

**Tabla No. 4.-** Factores de Desviación Normal.

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

#### **1.1.3.9.5. Desviación Estándar Global**

Esta desviación estándar global está relacionada con el nivel de confiabilidad que da el AASHTO, considerando una cuantificación que permite prever posibles cambios en el comportamiento del pavimento y en el cálculo de tráfico futuro. Se recomienda usar 0.45 para pavimentos flexibles. [22]

#### **1.1.3.9.6. Módulo de Resiliencia (Mr)**

Este factor se encarga de determinar las propiedades del terreno de fundación o subrasante, es de vital importancia ya que esta va a servir como sitio de emplazamiento para el pavimento, identificando las condiciones del terreno que servirá para conocer los espesores de las capas del pavimento. [22]

El Ecuador no dispone de equipos para determinar el módulo de resiliencia, por esta razón en el diseño de pavimentos flexibles se emplea una relación entre el módulo de resiliencia y el CBR del suelo; según el AASHTO [21] de esta forma:

Ecuaciones sugeridas por AASHTO:

1. Para materiales de subrasante con CBR igual o menor a 7.2%

$$M_R(psi) = 1500 * CBR$$

2. Para materiales de subrasante con CBR mayor a 7.2% pero menor o igual a 20.0%

$$M_R(psi) = 3\,000 * (CBR)^{0.65}$$

3. Para materiales de subrasante con valores de CBR mayores a 20.0%

$$M_R(psi) = 4.326 * \ln(CBR) + 241$$

#### 1.1.3.9.7. Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

Este valor calcula el nivel de serviciabilidad para la circulación normal por la vía, pero sobre todo la seguridad en un determinado tiempo.

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final} [21]$$

En el diseño de un pavimento flexible, el índice de servicio inicial es igual a 4,2., mientras que para el índice de servicio final se recomiendan valores entre 2,5 o 3,0 para caminos principales y un valor de 2,0 para secundarios. En el cuadro se muestran valores tabulados desde la opinión directa de los conductores:

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5 a 4	Muy buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy mala

**Tabla No 5.-** Factores de Desviación Normal

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

### 1.1.3.9.8. Determinación del Número Estructural según Ábaco AASHTO 93

El método AASHTO 93 [21], el Ábaco considera los siguientes parámetros para el cálculo estructural:

- Número de ejes equivalentes según el periodo de diseño
- Factor de confiabilidad (R)
- Desviación estándar global (So)
- Módulo de resiliencia
- Variación de la servicialidad

Cabe destacar que gracias al avance tecnológico existen herramientas para poder determinar el número estructural, entre las principales está el elaborado por AASHTO 93.

#### 1.1.3.9.8.1. Cálculo de Espesores por Capa

Tras la obtención del número estructural por cualquier método, manual o por una hoja de cálculo, se sigue con la determinación de los espesores de las capas del pavimento; garantizando que cada una de ellas el valor de soporte que le da el número estructural calculado.

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3 [21]$$

**Donde:**

**a1, a2, a3:** Coeficientes estructurales, corresponden a la carpeta asfáltica, base, sub base, respectivamente.

**D1, D2, D3:** Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base, respectivamente.

**m2, m3:** Coeficientes de drenaje para la capa base y capa sub base, respectivamente.

<b>Tránsito W18</b>	<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>Base Granular</b>
Menos de 5,000	1,0 o Tándem	4,0
50001 a 150,000	Superficial	4,0
	2,0	
150,001 a 500,000	2,5	4,0
500,001 a 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 a 7'000,000	3,5	6,0
Mayor a 7'000,000	4,0	6,0

**Tabla No. 6.-** Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg).

**Fuente:** “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

### 1.1.3.10. Diseño Geométrico

El diseño geométrico es considerado como el proceso de armonizar los elementos que componen la carretera, el estado de operación de los automóviles y las tipologías del terreno en estudio, teniendo presente que la seguridad, comodidad, entorno deben coadyuvar a la economía del sector. Destacando que los elementos principales que intervienen en la funcionalidad son: la vía, el vehículo y el conductor.

#### 1.1.3.10.1. Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección de un eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos constitutivos del alineamiento horizontal dados por la norma MOP 2003 [13], son:

- **Las tangentes:** Definidas por la proyección de un eje en un tramo recto
- **Las curvas (circulares o de transición):** Son el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes

#### 1.1.3.10.2. Alineamiento Vertical

Hasta el momento se ha estudiado a la vía en cuestión horizontalmente, sin tener en cuenta las alturas verticales que tengan en diferentes tramos, a esto se lo conoce como

alineamiento vertical. De forma similar que el alineamiento horizontal está formado por una serie de tramos rectos que son líneas de pendiente constante y curvas verticales que permiten el cambio suave de pendiente. [12]

#### **1.1.3.10.3. Secciones Transversales Típicas**

Consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. Se la diseña con parámetros como el volumen de tráfico, el terreno y la velocidad de diseño, conjugado con los beneficios a los usuarios, costo de mantenimiento y la seguridad. [12]

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General:**

Elaborar el diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito.

### **1.2.2. Específicos:**

- Realizar el respectivo levantamiento topográfico de la vía entre la Parroquia Rural Pacto a la comunidad el Paraíso del Distrito Metropolitano de Quito.
- Efectuar el estudio para establecer el volumen de tráfico promedio diario anual TPDA, desde la Parroquia Rural Pacto a la comunidad el Paraíso del Distrito Metropolitano de Quito.
- Realizar los respectivos ensayos de suelo de los materiales existentes en la Parroquia Rural Pacto a la comunidad el Paraíso del Distrito Metropolitano de Quito, para conocer el estado de la vía y utilizar los materiales definitivos en la estructura asfáltica.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible para la determinación de los espesores de la subrasante, subbase y base, desde la Parroquia Rural Pacto a la comunidad el Paraíso del Distrito Metropolitano de Quito.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **2.1.1. Materiales.**

###### **Estacas de madera**

Son fragmentos de madera con punta en un extremo, que son clavadas en la superficie de terreno y su función principal es servir de referencia. Anexo 1.

###### **Pintura en aerosol**

Es un material líquido cuya función, es la de colocar marcas en la vía o árboles cercanos a los puntos de referencia para facilitar la localización de dichos puntos. Anexo 2.

###### **Cal**

Facilita la identificación visual de los puntos de referencia ubicados en el trayecto en la ortofoto. Anexo 3.

###### **Libreta de apuntes**

Es un material que facilita la recopilación de la información en campo. Anexo 4.

###### **Combo**

Herramienta manual que ayuda a la colocación de las estacas en el terreno. Anexo 5.

###### **Pala**

Herramienta manual que colabora a la extracción de la muestra de campo, que posteriormente serán analizadas en laboratorio. Anexo 6.

### **Tamiz**

Es un recipiente que en su interior posee una malla normada que se utiliza para determinar el tamaño de las partículas de la muestra. Anexo 7.

### **Espátula**

Herramienta manual que colabora la manipulación de la muestra. Anexo 8.

### **Recipiente**

Herramienta o utensilio que colabora a contener, conservar o transportar alguna sustancia. Anexo 9.

### **Flexómetro**

Herramienta manual graduada utilizada para medir líneas y objetos. Anexo 10

### **Enrasador**

Herramienta manual que permite retirar con facilidad el exceso del material e igualar la altura o nivel de alguna superficie. Anexo 11.

### **Acanalador**

Herramienta manual que permite separar la muestra colocada en la copa de Casa Grande, para posteriormente ser ensayada y determinar el número de golpes. Anexo 12.



### **Trípode con medidor de expansión**

Herramienta que permite determinar la expansión de la muestra mientras se encuentra sumergida la muestra. Anexo 13.

### **2.1.2. Equipos**

#### **GPS**

Equipo de campo necesario para la georreferenciación de un objeto o punto del proyecto, ayuda a conocer la ubicación de los puntos de referencia de la vía. Anexo 14.

#### **Estación Total**

Es instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Anexo 15.

**Smartphone.** – Al control remoto de la nave se le puede conectar cualquier dispositivo de gama media en adelante y controlarlo con las aplicaciones DJI GO 4, para el posicionamiento y el uso apropiado de los satélites, así como DRONEDEPLOY, para el mapeo, recolección, traslape y almacenamiento de las orto fotografías. Anexo 16.

**Regla Metálica.** – Para el trabajo en campo es un equipo de suma utilidad para tomar mediciones pequeñas al milímetro. Anexo 17.

**Cinta Métrica.** – Una cinta métrica permitirá medir longitudes mayores a los 5 metros en campo, por ejemplo: el ancho de calzada, comprobar abscisas, distancias verticales, horizontales, complementando el levantamiento topográfico. Anexo 18.

**Equipo de Protección Personal.** - En la ingeniería civil, especialmente en los trabajos de campo que se realicen se debe usar los equipos de protección personal para precautelar la integridad física del técnico como de los operadores en caso de haberlos.

El Equipo de protección básica estará formado por: Casco, botines de seguridad punta de acero, uniforme y chaleco reflectivo. Anexo 19.

### **Radio de comunicación.**

Equipo de campo necesario para la comunicación debido a la extensión del proyecto y la irregularidad del terreno. Anexo 20.

### **Computador.**

Luego de realizar el trabajo en campo, el procedimiento sugiere tener equipos de buena calidad para el procesamiento de la topografía del sector; se usó el software Civil 3D, las características del computador son: Intel Core 2 Quad, 2.33 Ghz, 64 bits, 4 gigas de memoria RAM. Anexo 21.

### **Tamizadora eléctrica**

Equipo eléctrico de laboratorio que mediante vibraciones separa y clasifica por tamaño el material con gran facilidad y rapidez. Anexo 22.

### **Balanza eléctrica**

Equipo de laboratorio de precisión necesario para determinar los diferentes pesos de las muestras con y sin humedad. Anexo 23.

### **Prensa de CBR**

Equipo eléctrico de laboratorio que mide la resistencia al esfuerzo de corte de una muestra con condiciones específicas de humedad y densidad. Anexo 24.

## **Copa de Casa Grande**

Equipo mecánico de laboratorio que realiza un movimiento constante el cual produce un golpe del recipiente de bronce, que sirve para determinar el límite líquido de la muestra. Anexo 25.

## **Laboratorio de Suelos**

Para el proceso de obtención de contenidos de húmedas se requiere que el agua contenida dentro de las muestras sea evaporada para obtener el peso de los líquidos este proceso requiere de un horno Anexo 25.

## **2.2. Métodos**

### **Análisis de Campo**

Se ejecutará una visita técnica a la Parroquia Rural Pacto que pertenece al Distrito Metropolitano de Quito hasta la Comunidad El Paraíso para realizar una evaluación preliminar y constatar el estado actual de la bases, de igual forma se informará a la Comunidad del Paraíso del proyecto técnico que se va a ejecutar, también receptor de los problemas que ellos tienen respecto al uso de la carretera, y se buscará el apoyo del GAD parroquial para la elaboración del proyecto, en lo concerniente a la maquinaria para la obtención de las muestras del suelo.

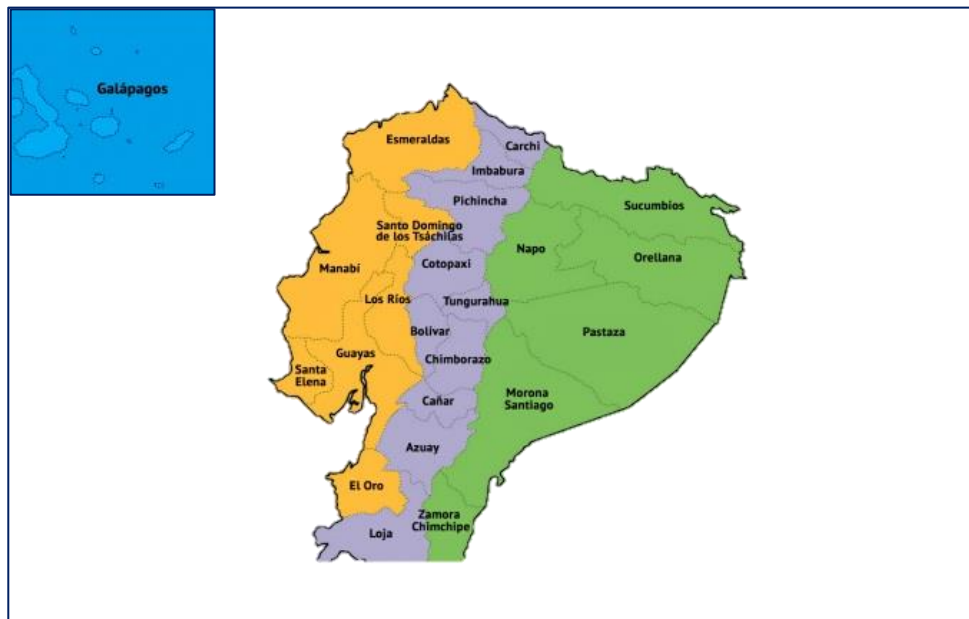
### **Recopilación documentada – bibliográfica**

Para realizar un estudio vial se debe tener un respaldo técnico y un fundamento teórico, debido a esto se realizará una recopilación de información como libros, artículos científicos, entre otros; que traten sobre diseño geométrico de vías, pavimentos, que lo podemos encontrar en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, plataformas creadas con información técnica, también se solicitará documentos al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Pacto.

## 2.2.1. Ubicación del Proyecto

### 2.2.1.1. Ubicación Macro del Proyecto

Ecuador está situado sobre la línea ecuatorial, en América del Sur, por lo cual su territorio se encuentra en los dos hemisferios, limita al norte con Colombia y al sur y al este con Perú. Al oeste limita con el Océano Pacífico. Está dividido en cuatro regiones, en las que se distribuyen 24 provincias. En la costa del Pacífico se encuentran las provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Santa Elena. En la sierra, en la zona norte de Los Andes, están Carchi, Imbabura, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; en el sector sur se encuentran Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. En la Amazonía, en cambio, están Sucumbios, Napo, Pastaza, Orellana, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Y en la región insular, las Islas Galápagos, compuestas por tres islas principales.



**Figura No. 7.-** Ubicación del Macroproyecto

Fuente: El autor

### 2.2.1.2. Ubicación Meso del Proyecto

La región Centro Norte posee una diversidad de pisos climáticos y ecosistemas que van desde los 200 msnm en la llanura amazónica, hasta los 5.790 en la sierra central, con un 22% de su territorio con limitaciones topográficas, especialmente en los flancos de la cordillera andina. Su temperatura fluctúa entre los 5°C a 26°C, con precipitaciones entre 300mm en Pichincha a 4.000 mm en la Amazonía, conformado por un conjunto de volcanes activos: Pululahua, Guagua Pichincha, Ninahuilca, Cayambe, Reventador, Antisana y Sumaco. Alrededor del 34% del territorio regional, se encuentra bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), muchas de ellas intervenidas y amenazadas por actividades petroleras y madereras. A su interior del SNAP, se encuentran importantes parques nacionales (27%) y diversas reservas ecológicas (7%). En las provincias de Napo y Orellana el 35% de la superficie corresponde a bosques nativos y naturales que no cuentan actualmente con status de protección, el sector primario de la PEA se expresa con un 30,87%, el secundario con un 18,49% y el terciario con un 24,63%, siendo la provincia de Pichincha la de mayor aporte a estas cifras con más del 90%. [3]

La provincia de Pichincha limita al norte con la provincia de Imbabura, al noroeste con la provincia de Esmeraldas, al sur con la provincia de Cotopaxi, al este con las provincias de Napo y Sucumbíos y al suroeste con Santo Domingo de los Tsáchilas. Su capital administrativa es la ciudad de Quito la cual además es la capital del país. Pichincha se caracteriza por ser un polo de desarrollo nacional, administrativo, económico, financiero comercial y político, además es sede de la mayoría de organismos gubernamentales y empresas del país, la provincia se ubica principalmente sobre la Hoya de Guayllabamba, existen dos zonas diferenciadas: al este, un área dominada por los Andes orientales y occidentales; el oeste, un área que pertenece a la región Costa, que se encuentra poblada por ramificaciones subandinas. [3]

Más del 70 % de la extensión territorial de la provincia la ocupan tres cantones, el DMQ con 4 217 km<sup>2</sup> que representa el 45%, Mejía con el 15% y 1 410 km<sup>2</sup> y Cayambe el 13% con 1 199 km<sup>2</sup>. El 30% restante corresponde a los otros 5 cantones que en su orden tienen el siguiente porcentaje: San Miguel de Los Bancos 9%, Puerto Quito y

Pedro Vicente Maldonado cada uno con el 7%, Pedro Moncayo con el 4% y finalmente Rumiñahui el más pequeño con el 1% de la extensión, tiene una población de 2.576.287 habitantes, que representa el 17,78% del país, el 51,26% son hombres y el 48,74% son mujeres, la población es fundamentalmente urbana, representa el 68%, y 32 % es rural, prácticamente una relación de 2 a 1. La población de la provincia se autodenomina: mestizo 82,1%, blanco 6,3%, indígena 5,3%, afrodescendiente 4,5%, montubio 1,3%, otro 0,4%. El 51,23% de la población tiene vivienda propia; 79,1% de las viviendas tienen red de agua potable, 87,7% alcantarillado, 95% recolección de basura y 99,1% energía eléctrica. [3]



**Figura No. 8.-** Ubicación del Meso del Proyecto

Fuente: El autor.

### 2.2.1.3. Ubicación Micro

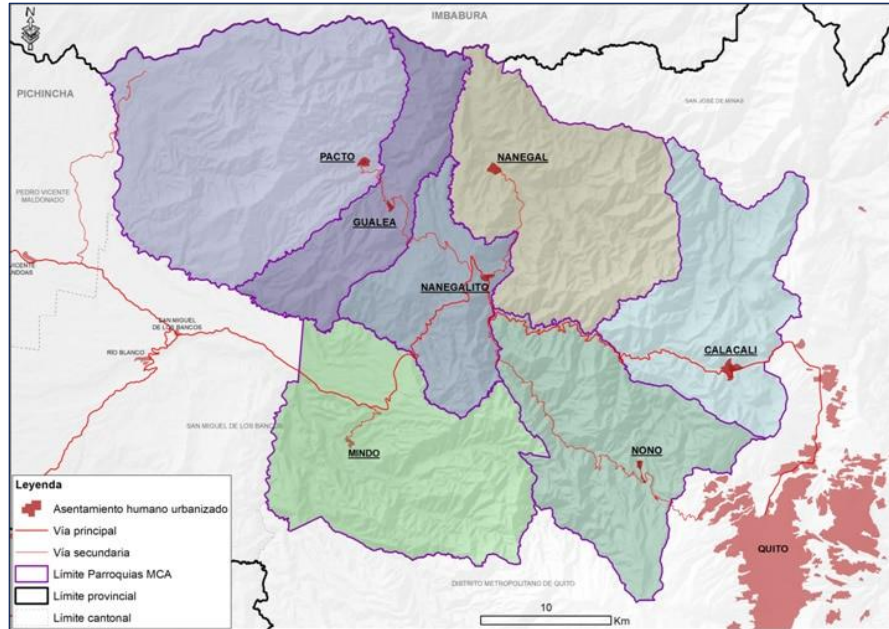
La parroquia Pacto, se encuentra ubicada en el extremo noroccidental del DMQ, Pichincha, Ecuador, América del Sur, con una latitud de 748409 y una longitud de 10015595, sus límites comprenden al norte por la parroquia García Moreno, Provincia de Imbabura; al sur por el Cantón San Miguel de los Bancos y Parroquia Gualea; al este parroquia Gualea y al oeste Cantón Pedro Vicente Maldonado; su clima es templado-húmedo, la temperatura oscila entre los 17° y 23° C., la superficie de la parroquia es 346,14 km<sup>2</sup>.

Según demuestran estudios recientes, se encontraba habitada por culturas prehispánicas formando parte de la gran Nación Yumbo, la cual alcanzó un gran desarrollo a nivel político, económico, tecnológico y social en la zona. Prueba de ello son todos los vestigios arqueológicos, sociales y culturales que se pueden encontrar en la actualidad, como son las tolas, los culuncos, los petroglifos e incluso los nombres de algunos centros poblados como Ingapi, Piripe por ejemplo. [4]

El pueblo de Pacto tuvo una ardua participación política en el histórico conflicto entre liberales y conservadores. Fue el lugar donde se encontraron las tropas liberales seguidoras del asesinado presidente Eloy Alfaro, con la fracción del liberalismo oligárquico que tenía en el poder a Leónidas Plaza. Convirtiéndose Pacto en el escenario histórico de una confrontación entre dos visiones distintas del liberalismo, por un lado, un liberalismo que propugnaba la igualdad como planteaba el Viejo Luchador, y por el otro, un liberalismo que cuidaba los intereses de la oligarquía y los terratenientes, la sangrienta batalla realizada en este sector desgastó la capacidad operativa de ambos grupos. Este contexto llevó al pueblo a tomar la iniciativa de solidaridad con ambos bandos mermados por las enfermedades y la falta de recursos. Según algunas narraciones, en uno de esos momentos se dijo “hagamos un pacto de no agresión”, de esta manera surgirá el nombre de la parroquia. [4]

Cabe destacar que el proceso de colonización de la zona de Pacto inicia en el año de 1890, es ahí cuando se empiezan a desarrollar los primeros poblados, entre los años 1900 –1910 se da la consolidación de la parroquia y para el año de 1926 se declara a Pacto zona de tierras baldías que se ofertan a la concesión de colonos, esto dio como resultado que para el año de 1930 se conforme Pacto reconocida oficialmente como caserío perteneciente a la parroquia de Gualea, el 27 de Marzo de 1936 independizándose de Gualea se funda como parroquia civil mediante Registro Oficial N° 156. Pacto es una parroquia rural del cantón Quito que, de acuerdo con la Ley Orgánica de Juntas Parroquiales Rurales publicada en el Registro Oficial 193 de 27 de octubre de 2000 y con la Constitución Política de la República, ha sido elevada a la categoría de Gobierno Seccional Autónomo, cambio que materializa la descentralización del Gobierno Central, mecanismo administrativo mediante el cual se

puede estimular a los sectores marginales, a convertirse en agentes autogestionarios de su desarrollo. [4]



**Figura No. 9.-** Ubicación Micro del Proyecto.

**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Pacto, 2012

## 2.2.2. Plan de Recolección de Datos

El diseño geométrico de una carretera es el aspecto más importante a considerar en un estudio, el cual debe conseguir una congruencia entre los tres parámetros que son: alineamiento horizontal, vertical y transversal, cumpliendo todos los aspectos de seguridad comodidad y de movilidad que sugieren las normativas y las entidades públicas que rigen en el país.

### 2.2.2.1. Levantamiento Topográfico

Debido al avance tecnológico que existe hoy en día se puede realizar un levantamiento topográfico mediante el uso de un GPS y estación total para obtener mejores detalles del terreno con una muy buena precisión, mediante el proceso topográfico.



- Realizamos la ubicación e identificación de la zona utilizando el programa Autodesk Civil 3D (licencia estudiantil), con el post procesado de datos obtenido por el equipo de GPS diferencial, marca Trimble, modelo R8 doble frecuencia de alta precisión.
- El primer GPS diferencial en el levantamiento topográfico procede a situarse en el punto de la superficie con mayor altura para tener una buena recepción convirtiéndose en un punto base del levantamiento, a partir de esto el segundo GPS se moviliza con el objetivo de obtener el perfil transversal en cada una de las abscisas.
- Con el levantamiento obtenido en el GPS diferencial, se procesa en el software Autodesk Civil 3D donde se genera la superficie y las características del terreno mediante los datos revelados en el trabajo de campo, donde también se ubicará la zona mediante las coordenadas existentes en el presente proyecto.

#### **2.2.2.2. Conteo Vehicular**

El conteo de vehículos para la determinación del TPDA se lo realizara de forma manual. Este estudio se lo realizara durante 7 días seguidos, desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm con un total de 12 horas, contabilizando los automóviles en intervalos de 15 minutos.

#### **2.2.2.3. Ensayos de Suelo**

Los ensayos de suelo se realizarán en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente. El muestreo se lo realizará mediante los siguientes pasos.

- Identificar las coordenadas, la ubicación y el sitio por cada kilómetro donde se realizarán los muestreos.
- En el sitio de cada muestreo identificarlos mediante estacas y pintura.

- Realizar una calicata de 1 metro cuadrado y extraer el material existente de la subrasante, extraer aproximadamente 50 kg.
- Luego de la subrasante excavar 50 cm por debajo y extraer 50 kg e Identificar de forma correcta cada muestra de suelo extraída.
- Realizar el procedimiento por cada kilómetro de toda la vía en estudio.
- Transportar las muestras al laboratorio de suelos para su posterior procesamiento y obtención de los resultados requeridos.

### **2.2.3. Plan de Procesamiento y Análisis de Datos**

#### **2.2.3.1. Plan de Procesamiento**

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico, el conteo vehicular y los ensayos de suelos se realizarán las siguientes actividades:

- Verificación de la topografía procesada
- Tabulación del conteo vehicular
- Interpretación de los datos de los ensayos de suelo
- Diseño del pavimento mediante el manual AASHTO 93
- Cálculo de la estructura del pavimento flexible

#### **2.2.3.2. Análisis de Datos**

Con todos los datos obtenidos y procesados de manera individual específica, se debe realizar un análisis con un criterio técnico y relacionándolo con las normas establecidas en el AASHTO 93 para estos estudios junto con las restricciones propias del relieve de la vía y también con un criterio económico eficiente, destacando la reutilización del material asfáltico fresado para la ejecución de este proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

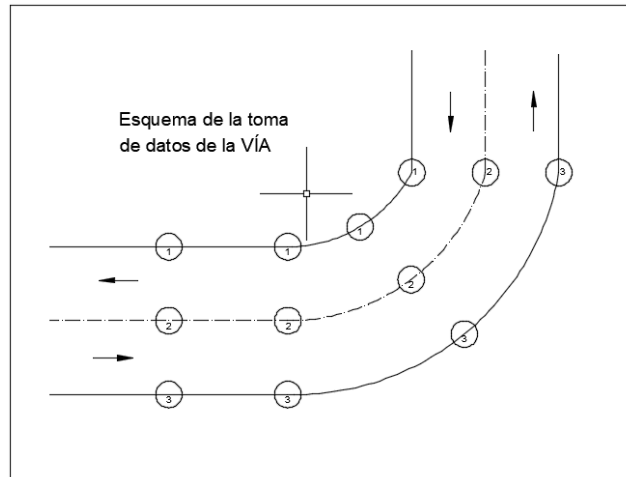
#### **3.1. Análisis y Discusión de los Resultados**

##### **3.1.1. Levantamiento Topográfico Realizado con GPS Diferencial**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el sistema GPS diferencial o GNSS con un modelo de la marca Trimble modelo R8 la cual consta de dos antenas conectadas entre funcionando una como base la cual rectifica los errores producidos por la otra que se encuentra en movimiento obteniendo una exactitud muy grande el manual de especificaciones técnicas indica que el error en horizontal puede llegar a ser de 3 mm y en la vertical de 3.5mm de esta manera se evita los errores de arrastre que se producen en una estación total y permitiendo un proceso más rápido de toma de datos.

En este trabajo se realizó 5 estaciones ya que la distancia en línea recta fue de menos de 30km que pude comunicarse el equipo estacionario con la antena en movimiento por la topografía del lugar que impedía la conexión de los equipos.

El proceso de toma de datos fue que se tomó 3 puntos de la vía actual por cada 300 metros aproximadamente como también al inicio, medio y final de las curvas en los cuales se tomó el primero en la parte exterior de la vía, el segundo en el eje aproximado de la vía y el tercero a la otra parte exterior de la vía como se indica en la figura.



**Figura No. 10.-** Estructura de la toma de datos de la vía existente

**Fuente:** Autor

Después de la toma de datos se procede a la graficación en el programa civil 3D perteneciente a la casa de Autodesk con licencia estudiantil.

### 3.1.2. Conteo Vehicular

Para la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual llamado por sus iniciales TPDA se seleccionará un punto en la carretera donde se realizó una estación temporal para el conteo de los vehículos que circulan por la vía de comunicación con un conteo manual mediante las normas MTOP y el AASHTO, como se puede observar en el Anexo B.

<b>CONTEO VEHICULAR POR DÍAS</b>						
<b>Lugar: Vía Pacto - El Paraíso</b>						
<b>Tipo de conteo:</b> Manual		<b>Horario: 06:00-18:00</b>		<b>Número de Carriles: 2</b>		
Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
20/08/2021	21/08/2021	22/08/2021	23/08/2021	24/08/2021	25/08/2021	26/08/2021
432	441	341	293	408	322	410
Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos

**Tabla No. 7.-** Conteo Vehicular por días

**Fuente:** Autor

En el conteo diario el día con mayor tráfico es el sábado con un total de vehículos de cuatrocientos cuarenta vehículos en el día, para el análisis del TPDA será el día con el que se analizará el factor de hora pico.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																		
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito										Clima soleado		Conteo:		Manual 12 horas		
Fecha:		Sábado 21 de Agosto del 2021										Clima soleado		Cantón:		Quito		
												Clima soleado		Parroquia:		Pacto		
												Clima soleado		Provincia:		Pichincha		
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado	
				2D	2DB	3A							2D	2DB	3A			
06:00	06:15	3	2				5		12:00	12:15	2	3				5	35	
06:15	06:30	2	1				3		12:15	12:30	3				3	26		
06:30	06:45	4	1	1			6		12:30	12:45	4	1			5	19		
06:45	07:00	2	1		1		4	18	12:45	13:00		2			2	15		
07:00	07:15	7	2				9	22	13:00	13:15	1	8			9	19		
07:15	07:30	6	2		1	1	10	29	13:15	13:30	5	6			11	27		
07:30	07:45	1	3	1	2		7	30	13:30	13:45	3	7	1	1	12	34		
07:45	08:00	6	3		1		10	36	13:45	14:00	4	7			11	43		
08:00	08:15	4	4			5	13	40	14:00	14:15	4	4	1		9	43		
08:15	08:30	4	4			1	9	39	14:15	14:30	4	6			10	42		
08:30	08:45	1	5		1		7	39	14:30	14:45	5	5			10	40		
08:45	09:00	6	5		1		12	41	14:45	15:00	8	2	1		11	40		
09:00	09:15	3	4				7	35	15:00	15:15	6	8			14	45		
09:15	09:30	6	5				11	37	15:15	15:30	3	2	1	1	7	42		
09:30	09:45	6	2	1	1	3	13	43	15:30	15:45	8	7			15	47		
09:45	10:00	6	11	1			18	49	15:45	16:00	4	3			7	43		
10:00	10:15	4	8				12	54	16:00	16:15	1	2	1		4	33		
10:15	10:30	4	7		1		12	55	16:15	16:30	3	6			9	35		
10:30	10:45	3	7				10	52	16:30	16:45	5	6			11	31		
10:45	11:00	3	9		1	1	14	48	16:45	17:00	5	2			7	31		
11:00	11:15	2	2		1	1	6	42	17:00	17:15	7	8	1		16	43		
11:15	11:30	3	9				12	42	17:15	17:30	4	5			9	43		
11:30	11:45	2	9		1		12	44	17:30	17:45	1	4	1	1	8	40		
11:45	12:00	3	3				6	36	17:45	18:00	4	4			8	41		
Total=									185	217	6	19	14		441			

**Tabla No. 8.-** Conteo Vehicular

**Fuente:** Autor

Con los datos obtenidos la hora más demanda es entre las 9:30 a 10:30 convirtiéndose en la hora pico.

Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
				2D	2DB	3A		
09:30-09:45	6	2	1	1	3		13	
09:45-10:00	6	11	1				18	
10:00-10:15	4	8					12	
10:15-10:30	4	7		1			12	55
Sumatoria	20	28	2	2	3	0	55	
%	36%	51%	4%	4%	5%	0%	100%	

**Tabla No. 9.-** Hora Pico

**Fuente:** Autor

Encontrado la hora con más vehículos de circulación se calcula el factor horario pico mediante la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{\text{Total de vehiculos en una hora}}{4 * (\text{Mayor trafico en 15 minutos})}$$

$$FHP = \frac{55}{4(18)} = 0.764$$

Este valor siempre es menor a la unidad implicando que existe variaciones en el flujo de vehículos, pero puede existir la posibilidad de que en cualquier punto de la existencia de la este valor pueda ser excedido por este motivo el valor de  $FHP = 1$ .

### 3.1.2.1. Tráfico Actual (TPDA)

Según la MTOP para calcular el TPDA se puede tomar entre un 8% al 12% para vías urbanas con una recomendación del 10% y para vías rurales entre un 12% al 18% con una recomendación del 15% para el factor k, ya que la vía se encuentra en una zona rural se ocupará un valor de  $k=15\%$ .

$$TPDA_{(Actual)} = \frac{\text{Total de vehiculos} * FHP}{k}$$

Para Livianos

$$TPDA_{Livianos} = TPDA_{Motos} + TPDA_{Automoviles}$$

$$TPDA_{Motos} = \frac{20 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Motos} = 133 \frac{Motos}{día}$$

$$TPDA_{Automoviles} = \frac{28 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Automoviles} = 187 \frac{Automoviles}{día}$$

$$TPDA_{Livianos} = 320 \frac{Livianos}{día}$$

Para Buses

$$TPDA_{Buses} = \frac{2 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Buses} = 13 \frac{Buses}{día}$$

Para Camiones

$$TPDA_{Camiones} = \frac{5 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Camiones} = 33 \frac{Camiones}{día}$$

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA Actual
Livianos	48	320
Buses	2	13
Camiones	5	33
	TPDA Total	366

$$TPDA_{Actual} = TPDA_{Livianos} + TPDA_{Buses} + TPDA_{Camiones}$$

$$TPDA_{Actual} = 320 + 13 + 33$$



$$TPDA_{Actual} = 366 \frac{vehiculos}{día}$$

### 3.1.2.2.Cálculo del Tránsito Atraído

Para la obtención del tránsito actual de la vía se procede a la suma del TPDA actual más el tráfico generado más el tráfico desarrollado y el tráfico atraído.

Tránsito atraído

$$T_{Atr} = 10\% * TPDA_{Actual}$$

Livianos

$$T_{Atr} = 0.1 * TPDA_{Livianos}$$

$$T_{Atr} = 0.1 * 320$$

$$T_{Atr} = 32 \frac{vehiculos}{día}$$

Buses

$$T_{Atr} = 0.1 * TPDA_{Buses}$$

$$T_{Atr} = 0.1 * 13$$

$$T_{Atr} = 1 \frac{vehiculos}{día}$$

Camiones

$$T_{Atr} = 0.1 * TPDA_{Camiones}$$

$$T_{Atr} = 0.1 * 33$$

$$T_{Atr} = 3 \frac{vehiculos}{día}$$

### 3.1.2.3.Tránsito Generado

Para el cálculo del tránsito generado se basa en la ecuación 6 de la norma MTOP el cual dice que se ocupará el 20% del TPDA actual

$$T_{Gen} = 20\% * TPDA_{Livianos}$$

Livianos

$$T_{Gen} = 0.2 * TPDA_{Livianos}$$

$$T_{Gen} = 0.2 * 320$$

$$T_{Gen} = 64 \frac{vehículos}{día}$$

Buses

$$T_{Gen} = 0.2 * TPDA_{Buses}$$

$$T_{Gen} = 0.2 * 13$$

$$T_{Gen} = 3 \frac{vehículos}{día}$$

Camiones

$$T_{Gen} = 0.2 * TPDA_{Camiones}$$

$$T_{Gen} = 0.2 * 33$$

$$T_{Gen} = 7 \frac{vehículos}{día}$$

### 3.1.2.4.Tránsito Desarrollado

La norma MTOP establece que para el cálculo del tránsito desarrollado se calcula con el 5% del TPDA actual.

$$T_D = 5\% * TPDA_{Actual}$$

Livianos

$$T_D = 0.05 * TPDA_{Livianos}$$

$$T_D = 0.05 * 320$$

$$T_D = 16 \frac{vehículos}{día}$$

Buses

$$T_D = 0.05 * TPDA_{Buses}$$

$$T_D = 0.05 * 13$$

$$T_D = 1 \frac{vehículos}{día}$$

Camiones

$$T_D = 0.05 * TPDA_{Camiones}$$

$$T_D = 0.05 * 33$$

$$T_D = 2 \frac{vehículos}{día}$$

### 3.1.2.5. Determinación del Tránsito Actual

El tránsito actual es la suma del TPDA actual, tránsito generado, tránsito desarrollado y tránsito atraído.

$$TA = TPDA_{Actual} + T_{Atr} + T_{Gen} + T_D$$

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	TPDA Atraído	TPDA Generado	TPDA Desarrollado	TA
Livianos	320	32	64	16	<b>432</b>
Buses	13	1	3	1	<b>18</b>
Camiones	33	3	7	2	<b>45</b>
<b>TPDA Total</b>	<b>366</b>	<b>36</b>	<b>74</b>	<b>19</b>	<b>495</b>

**Tabla No. 10.-** Tránsito Promedio Diario Anual Aproximado

**Fuente:** Autor

### 3.1.2.6. Determinación del Tráfico Futuro

Para la determinación del tráfico futuro se utilizará la fórmula del MTOP para calcular a 20 años tomando en cuenta la tasa de crecimiento vehicular.

$$TF = TPDA * (1 + i)^n$$

Donde

$TF$  = Tráfico Futuro

$i$  = Tasa de incremento de tráfico

$n$  = Incremento en años

<b>TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO (%)</b>			
<b>PERÍODO</b>	<b>TIPO DE VEHÍCULOS</b>		
	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

**Tabla No. 11.-** Tasa de crecimiento Vehicular

**Fuente:** Norma de diseño de carreteras (MTOP), 2003

Livianos

$$TF_{Livianos} = 432 * (1 + 0.0357)^1$$

$$TF_{Livianos} = 447 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$TF_{Buses} = 18 * (1 + 0.0178)^1$$

$$TF_{Livianos} = 18 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$TF_{Camiones} = 45 * (1 + 0.0174)^1$$

$$TF_{Camiones} = 46 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Año	n	livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	Total
2021	0	3.57	1.78	1.74	432	18	45	495
2022	1	3.57	1.78	1.74	447	18	46	511
2023	2	3.57	1.78	1.74	463	19	47	529
2024	3	3.57	1.78	1.74	480	19	47	546
2025	4	3.57	1.78	1.74	497	19	48	564
2026	5	3.25	1.62	1.58	507	20	49	576
2027	6	3.25	1.62	1.58	523	20	49	592
2028	7	3.25	1.62	1.58	540	20	50	610
2029	8	3.25	1.62	1.58	558	20	51	629
2030	9	3.25	1.62	1.58	576	21	52	649
2031	10	3.25	1.62	1.58	595	21	53	669
2032	11	3.25	1.62	1.58	614	21	53	688
2033	12	3.25	1.62	1.58	634	22	54	710
2034	13	3.25	1.62	1.58	655	22	55	732
2035	14	3.25	1.62	1.58	676	23	56	755
2036	15	3.25	1.62	1.58	698	23	57	778
2037	16	3.25	1.62	1.58	721	23	58	802
2038	17	3.25	1.62	1.58	744	24	59	827
2039	18	3.25	1.62	1.58	768	24	60	852
2040	19	3.25	1.62	1.58	793	24	61	878
2041	20	3.25	1.62	1.58	819	25	62	906

**Tabla No. 12.-** Tráfico futuro

**Fuente:** Autor

### 3.1.2.7. Clasificación de la Vía

En base al tráfico futuro el tipo de vehículo con mayor porcentaje de afluencia en la vía son los livianos con un 90%, los buses son el porcentaje más bajo con un 3% y los camiones con un 7%

Tipo de Vehículo	Unidades	%
Livianos	819	90
Buses	25	3
Camiones	62	7
<b>TPDA Total</b>	<b>906</b>	<b>100</b>

**Tabla No. 13.-** Porcentajes del tráfico futuro

**Fuente:** Autor

En base a la recomendación de clasificación que ofrece la norma de diseño geométrico del 2003 para un periodo de diseño para 20 años nuestra vía es una colectora de clase III según la MTOP-2003 ya que el tráfico esperado es de 906 vehículos/día y son vías que no están en el sistema nacional arterial.

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

**Tabla No. 14.-** Relación, función, clase MOP y tráfico.

**Fuente:** Norma de diseño de carreteras (MTOP), 2003

### 3.1.2.8. Velocidad de Diseño

Con los valores obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual obtenemos los valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales que ofrece la MOP con la clase de vía colectora de clase III con un TPDA de 906.

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

**Tabla No. 15.-** Valores de Diseño Geométrico Recomendados

**Fuente:** Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Como la localización de la vía se encuentra en una zona rural y el sector es montañoso y con el valor del TPD<sup>(1)</sup> entre 300-1000, la velocidad de diseño es de 40Km/h, el valor de radio mínimo de curvas horizontales es de 42 m, la distancia de visibilidad para parada es de 40 m y la distancia de visibilidad para rebasamiento es de 270 m.

### 3.1.3. Suelos

#### 3.1.3.1. Trabajos Realizados

##### 3.1.3.1.1. Trabajos de Campo

Los trabajos de campo corresponden a las actividades de reconocimiento del sitio y ensayos técnicos especializados, se realizó actividades de exploración del subsuelo, a través de métodos directos e indirectos; para el diseño de la estructura de pavimento, se procedió a la ejecución de Diez (10) calicatas o pozos a cielo abierto (PCA), ubicadas en sitios estratégicos de las calles de estudio, a profundidades de muestreo de 1.50m, mismas que fueron representativas para la identificación Manual – Visual en campo, según las normativas ASTM D 2488.

Adicional se tomó muestras en cada una de las calicatas, para el ensayo de compactación Proctor Estándar, según la norma ASTM D-1557; ensayo de Relación de Soporte California CBR de laboratorio.

Por otro lado, a partir de las muestras recuperadas, se realizó la identificación Manual-Visual en campo de los suelos (ASTM D 2488), donde se definió preliminarmente los tipos de suelos constituyentes, incluso la existencia de materia orgánica.

### **3.1.3.1.2. Trabajos de Laboratorio**

Conforme a los requerimientos para la estructura de la vía, es indispensable la caracterización física de los suelos del lugar, para el efecto se utilizó las muestras recuperadas representativas, donde se efectuó ensayos de identificación y clasificación (SUCS), que consiste en la determinación de la humedad natural ASTM D-2216, límites de Atterberg (líquido y plástico) ASTM D-4318 y análisis granulométrico ASTM D-422.

Las muestras obtenidas de las calicatas fueron preparadas y ensayadas según el ensayo, tales como para las compactaciones Proctor Estándar, CBR, granulometrías, etc.

### **3.1.3.2. Origen Geológico – Geotécnico del Sector**

#### **3.1.3.2.1. Características Geológicas del Sector**

El área de estudio se localiza en la provincia de Pichincha, en la parroquia rural de Pacto Distrito Metropolitano, la morfología es ondulada y montañosa, siendo esta última predominante en el sector de estudio. La variación de nivel del proyecto se estima que oscila entre 1145 a 1450 msnm, la altura media es de 1255 msnm.

La geología de la parroquia se relaciona con aquella del pie occidental de la Cordillera de los Andes y de la parte baja que corresponde a una zona de depósitos aluviales cuaternarios. La formación geológica predominante en el cantón son los Depósitos Aluviales, de origen cuaternario compuestos generalmente de arcillas, limos y arenas acarreados por cuerpos aluviales.

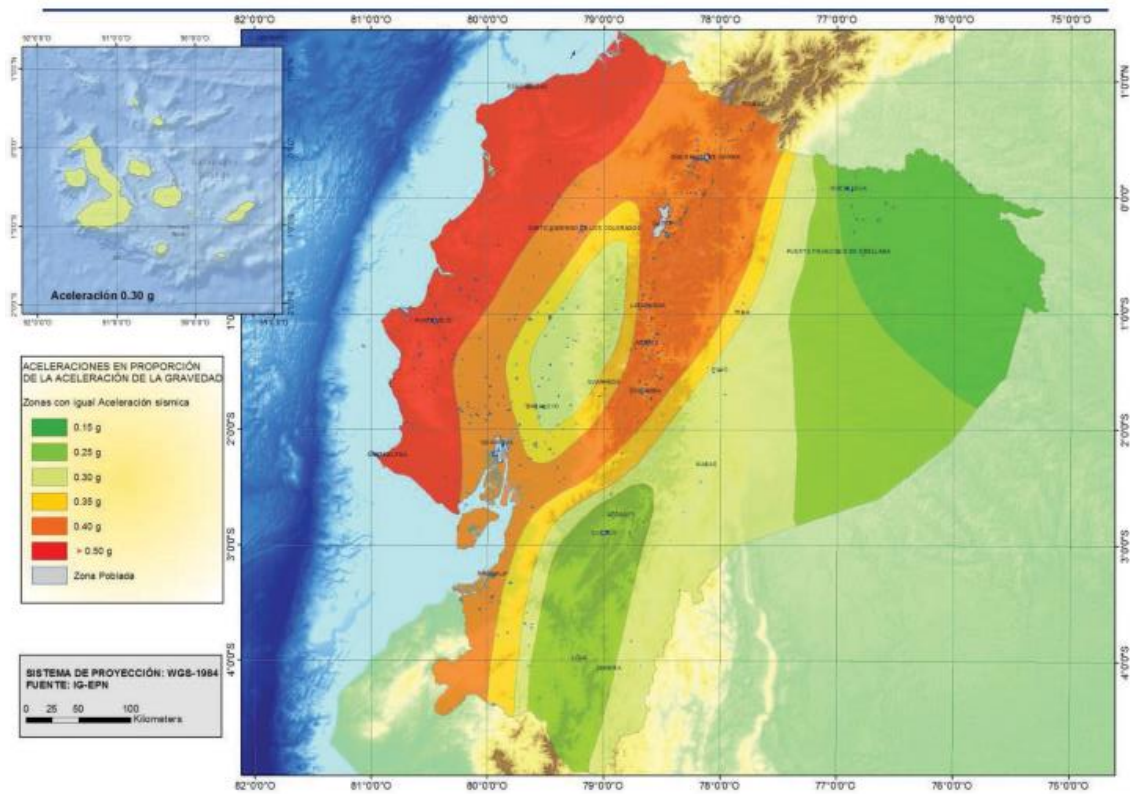


Otra formación que se encuentra en la parte más oriental del cantón es la llamada Grupo Pilatón, que están formadas por limolitas, areniscas y brechas volcánicas provenientes de la actividad volcánica desarrollada en el sector.

#### **3.1.3.2.2. Zonificación Sísmica Del Sector**

De acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS) expedida el 19 de agosto del 2014, mediante el acuerdo ministerial No. 0028; es necesario definir la zonificación sísmica del proyecto, así como la geología local, a fin de evaluar el peligro sísmico de la estructura conforme lo estipula el Capítulo de Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente de dicha norma.

De la norma antes mencionada, se estableció que el proyecto se localiza dentro de la Zona Sísmica V, con un factor de zona ( $Z$ ) de  $z = 0.40$ ; cuya caracterización de peligro sísmico es ALTA, razón por la cual el ingeniero estructural tomará las medidas sismo resistentes correspondientes.



**Figura No. 11.-** Mapa de zona sísmica y factor Z

**Fuente:** Norma NEC-SE-DS-Peligro Sísmico, 2016

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

**Tabla No. 16.-** Zonificación sísmica y factor de zona Z

**Fuente:** Norma NEC-SE-DS-Peligro Sísmico, 2016

### 3.1.3.3. Naturaleza y Distribución de Unidades Geotécnicas

A partir de los resultados de campo y laboratorio obtenidos, se pudo identificar la existencia de varias unidades geotécnicas o estratos de subsuelo de similares características geomecánicas, hasta la profundidad sondeada (-1.50m), en donde se determinó lo siguiente:

#### **3.1.3.3.1. ABS: 0+000 a 1+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.00m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad media, humedad mediana, este material corresponde al suelo de subrasante del proyecto.

#### **3.1.3.3.2. ABS: 1+000 a 2+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro a oscuro, de consistencia baja, plasticidad media, humedad mediana.

#### **3.1.3.3.3. ABS: 2+000 a 3+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino a grueso, tipo cohesivo, caracterizado por **ARENA FINA LIMOSA (SM)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro a oscuro, de consistencia baja, plasticidad baja, humedad baja.

#### **3.1.3.3.4. ABS: 3+000 a 4+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad media, humedad mediana.

#### 3.1.3.3.5. ABS: 4+000 a 5+000

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino a grueso, tipo cohesivo, caracterizado por **ARENA FINA LIMOSA (SM)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro a oscuro, de consistencia baja, plasticidad baja, humedad baja.

#### 3.1.3.3.6. ABS: 5+000 a 6+000

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.00m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad media, humedad mediana.
- Profundidad de -1.00m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo – friccionante, caracterizado por **LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad alta, humedad mediana

#### 3.1.3.3.7. ABS: 6+000 a 7+000

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad alta, humedad mediana.

#### 3.1.3.3.8. ABS: 7+000 a 8+000

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH)**, según la clasificación SUCS; su olor

característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad alta, humedad mediana.

#### **3.1.3.3.9. ABS: 8+000 a 9+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad alta, humedad alta.

#### **3.1.3.3.10. ABS: 9+000 a 10+000**

- Suelo de Subrasante: Profundidad de 0.50m a -1.00m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado por **LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (ML)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad media, humedad mediana.
- Profundidad de -1.00m a -1.50m se tiene un suelo de grano fino, tipo cohesivo – friccionante, caracterizado por **LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH)**, según la clasificación SUCS; su olor característico inorgánico, de color café claro, de consistencia baja, plasticidad alta, humedad alta.

#### **3.1.3.4. Expansividad del Suelo de Fundación**

A través de los ensayos de clasificación de suelos SUCS, se determinó que el suelo de fundación a nivel de subrasante corresponde a un LIMO ARCILLOSO, con sus límites de Atterberg ponderados tiene el Índice de Plasticidad máximo de  $IP = 54.14\%$ , lo cual se traduce en un POTENCIAL ALTO, en materia de Expansividad del suelo.

Grado de Potencial Expansivo	Índice Plástico
Bajo	0 – 15
Medio	10 – 35
Alto	20 – 55
Muy Alto	> 35

**Figura No. 12.-** Clasificación de la Expansividad de Suelo en función del IP

**Fuente:** Seed, Woodward y Lundgren, 1999

#### 3.1.3.4.1. Nivel Freático y Aguas Subterráneas

En cuanto a la presencia de nivel freático y aguas subterráneas, NO SE IDENTIFICÓ la existencia de dicho particular hasta la profundidad sondeada, sin embargo, es necesario tomar las debidas precauciones para el control y drenaje de la escorrentía superficial ya que en el sector tiene un clima cálido húmedo lo cual permite la existencia de fuertes lluvias superficiales en tiempo de invierno.

#### 3.1.3.5.Suelo de Fundación a Nivel de Subrasante

Como complemento a los ensayos de campo y laboratorio, se tomó muestras representativas de las excavaciones a cielo abierto (calicatas), de las cuales se realizaron los ensayos correspondientes a Compactación Proctor estándar (ASTM D 1557), pruebas de clasificación manual – visual SUCS y ensayos CBR (Relación de Soporte California – ASTM D 1883).

A partir de los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados:

#### **Compactación**

Es el proceso por el cual las partículas sólidas pierden espacios entre ellas por medio de la aplicación de fuerzas externas que las comprimen dando como resultado una mayor densidad del suelo el cual nos permitirá tener una mayor capacidad de carga y mayor estabilidad.

Calicata	PROF. (m)	SUCS	COMPACTACIÓN	
			Yd máx.	W óptima
1	1,50	ML	1,689,	18,470,
2	1,50	ML	1,716,	15,675,
3	1,50	SM	1,730,	18,204,
4	1,50	ML	1,993,	12,095,
5	1,50	SM	1,634,	18,615,
6	1,50	MH	1,504,	22,466,
7	1,50	MH	1,656,	26,970,
8	1,50	MH	1,671,	17,740,
9	1,50	MH	1,657,	16,780,
10	1,50	MH	1,357,	27,721,

**Tabla No. 17.-** Resultados de los ensayos de Compactación Proctor

**Fuente:** Autor

### CBR de Diseño

La Relación de Soporte California o CBR permite saber la resistencia a esfuerzos cortantes del suelo los cuales fueron evaluados a cada kilómetro de la vía.

Ítem	Absc.	CBR (90%)	CBR (95%)	CBR eq. (%)	Ensayo
1	1+000	2,40	3,50	2,95	CBR Laboratorio
2	2+000	2,60	3,40	3,00	
3	3+000	7,60	11,60	9,60	
4	4+000	4,10	5,90	5,00	
5	5+000	3,30	5,17	4,24	
6	6+000	3,00	4,20	3,60	
7	7+000	5,20	7,48	6,34	
8	8+000	5,70	7,90	6,80	
9	9+000	3,70	5,60	4,65	
10	10+000	7,40	10,10	8,75	

**Tabla No. 18.-** Resultados de los ensayos de CBR

**Fuente:** Autor

Análisis e Interpretación de Resultados: Como se puede apreciar en la tabla adjunta, el valor del CBR de la vía de interés oscila entre CBR = 2.95% a 9.60%; valor que obedece a suelos de medianas a bajas características y propiedades geomecánicas a nivel de subrasante.

### **3.1.4. Diseño del Pavimento**

Como alcance central del presente estudio se tiene el análisis y diseño de la estructura de pavimento de la vía de interés, cuyo requerimiento planificado es la construcción de una estructura de pavimento flexible, cuya capa de rodadura proyectada es con el empleo de concreto asfáltico en caliente

Para el presente estudio se utilizó el análisis de tráfico vehicular realizado por el método de la 30ª hora, se estima que la vía disponga de una demanda vehicular moderada, cuya composición de tráfico se debe a vehículos livianos, medianos, buses y camiones de 2 o 3 ejes; en tal virtud se prevé obtener los espesores de las capas de pavimento, los tipos de material a utilizarse.

#### **3.1.4.1. Metodología de Diseño según AASHTO 93**

En la actualidad existen diversos métodos o procesos de diseño de pavimentos, de los cuales se los puede dividir en dos grupos como son: los procesos empíricos y los empíricos-mecanísticos.

Los procesos empíricos se basan en los resultados obtenidos a través de experimentos o de experiencia, para lo cual no es necesaria una base científica que justifique las limitaciones. En muchos casos resulta más conveniente confiar en la experiencia que cuantificar la causa exacta de los fenómenos.

El diseño de la estructura del pavimento se realizó mediante la metodología recomendada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (Manual de Diseño de Carreteras, MOP-001-E), y se siguieron las recomendaciones del AASHTO Guide for Pavement Structures, 1993



### 3.1.4.1.1. Ecuación General

En términos generales este método de diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un “número estructural SN” para que el pavimento flexible pueda soportar el nivel de carga solicitado.

Para determinar el número estructural SN, el método AASHTO establece una ecuación general y un nomograma, que involucra las siguientes variables:

- El número de ejes equivalentes para el periodo de diseño, ( $W_{18}$ ).
- El parámetro de confiabilidad (R).
- La desviación estándar ( $S_o$ ).
- El módulo de resiliencia efectivo, ( $M_r$ ) del material de subrasante.
- La pérdida o diferencia entre los índices de servicios inicial y finales deseados, ( $\Delta PSI$ ).

La ecuación de diseño establecida por la AASHTO – 93 es la ecuación número 17 de este documento:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

- $W_{18}$ : Número predicho de repeticiones de ejes equivalentes de carga de 18 kips (80 kN ó 8.2Tn).
- ZR: Desviación normal estándar.

- So: Error estándar combinado de la predicción del tránsito y la predicción del desempeño.
- $\Delta$ PSI: Diferencia entre el índice de diseño inicial de servicio, po, y el índice de diseño final de servicio, pt.
- MR: Módulo Resiliente (psi).
- SN: es igual al número estructural indicativo del espesor total requerido de pavimento.

#### 3.1.4.1.2. Periodo de Diseño

En base a la guía AASHTO 93, se recomienda que el tiempo prudencial para dar mantenimiento es a los 10 años de vida de la vía y también da una tabla de recomendación para el diseño de la misma.

Clasificación de la Vía	Periodo de Análisis en años
Urbana de Alto Volumen de Tráfico	30 – 50
Rural de Alto Volumen de Tráfico	20 - 50
Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	15 - 25
No Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	10 – 20

**Tabla No. 19.-** Restricciones en el tiempo

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Con la clasificación de la vía que ofrece la guía se asume un periodo de análisis de 20 años de tráfico que está en el rango de 15 a 25 años y corresponde a una vía pavimentada de bajo volumen de tráfico.

#### 3.1.4.1.3. Factor de Daño “Fd”

Dado que en la vía circulan en mayor cantidad de vehículos livianos se calculó el factor de daño, considerando una camioneta Chevrolet liv D’max 4x4 Diesel modelo 2019

puesto que la gente en su gran mayoría se moviliza en este tipo de transporte, del cual se obtuvieron los pesos máximos soportados por cada eje de la ficha técnica del vehículo, para los demás vehículos se utilizó el manual NEVI-12 VOLUMEN 2A.

Tipo	Peso del vehículo	Eje Simple		Eje Simple Doble		Eje Tándem		Factor de daño
		Ton	$(P/6,6)^4$	Ton	$(P/8,2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	
Livianos	3.22	1.35	0.0018					0.0082
		1.87	0.0064					
Buses	12	4	0.1349	8	0.9060			1.0409
2D	7	3	0.0427					0.1776
		4	0.1349					
2DB	18	7	1.2654	11	3.2383			4.5037
3A	27	7	1.2654			20	3.1605	4.4259

**Tabla No. 20.-** Factores de daño de vehículos

**Fuente:** Autor

En base a los resultados del conteo vehicular los valores de factores de daño a ser utilizados serán a los correspondientes a livianos, buses y camiones 2DB.

#### 3.1.4.1.4. Factor de Distribución por Carril

Para el factor de distribución de carril se emplea la guía de diseños de pavimento de la AASHTO 93 que da el porcentaje que se debe utilizar en el carril de diseño.

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

**Tabla No. 21.-** Factor de distribución de carril

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

La vía al tener un ancho de 6 metros actualmente dispone de un carril por sentido, usando la guía de la AASHTO 93 la carga vehicular se utiliza el 100% en la suma de sus dos sentidos.

### 3.1.4.1.5. Cálculo de los Ejes Equivalentes (W18)

Para realizar el cálculo de ejes equivalentes se usa la siguiente ecuación.

$$W_{18Total} = 365 * TPDA_{Final} * Fd$$

Donde:

- $W_{18}$  = Número de ejes equivalentes acumulados.
- $TPDA_{final}$  = Tráfico promedio diario anual futuro.

$$W_{18Total} = [365 * TPDA_{final} * Fd_{liv}] + [365 * TPDA_{final} * Fd_{bus}] \\ + [365 * TPDA_{final} * Fd_{pesados}]$$

$$W_{18Total} = (365 * 432 * 0.0082) + (365 * 18 * 1.0409) + (365 * 45 * 4.5037)$$

$$W_{18Total} = 1293 + 6838 + 73973$$

$$W_{18Total} = 82104$$

$$W_{18Parcial} = W_{18Total} * Fd$$

$$W_{18Parcial} = 82104 * 0,5$$

$$W_{18Parcial} = 41052$$

Año	n	Índice de incremento (i)			TPDA Futuro Tf			TPDA Total	W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 de diseño
		Liviano	Buses	Camiones	Liviano	Buses	Camiones				
2021	0	3.57	1.78	1.74	432	18	45	495	41052	41052	20526
2022	1	3.57	1.78	1.74	447	18	46	511	41897	82949	41475
2023	2	3.57	1.78	1.74	463	19	47	529	42933	125882	62941
2024	3	3.57	1.78	1.74	480	19	47	546	42958	168840	84420
2025	4	3.57	1.78	1.74	497	19	48	564	43805	212645	106323
2026	5	3.25	1.62	1.58	507	20	49	576	44832	257477	128739
2027	6	3.25	1.62	1.58	523	20	49	592	44856	302333	151167
2028	7	3.25	1.62	1.58	540	20	50	610	45704	348037	174019
2029	8	3.25	1.62	1.58	558	20	51	629	46553	394590	197295
2030	9	3.25	1.62	1.58	576	21	52	649	47591	442181	221091
2031	10	3.25	1.62	1.58	595	21	53	669	48442	490623	245312
2032	11	3.25	1.62	1.58	614	21	53	688	48470	539093	269547
2033	12	3.25	1.62	1.58	634	22	54	710	49512	588605	294303
2034	13	3.25	1.62	1.58	655	22	55	732	50365	638970	319485
2035	14	3.25	1.62	1.58	676	23	56	755	51409	690379	345190
2036	15	3.25	1.62	1.58	698	23	57	778	52263	742642	371321
2037	16	3.25	1.62	1.58	721	23	58	802	53120	795762	397881
2038	17	3.25	1.62	1.58	744	24	59	827	54166	849928	424964
2039	18	3.25	1.62	1.58	768	24	60	852	55024	904952	452476
2040	19	3.25	1.62	1.58	793	24	61	878	55883	960835	480418
2041	20	3.25	1.62	1.58	819	25	62	906	56934	1017769	508885

**Tabla No. 22.-** Número de Ejes Equivalentes

**Fuente:** Autor

Por medio del cálculo de los ejes equivalentes se determinó que el total de ejes equivalentes para el año 2041 tiene un total de 508 885, con este dato la guía de la AASHTO 93 brinda los espesores mínimos para el concreto asfáltico y su base granular en pulgadas.

### 3.1.4.1.6. Espesores Mínimos

TRÁFICO, W18	Concreto asfáltico	Base granular
menos de 50 000	1,0 (o Tratamiento superficial)	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
7 000 000 en adelante	4,0	6,0

**Tabla No. 23.-** Espesores mínimos según ejes equivalentes en pulgadas

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Los valores que nos brinda la tabla de valores mínimos de la AASHTO 93 son en pulgadas las cuales transformaremos a centímetros, por lo cual para número de ejes equivalentes calculados es (W18 = 508 885) para el 2041 los cuales están en el rango de 500 001 a 2'000 000 obteniendo los siguientes espesores mimos.

Capa Asfáltica

$$\frac{3.0 \text{ pul}}{1} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pul}} = 7.62 \text{ cm} \approx 8 \text{ cm}$$

Base granular

$$\frac{6.0 \text{ pul}}{1} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pul}} = 15.24 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

### 3.1.4.1.7. Confiabilidad “R”

La confiabilidad permite conocer el nivel de seguridad en el pavimento para el tiempo de vida útil en el presente estudio.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

**Tabla No. 24.-** Niveles de Confiabilidad Sugeridos

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

En base a los resultados expuestos en el numeral 3.1.2.7. de este documento la vía en estudio se encuentra calificada como una colectoras en zona rural obteniendo una confiabilidad del 85% siendo el promedio de lo que recomienda la norma AASHTO 93 en la confiabilidad recomendada.

#### **3.1.4.1.8. Desviación Estándar $Z_r$**

La desviación estándar varía con relación a los valores de confiabilidad y la guía AASHTO 93 facilita los siguientes valores.

Confiabilidad	Desviación estándar normal
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.467
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

**Tabla No. 25.-** Valores de la desviación estándar normal ( $Z_r$ )

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Con los valores de confiabilidad de 85% del numeral 3.1.4.1.7. se obtiene una desviación estándar  $Z_r = -1.037$  .

#### **3.1.4.1.9. Desviación Estándar Global “ $S_o$ ”**

Apoyándose en la guía de diseño de la AASHTO 93 para los valores de la desviación estándar global, la guía da valores de 0.40 a 0.50 en los cuales se puede tomar para un pavimento flexible del cual el valor a utilizar será el promedio de los dos ocupando un valor de  $s_o = 0.45$ .



### 3.1.4.1.10. Índice de Serviciabilidad $\Delta PSI$

Este valor indica la variación del estado que se encuentra la vía desde su finalización de construcción hasta el final de su vida útil lo que quiere decir que la vía se mantenga en buen estado por más tiempo la variación será menor aumentando el costo de la obra.

$$\Delta PSI = PSI_{Inicial} - PSI_{Final}$$

Donde:

$\Delta PSI$  = Variación de servicialidad inicial y final.

$PSI_{Inicial}$  = Índice de servicio inicial que la AASHTO 93 dice que para pavimentos rígidos esta variable será de 4.5 y para pavimentos flexibles será de 4.2.

$PSI_{Final}$  = Índice de servicio final, la AASHTO 93 en su apéndice de criterios de comportamientos nos recomienda que se use el valor de 2.5.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

### 3.1.4.1.11. CBR de Diseño

Para el diseño del Soporte de Resistencia California se utiliza la resistencia en función del volumen que podrá tener la vía en el tránsito.

Número de ejes de 8.2 Ton para el carril de diseño	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia del suelo
<10 <sup>4</sup>	60%
10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	75%
>10 <sup>6</sup>	87.50%

**Tabla No. 26.-** Percentil de Resistencia del Suelo

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

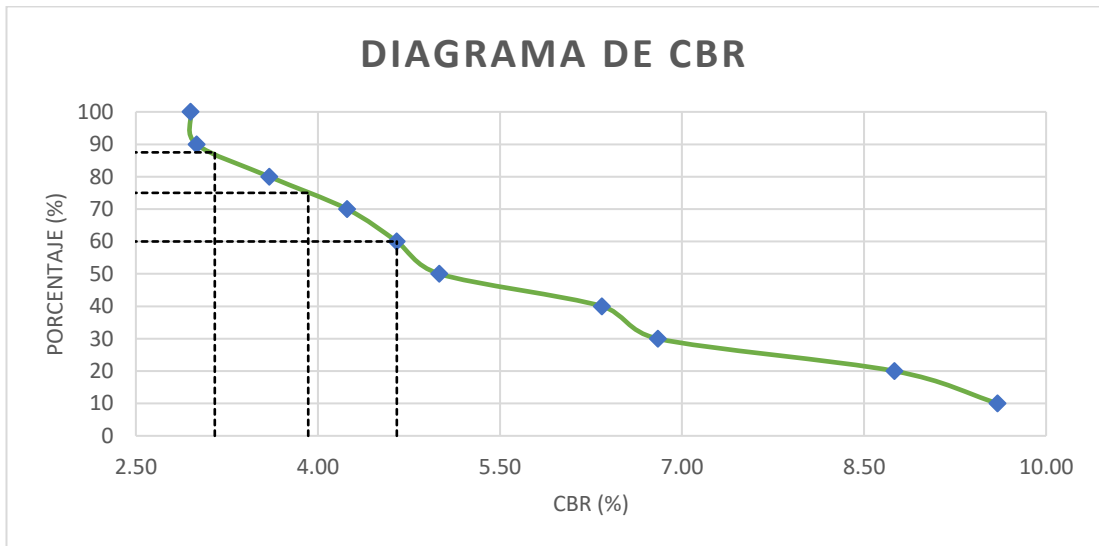
En relación con los resultados obtenidos en el numeral 3.1.4.1.5. de número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas de 508885, el resultado se encuentra entre 10<sup>4</sup>-10<sup>6</sup> obteniendo un percentil del 75%.

El Valor Soporte de la Subrasante – CBR y Módulo de Resiliencia de diseño, de acuerdo a los ensayos de campo y laboratorio, se procedió con el análisis e interpretación, para lo cual se determinó el CBR de diseño, mismo que se resume a continuación:

No. Calicata	Absc.	CBR	n	CBR Ordenado	%
1	1+000	2.95	10	2.95	100
2	2+000	3.00	9	3.00	90
3	3+000	9.60	8	3.60	80
4	4+000	5.00	7	4.24	70
5	5+000	4.24	6	4.65	60
6	6+000	3.60	5	5.00	50
7	7+000	6.34	4	6.34	40
8	8+000	6.80	3	6.80	30
9	9+000	4.65	2	8.75	20
10	10+000	8.75	1	9.60	10

**Tabla No. 27.- CBR Ordenado**

**Fuente:** Autor



**Figura No. 13.- Diagrama de CBR**

**Fuente:** Autor

Con los datos de la gráfica anterior obtenemos el CBR de diseño obtenemos los siguientes valores y para el cálculo se utiliza 75%.

Percentil %	CBR de Diseño
60	4.65
75	3.92
87.5	3.15

**Tabla No. 28.- CBR de Diseño**

**Fuente:** Autor

Con base en los resultados de los estudios de suelos se obtuvo que el CBR de Diseño es de 3.92%.

#### **3.1.4.1.12. Módulo Resistente de la Subrasante ( $M_r$ )**

Con los datos obtenidos en el literal 3.1.4.1.11. se puede utilizar la primera ecuación del literal 1.1.3.9.6. ya que el valor del CBR de diseño es menor al 7.2% que la guía de diseño de pavimento ASSTHO 93 se recomienda para nuestra vía.

$$M_R(\text{psi}) = 1500 * CBR$$

$$M_R(\text{psi}) = 1500 * 3.92$$

$$M_R(\text{psi}) = 5880$$

#### **3.1.4.1.13. Espesores por Capa**

De la ecuación general del literal 3.1.4.1.1. el parámetro no conocido es el número estructural SN, el cual se determina a través de un proceso interactivo. Una vez conocido el valor de SN se procede a determinar el espesor de las capas que forman la estructura del pavimento, en donde se tienen la siguiente ecuación:

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

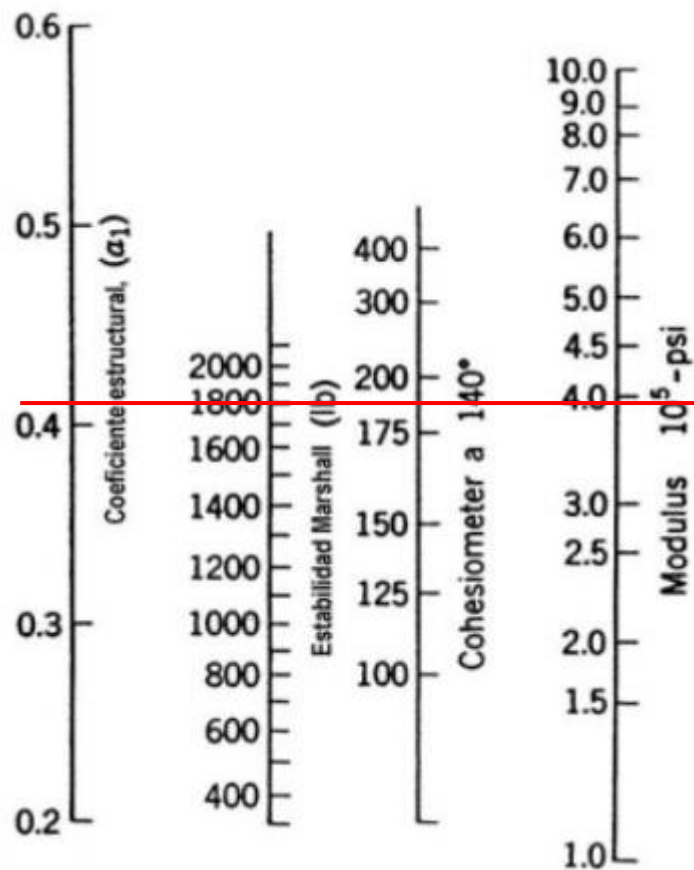
Donde:

- $a_i$ : Coeficiente estructural de la capa i, el cual depende de la característica del material con que ella se construya.

- $D_i$ : Espesor de la capa  $i$  en pulgadas.
- $m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa.

### 3.1.4.1.13.1. Coeficiente de la Capa Asfáltica $a_1$

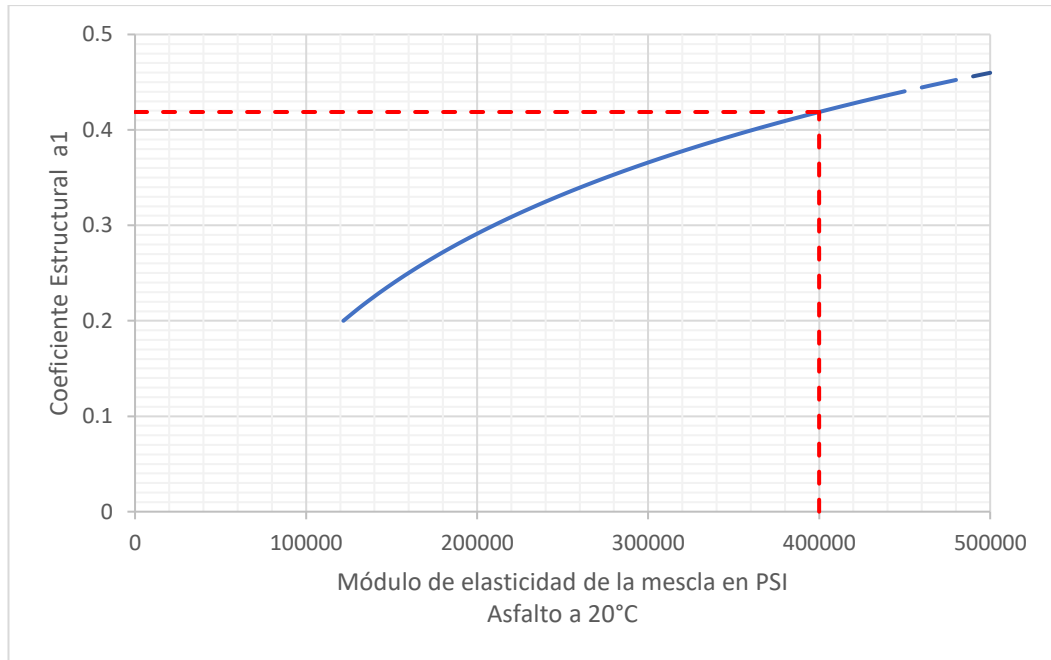
En base a la guía de diseño de pavimentos AASHTO 93 considera una estabilidad mínima de 1800 lb bajo el ensayo Marshall para el diseño de la mezcla asfáltica del pavimento flexible.



**Figura No. 14.-** Nomograma para estimar el coeficiente  $a_1$  para la carpeta asfáltica.

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

En base a este nomograma tenemos el módulo resiliente de la mezcla (asfalto) con un valor de 400 000 psi y por facilidad de cálculo se usa el siguiente nomograma que facilita la guía de la AASHTO para obtener el coeficiente  $a_1$ .



**Figura No. 15.-** Carta para la Estimación del Coeficiente Estructural  $a_1$  del asfalto

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

La carta para estimar el coeficiente estructural corresponde a la siguiente ecuación:

$$a_1 = 0.184 * \ln(E_1) - 1.9547$$

Se reemplaza el valor del módulo y se obtiene:

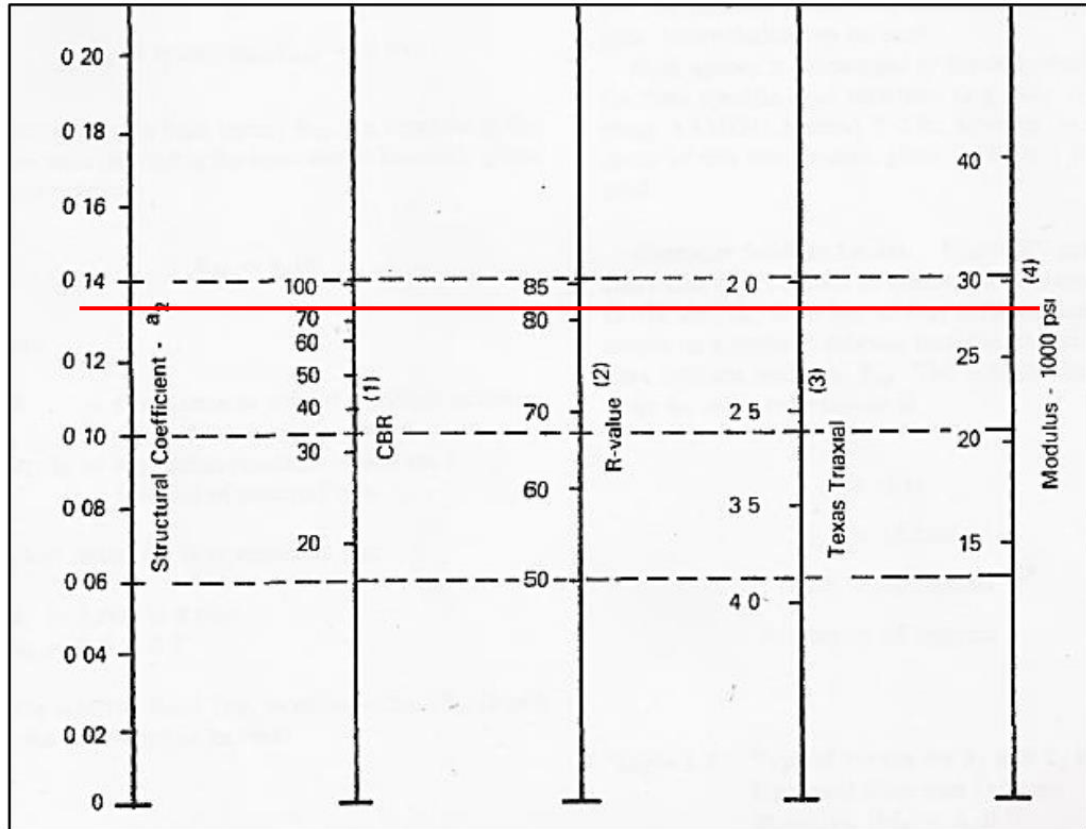
$$a_1 = 0.184 * \ln(400000) - 1.9547$$

$$a_1 = 0.4187$$

### 3.1.4.1.13.2. Cálculo del Módulo Resiliente ( $M_r$ ) y Coeficiente Estructural de la Base $a_2$ .

La guía de la AASHTO 93 facilita un nomograma para la obtención del módulo resiliente y el coeficiente estructural en función del CBR del material de la base, el cual implica que el valor mínimo de CBR sea del 80% o mayor con respecto a la norma MOP-001-F 2002 publicado por el ministerio de obras públicas y comunicaciones.

En base a la MOP-001-F 2002 el valor de CBR para la base es del 80%.



**Figura No. 16.-** Nomograma para determinar el coeficiente estructural de la base granular ( $a_2$ )

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

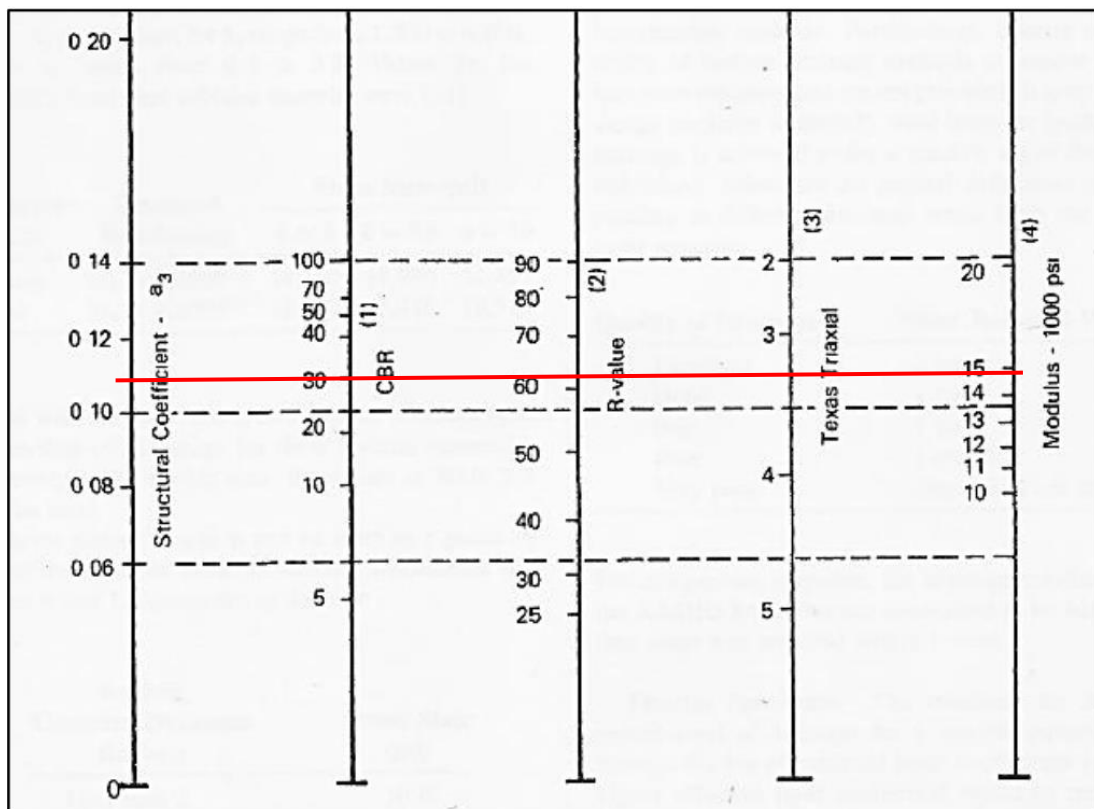
Con el dato de CBR igual 80% se obtuvo los siguientes valores.

$$M_R = 28\,333\,psi$$

$$a_2 = 0.133$$

**3.1.4.1.13.3. Cálculo del Módulo Resiliente ( $M_r$ ) y Coeficiente Estructural de la Sub-base  $a_3$ .**

Al igual que en el capítulo 3.1.4.1.13.1. la MOP-001-F 2002 brinda el CBR mínimo a utilizar en la sub-base de 30% y la AASHTO 93 facilita el nomograma para obtener el módulo resistente y el coeficiente estructural  $a_3$ .



**Figura No. 17.-** Nomograma para determinar el coeficiente estructural de la sub-base( $a_3$ )

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Con el dato de CBR igual 80% se obtuvo los siguientes valores.

$$M_R = 15\,000\text{ psi}$$

$$a_3 = 0.108$$

### 3.1.4.1.13.4. Coeficiente de Drenaje

La ASSHTO 93 da valores para los coeficientes de drenaje y la ubicación de la vía cuenta en su gran mayoría con limos de baja y alta compresibilidad comprobado con los estudios de suelos en donde se obtiene como resultado una capacidad de drenaje regular ya que el tiempo promedio de drenaje es de aproximadamente de una semana.

Nivel de drenaje	Tiempo de eliminación del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	El agua no drena

**Tabla No. 29.-** Características de drenaje del material.

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Para la obtención de los coeficientes m<sup>2</sup> y m<sup>3</sup> es necesario saber el porcentaje de días que llueven por año para ello se recurre al históricos del tiempo en pacto ofrecido por la página climate date en el cual dice lo siguiente.

El clima es templado y cálido en Pacto. Hay precipitaciones durante todo el año en Pacto. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. El clima aquí se clasifica por el sistema Köppen-Geiger. La precipitación es de 5605 mm al año. [5]

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	18	18.2	18.4	18.6	18.6	18.2	17.9	17.9	18	18	18	18
Temperatura min. (°C)	16.5	16.6	16.8	16.8	16.8	16.4	16.1	16.1	16.2	16.4	16.3	16.5
Temperatura máx. (°C)	20.5	20.7	21	21.2	21.1	20.8	20.6	20.7	20.7	20.8	20.7	20.6
Precipitación (mm)	531	450	541	533	482	373	379	427	433	444	483	529
Humedad(%)	94%	93%	92%	92%	92%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	94%
Días lluviosos (días)	22	20	22	21	22	21	22	22	21	22	21	22
Horas de sol (horas)	2.6	2.9	3.3	3.8	3.9	3.8	3.7	3.6	3.3	3.2	3.1	2.8

**Tabla No. 30.-** Datos históricos del tiempo, de la Parroquia Pacto.

**Fuente:** CLIMATE-DATE.ORG. (2021/11/29). clima Pacto. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/pacto-179790/>



$$\% \text{ días con lluvias} = \frac{\text{días lluviosos en el año}}{\text{número de días que tiene un año}} * 100$$

*% días con lluvias*

$$= \frac{22 + 20 + 22 + 21 + 22 + 21 + 22 + 22 + 21 + 22 + 21 + 22}{365}$$

$$\% \text{ días con lluvias} = \frac{258}{365} * 100$$

$$\% \text{ días con lluvias} = 70.68\%$$

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento este expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
	<1%	1%-5%	5%-25%	>25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Buena	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy Pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

**Tabla No. 31.-** Coeficientes de drenaje m2, m3

**Fuente:** “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 93

Como el porcentaje de lluvias anuales del sector es mayor al 25% los coeficientes m2 y m3 son iguales a 0.9 por condiciones de drenaje.

#### **3.1.4.1.14. Cálculo del Número Estructural de la Vía (SN)**

Una vez con todos los valores requeridos por la ecuación de la AASHTO 93 ya calculados el último valor faltante es el número estructural requerido por cada capa de la estructura asfáltica el cual no se puede despejar de la fórmula, pero se lo puede hacer por un método interactivo dando valores a “SN” hasta que la ecuación se igualen sus términos, para este proceso se utiliza un software con el nombre de Ecuación AASHTO 93 el cual requiere los datos calculados anterior mente que son los siguientes:

Resumen de resultados		
Tipo de pavimento		Flexible
Periodo de diseño		20 años
TPDA 2041		906
Clasificación de la vía		Colectora tipo III
CBR de Diseño de la subrasante		3.40%
Ejes equivalentes	W18	508 885
Serviciabilidad inicial	PSI Inicial	4.2
Serviciabilidad final	PSI Final	2.5
Confiabilidad	R	85%
Desviación Estándar	Zr	-1.037
Desviación Global	So	0.45
Módulo de resiliencia del asfalto	MR(PSI) Asfalto	400 000
Módulo de resiliencia de la base	MR(PSI) Base	28 333
Módulo de resiliencia de la Sub-Base	MR(PSI) Sub-Base	15 000
Módulo de resiliencia de la subrasante	MR(PSI) Subrasante	5 880
Coeficiente estructural de la capa asfáltica	a1	0.4187
Coeficiente estructural de la base	a2	0.133
Coeficiente estructural de la Sub-Base	a3	0.108
Coeficiente de drenaje	m2 y m3	0.9

**Tabla No. 32.-** Resumen de datos calculados

**Fuente:** Autor

### 3.1.4.1.4.1. Cálculo del Espesor y el Número Estructural Real de la Capa Asfáltica

**Figura No. 18.-** Cálculo del número estructural de la capa asfáltica

**Fuente:** “Cálculo del número estructural AASHTO 1993” – Luis Ricardo Vásquez Varela

$$SN_1 = 1.78$$

Para calcular la altura de la capa asfáltica y el número estructural real que se ocupa la siguiente ecuación que esta descrita en el numeral 3.1.4.1.13. que da la AASHTO 93:

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$h_1 = \frac{1.78}{0.4187}$$

$$h_1 = 4.25 \approx 4 \text{ pulgadas}$$

Conforme al literal 3.1.4.1.6 el cálculo del número estructural de 1.78 es correcto por ser mayor al espesor mínimo para la capa asfáltica que es de 3 pulgadas, pero con la finalidad de abaratar costos la altura a utilizar para la capa asfáltica es de 3.5 pulgadas.

$$h_{1(cm)} = 3.5 \text{ pul} * \frac{2.54cm}{1pul} = 8.89 \approx 9 \text{ cm}$$

- Cálculo del número estructural real de la capa asfáltica  $SN_1^*$

$$SN_1^* = a_1 * h_1$$

$$SN_1^* = 0.4187 * 3.5$$

$$SN_1^* = 1.465$$

### 3.1.4.1.14.2. Cálculo del Espesor y el Número Estructural Real de la Capa Base

**Figura No. 19.-** Cálculo del número estructural de la capa base

**Fuente:** “Cálculo del número estructural AASHTO 1993” – Luis Ricardo Vásquez Varela

$$SN_2 = 2.29$$

Para calcular la altura de la capa base y el número estructural real que se ocupa la siguiente ecuación que está descrita en el numeral 3.1.4.1.13. que da la AASHTO 93:

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2}$$

$$h_2 = \frac{2.29 - 1.465}{0.133 * 0.9}$$

$$h_2 = 6.89 \approx 7 \text{ pulgadas}$$

Conforme al literal 3.1.4.1.6 el cálculo del número estructural de 2.29 es correcto por ser mayor al espesor mínimo para la capa base que es de 6 pulgadas.

$$h_{2(cm)} = 7pul * \frac{2.54cm}{1pul} = 17.78 \approx 18cm$$

- Cálculo del número estructural real de la capa asfáltica  $SN_2^*$

$$SN_2^* = a_2 * h_2 * m_2 + SN_1^*$$

$$SN_2^* = 0.133 * 7 * 0.9 + 1.465$$

$$SN_2^* = 2.303$$

### 3.1.4.1.14.3. Cálculo del Espesor de la Sub-Base

**Figura No. 20.-** Cálculo del número estructural de la capa Sub-Base

**Fuente:** “Cálculo del número estructural AASHTO 1993” – Luis Ricardo Vásquez Varela

$$SN_3 = 3.28$$

Para calcular la altura de la capa Sub-Base se ocupa la siguiente ecuación que está descrita en el numeral 3.1.4.1.13. que da la AASHTO 93:

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 * m_3}$$

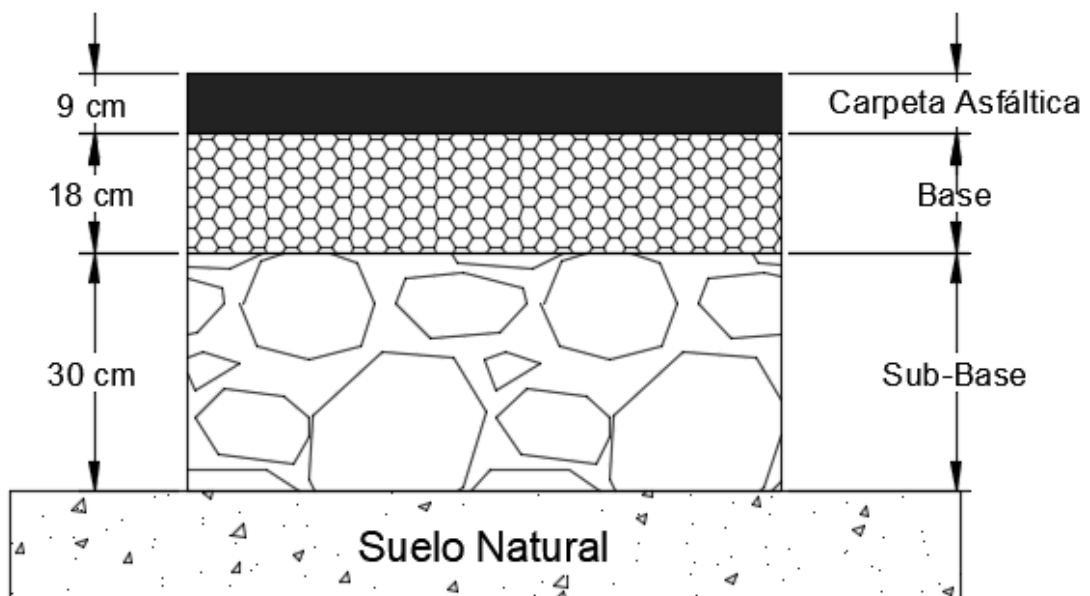
$$h_3 = \frac{3.28 - 2.303}{0.108 * 0.9}$$

$$h_3 = 10.05 \approx 10 \text{ pulgadas}$$

$$h_{3(cm)} = 10 \text{ pul} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pul}} = 25.4 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

### 3.1.5. Estructura del Pavimento Asfáltico

Con el cálculo realizado en el literal 3.1.4. los valores finales son:



**Figura No. 21.-** Espesores del diseño de la estructura del pavimento flexible

**Fuente:** Autor

#### 3.1.5.1. Especificaciones para los Materiales del Pavimento

Para que los parámetros de diseño estimados y asumidos cumplan con la función estructural y de drenaje en la obra proyectada, las propiedades características mínimas de los materiales estarán de acuerdo con los requerimientos de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, emitidos por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MOP - 001 - F - 2002), y las especificaciones particulares aquí descritas.

### **3.1.5.1.1. Carpeta Asfáltica, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta**

Para el presente trabajo se debe basar en lo que estipula la sección 405-05 del MOP - 001 - F – 2002; donde dispone que el trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente.

Respecto al tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4.

El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2. Cementos Asfálticos, en donde se establecen los requisitos que debe cumplir el cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60 - 70 u 85 – 100. Los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan en la tabla 810.2.1.

ENSAYOS	60-70		85-100	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
<b>Betún original</b>				
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10.	60	70	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48	57	45	53
Índice de penetración (*).	-1,5	+1,5	-1,5	+1,5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100	---	100	---
Contenido de agua (en volumen), % .	---	0,2	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1,00	---	1,00	---
Ensayo de la mancha (**)	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.	---	2.2	---	2.2
<b>Ensayos al residuo del TFOT:</b>				
Variación de masa, %.	---	0,8	---	1,0
Penetración, % de penetración original.	54	---	50	---
Ductilidad , cm	50	---	75	---
Resistencia al endurecimiento (***) .	---	5,0	---	5,0

**Tabla No. 33.-** Requisitos cementos asfálticos MOP 2003- Tabla 810.2.1

**Fuente:** MOP-001-F 2002

**TFOT (Thin Film Oven Test )-** Ensayo en horno sobre película delgada.

**NOTAS:**

(\*) El índice de penetración (IP) se determina a partir del valor de la penetración en mm/10, a 25 °C, 100 gramos y 5 segundos (Pen) y del punto de ablandamiento, °C, por el método de anillo y bola (Tab) , según las expresiones siguientes:

$$A = 50. \left[ \frac{\log 800 - \log \text{Pen}}{\text{Tab} - 25} \right]$$

$$\text{IP} = \frac{20 - 10.A}{A + 1}$$

(\*\*) Deberá indicarse el tipo de solvente. Si se usan solventes con xileno debe especificarse el porcentaje a emplear.

(\*\*\*) La resistencia al endurecimiento es la relación entre la viscosidad absoluta a 60 °C después del ensayo TFOT v dicha viscosidad a 60 °C en el betún original (antes de la prueba).

**Figura No. 22.-** Notas de la tabla 810.2.1

**Fuente:** MOP-001-F 2002



### **3.1.5.1.2. Riego de Imprimación**

Deberá obedecer a lo estipulado en la sección 405-01 del MOP - 001 – F – 2002.

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o sub base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

### **3.1.5.1.3. Base Granular Clase 2**

Con material triturado de tamaño máximo de 2 pulgadas, constituida por material granular, que puede ser canto rodado y triturado que cumpla con lo dispuesto en la Sección 814 del MOP – 001 – F – 2002. El material granular deberá ser de Clase 2. El valor del CBR (AASHTO T-193) no deberá ser inferior a 80% compactado en energía modificada (AASHTO T-180). El valor del ensayo al desgaste por sulfatos no será mayor al 15%. La abrasión en el ensayo Los Ángeles será inferior al 40%.

Esta Base granular Clase 2 se compactará en capas de 15cm, mediante rodillo liso vibratorio de 12 toneladas, de manera que alcance el 95% de la máxima densidad seca obtenida mediante el ensayo AASHTO T-180.

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

**Tabla No. 34.-** Granulometría de la Base Clase 2- MOP Tabla 404-1.2

**Fuente:** MOP-001-F 2002

#### 3.1.5.1.4. Sub-Base Granular Clase 3

Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3 se encuentran en la Tabla 403-1.1.

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

**Tabla No. 35.-** Granulometría de la Base Clase 3- MOP Tabla 404-1.3

**Fuente:** MOP-001-F 2002

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Que, en el levantamiento topográfico del Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso, perteneciente a la parroquia rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito, se analizó una longitud total de 10+659.14 km, donde de acuerdo al análisis se indica que en el tramo de estudio existe una pendiente descendiente máxima de -7.854% y una pendiente ascendiente máxima de +8.446%; en base a la clasificación dispuesta por el MTOP-2003, se encuentra categorizada como un sector montañoso.

Que, el Tráfico promedio diario anual (TPDA) actual de acuerdo al método de la treintava hora es de 366 vehículos/día, de los cuales el 87.43% pertenece a vehículos livianos, el 3.55% corresponden a buses intercantonales que circulan en la vía de estudio, el 9.02% concierne a camiones proveedores de productos externos y proveedores de productos que se generan en el barrio el Paraíso; en la proyección que se realiza aplicando el método de la MTOP para calcularlo a 20 años tomando en cuenta la tasa de crecimiento vehicular se ha obtenido el valor de 906 vehículos /día; el tipo de vehículo con mayor porcentaje de afluencia en la vía serán los livianos con un 90%, los buses son el porcentaje más bajo con un 3% y los camiones con un 7%; su clasificación según la MTOP-2003, corresponde a una vía colectora de clase III.

Que, la vía en estudio Pacto-El Paraíso se encuentra en una zona rural siendo el sector montañoso, con el valor del TPDA entre 300-1000, la velocidad de diseño calculada luego de los análisis realizados donde se aplicó la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP-2003 para la vía colectora de clase III es de 40Km/h, el valor de radio mínimo de curvas horizontales es de 42 m, la distancia de visibilidad para parada es de 40 m y la distancia de visibilidad para rebasamiento es de 270 m.

Que, en materia de la naturaleza y caracterización del suelo de la vía Pacto – El Paraíso, a partir de los resultados de campo y laboratorio obtenidos, se pudo identificar

la existencia de varias unidades geotécnicas o estratos de subsuelo de similares características geomecánicas, a nivel de subrasante dentro de los 10+659.14 km de estudio; la profundidad sondeada (-1.50m), en donde se determinó que el ensayo California Bearing Ratio (CBR), ha dado como resultado un valor que oscila entre 2.95% a 9.60%; dato que obedece a suelos de medianas a bajas características y propiedades geomecánicas a nivel de subrasante.

Que, el tipo de perfil de suelo según la normativa NEC-SE-DS es “TIPO D”; lo que se traduce en valor de medianas características geotécnicas, en cuanto al peligro sísmico de la estructura, se determinó que el proyecto de diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso, perteneciente a la parroquia rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito, se localiza en una zona sísmica V, cuya amenaza sísmica es alta, cuyo factor de aceleración de acuerdo a la norma es  $Z = 0.40$ ; los valores de los coeficientes del perfil del suelo son:  $F_a=1.20$ ;  $F_d=1.19$ ;  $F_s=1.28$ .

Que, respecto al CBR de diseño con los resultados obtenidos, se determinó que la capacidad de soporte del suelo de fundación a nivel de subrasante es igual a  $CBR = 3.92\%$ , valor equivalente al percentil 75; correspondiente al número de ejes equivalentes calculados; este resultado obedece a suelos de pobres a regulares características y propiedades geomecánicas a nivel de subrasante, propias de suelos fino de alta plasticidad, respecto al diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso, perteneciente a la parroquia rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito en la vía de análisis Pacto – El Paraíso.

Que, considerando el diseño de pavimento flexible, se determinó los espesores de capa para la estructura de pavimento, en donde se prevé una primera capa de concreto asfáltico de 3.50 pulg. (9.00 cm), una segunda capa de Base granular triturada de 7.00 pulg. (18 cm), y finalmente una tercera capa de Sub Base granular tipo Sub Base Clase 3, cuyo espesor será de 30cm, acorde al diseño obtenido para un periodo de 20 años.

## 4.2. Recomendaciones

Los resultados de los diferentes estudios en el diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso, perteneciente a la parroquia rural Pacto del Distrito Metropolitano de Quito, han permitido conocer los valores con los cuales se puede realizar el diseño del presente proyecto, donde se ofrece estabilidad geotécnica, durabilidad de la construcción analizada, seguridad en la movilización de los usuarios; razón por la cual se solicita se cumpla con las especificaciones establecidas en su totalidad por cuanto para su diseño se ha cumplido lo que especifica la normativa vigente (AASHTO 93 y , MOP-001-F 2002, MTOP 2003, NEVI 2012).

El diseño del presente proyecto, es de prioridad inmediata por cuanto el costo – beneficio que tiene su elaboración permitirá que todo un barrio tenga una vía de acceso de mucha utilidad, destacando que esta inversión coadyuva en la conexión de una nueva red vial en estudio para que se enlace la Provincia de Pichincha con la Provincia de Imbabura y llegue hasta la Provincia de Esmeraldas, beneficiando de sobremanera a los usuarios del sector y permitiendo que esta zona turística aporte económicamente para el desarrollo de la parroquia y por ende del Distrito Metropolitano.

En el diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso referente a la presencia de nivel freático y aguas subterráneas, no se identificó la existencia de dicho particular hasta la profundidad sondeada (-1.5m) desde la superficie, sin embargo; se recomienda tomar las debidas medidas de control de agua superficial, a fin de evitar la saturación del suelo de fundación, lo cual conlleva a inconvenientes en su resistencia geomecánica.

En la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto - El Paraíso, perteneciente a la parroquia rural Pacto del Distrito Metropolitano de Quito, es fundamental que las capas de material pétreo a ser empleado, sea la carpeta asfáltica en caliente, la capa de Base Granular Clase 2 (triturada), y la capa de Sub Base Clase 3 que conforman la estructura de pavimento, cumplan las especificaciones del MOP - 001 – F – 2002, incluyendo con el grado de compactación, y se respeten los espesores propuestos.

En la ejecución del presente proyecto es necesario que se realice estudios del impacto ambiental antes, durante y después de realizar el diseño estructural, lo cual es de gran importancia para controlar, mantener y preservar la flora y fauna existente en la vía Pacto - El Paraíso, destacándose por ser un sector turístico donde existe animales en vida silvestre y en peligro extinción como son los osos de anteojos, armadillos, entre otros.

Se necesita que se realice estudios para la implementación de taludes, por cuanto el presente proyecto no cuenta con esa información, debido que se focalizó en el diseño estructural de la vía Pacto – El Paraíso, se requiere implementar también la respectiva señalética vertical y horizontal en lugar por cuanto por la fluctuación del clima en ocasiones existe presencia de neblina por la noche; garantizando así la seguridad vial de los usuarios y por último se recomienda la utilización de la mano de obra y maquinaria del sector.

## Referencia Bibliográfica

- [1] MTOP, «Normas de diseño geométrico de carreteras,» 2003. [En línea]. Available: [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf). [Último acceso: 25 Junio 2021].
- [2] J. Badillo y R. Rodriguez, *Mecánica de suelos: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*, 2a ed., vol. I, México: Limusa, 2014.
- [3] C. M. d. Planificación, *Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025*, Quito, Pichincha: Instituto Metropolitano de Planificación Urbana IMPU, 2017.
- [4] C. d. P. Parroquial, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Pacto 2012-2025*, Quito, 2012.
- [5] C. Data, «es.climate-data.org,» [En línea]. Available: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/pacto-179790/>. [Último acceso: 25 Noviembre 2021].
- [6] M. d. T. y. O. Públicas, *Plan Estratégico de Movilidad (2013-2037)*, Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones, 2016.
- [7] A. N. d. Ecuador, *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*, Alfaro: Corporación de Estudios y Publicaciones, 2008.
- [8] A. N. d. Ecuador, *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*, Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones, 2010.
- [9] C. d. D. M. d. DMQ, «Ordenanza Metropolitana No. 170,» de *Plan Metropolitano de Desarrollo del DMQ*, Quito, Corporación de Estudios y Publicaciones, 2011, p. 8.
- [10] J. E. a. C. Ponce, *El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingreso para los pobres*, Lima - Perú: GRADE, 2002, p. 56.
- [11] J. O. V. B. M. A. a. R. E. G. H. Betancourt, “Vialidad: Problemática en Intersecciones Viales de Áreas Urbanas, Causas y Soluciones,,” *CULCyT*, 2015, pp. pp. 25–32,.
- [12] G. Ospina, *El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia*, Cali, 2016.

- [13] A. Medina, «El desgaste de la calzada se da por al menos cuatro factores en Quito,» *El Comercio*, p. 1, 16 Abril 2021.
- [14] J. McMacormac, *Topografía*, 1ª ed., México: Limusa, 2016, pp. 4-100.
- [15] L. Hernández Valencia, *Manual de operación de la Estación Total*, México, 2011, p. 4.
- [16] J. Cárdenas Grisales, *Diseño Geométricos de Carreteras*, 2da. ed., Bogotá: ECOE, 2013.
- [17] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de pavimentos : Fundamentos, estudios básicos y diseño*, 3ª ed., Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006.
- [18] E. Priego de los Santos, *Topografía Instrumentación y Observaciones*, Valencia: Universidad Politecnica de Valencia, 2015.
- [19] D. Alcántara García, *Topografía y sus aplicaciones*, México: Continental, 2014.
- [20] D. Toirac Corral, "Caracterización granométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del Hormigon", *Ciencia y Sociedad*, 2012.
- [21] R. Oyola Guzmán, *Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación.*, *Revista de Arquitectura e Ingeniería* , 2016.
- [22] L. Pérez Maldonado, *Mecánica de Suelos II*, Ambato, 2010.
- [23] V. Hernández Luna, *Mejoramiento de la Vía entre los Sectores de Atahualpa y Patayambo Totoras, en el Km 45 Vía Ambato- Guaranda*, Ambato, 2016.
- [24] AASHTO, *Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento*, Washington D. C., 1993.
- [25] A. Campos, *Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández - San Bartolome de Pinllo; Quebrada Shahuanshi*, Ambato, 2016, p. 277.



## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

#### **EQUIPOS Y MATERIALES**



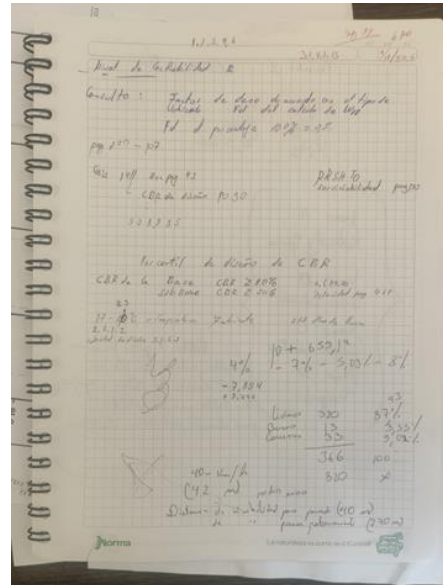
**Anexo 1. Estacas**



**Anexo 2. Pintura en aerosol**



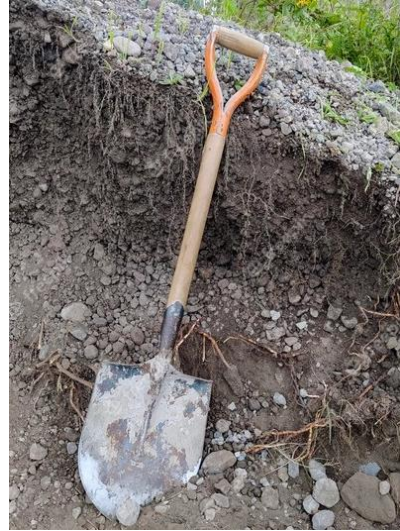
**Anexo 3. Cal**



**Anexo 4. Libreta de apuntes**



**Anexo 5. Combo**



**Anexo 6. Pala**

Item	Tamaño de Apertura	Malla
1	75 mm (3")	3"
2	63 mm (2.5")	2 1/2"
3	50 mm (2")	2"
4	37.5 mm (1.5")	1 1/2"
5	25 mm (1")	1"
6	19 mm (0.750")	3/4"
7	12.5 mm (0.500")	1/2"
8	9.5 mm (0.375")	3/8"
9	6.3 mm (0.250")	1/4"
10	4.75 mm (0.187")	Nº 4
11	2.36 mm (0.0937")	Nº 8
12	2 mm (0.0787")	Nº 10
13	1.18 mm (0.0469")	Nº 16
14	850 µm (0.0331")	Nº 20
15	600 µm (0.0234")	Nº 30
16	425 µm (0.0165")	Nº 40
17	300 µm (0.0117")	Nº 50
18	250 µm (0.0098")	Nº 60
19	180 µm (0.0070")	Nº 80
20	150 µm (0.0059")	Nº 100
21	75 µm (0.0029")	Nº 200



**Anexo 7. Tamiz**



**Anexo 8. Espátula**



**Anexo 9. Recipiente**



**Anexo 10. Flexómetro**



**Anexo 11. Enrazador**



**Anexo 12. Acanalador**



**Anexo 13.** Trípode con medidor expansión



**Anexo 14.** GPS



**Anexo 15.** Estación Total



**Anexo 16.** Smartphone

	
<p><b>Anexo 17.</b> Regla Metálica</p>	<p><b>Anexo 18.</b> Cinta Métrica</p>
	
<p><b>Anexo 19.</b> Equipo de Protección Personal</p>	<p><b>Anexo 20.</b> Radio de comunicación</p>

### Acerca de

El equipo está supervisado y protegido.

[Ver detalles en Seguridad de Windows](#)

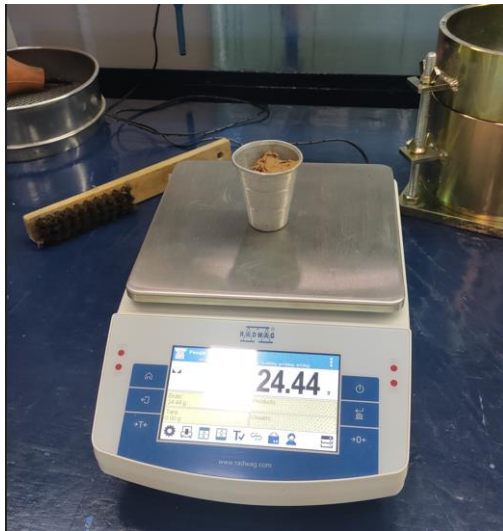
### Especificaciones del dispositivo

Nombre del dispositivo	DESKTOP-M7R8ANR
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q8200 @ 2.33GHz 2.33 GHz
RAM instalada	4.00 GB
Id. del dispositivo	43D8F983-FDCB-4FE3-84FB-5F485E6BE039
Id. del producto	00331-10000-00001-AA061
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64
Lápiz y entrada táctil	La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla



**Anexo 21. Computador**

**Anexo 22. Tamizador eléctrico**



**Anexo 23. Balanza Eléctrica**

**Anexo 24. Prensa de CBR**



**Anexo 25.** Copa Casa Grande

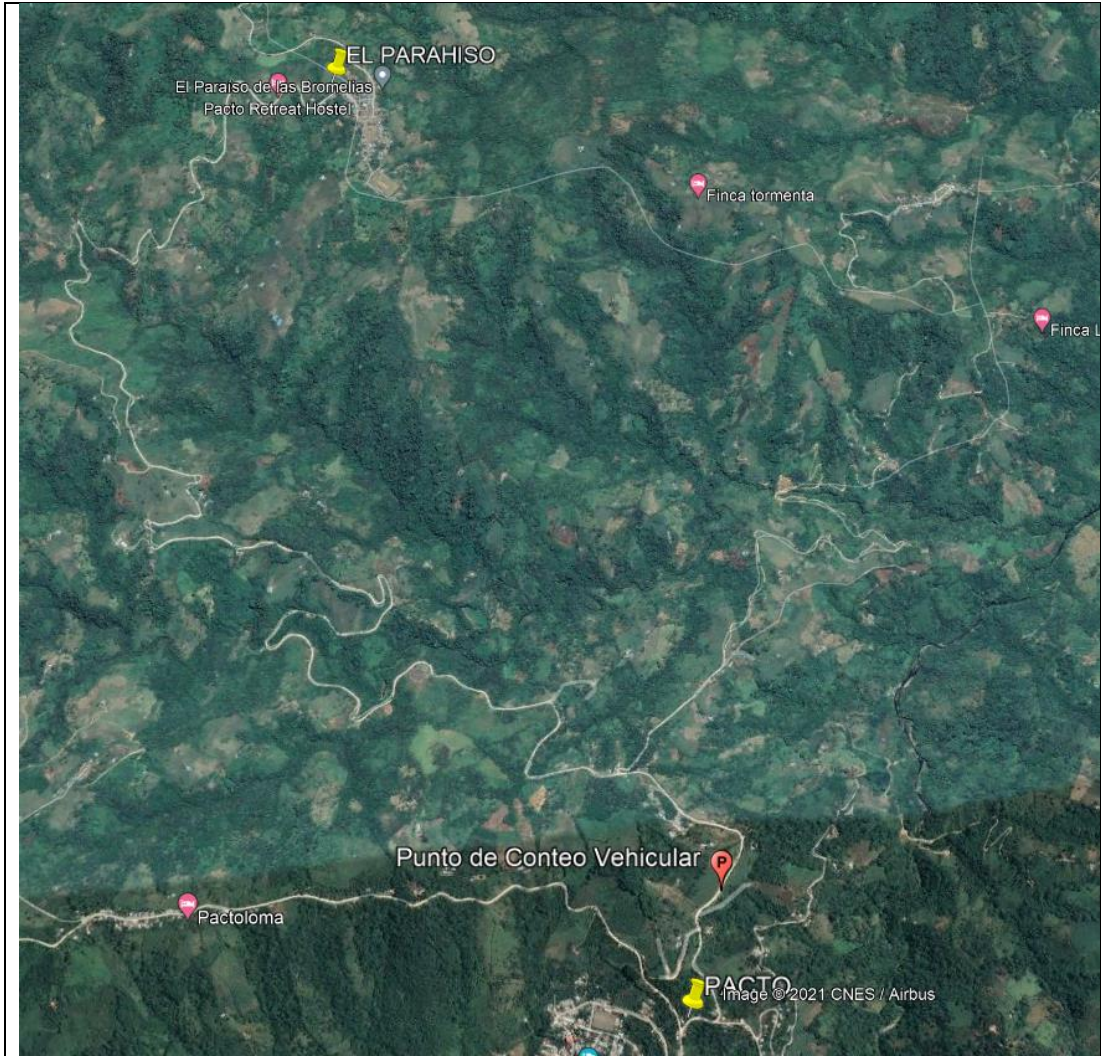


**Anexo 26.** Horno



**ANEXO B**

**CONTEO VEHICULAR**



Ubicación del Conteo Vehicular



Vehículos que pasan por la vía

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																					
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																					
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																					
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito										Cuento:		12 horas							
Fecha:		Viernes 20 de agosto del 2021										Cantón:		Pichincha							
Clima soleado																					
Provincia:																		Pacto			
Clima soleado																		Quito			
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu		
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C				
06:00	06:15	2	1					3		12:00	12:15	1	4					7	35		
06:15	06:30	2	2					4		12:15	12:30	3	4	1				8	37		
06:30	06:45	8	3					11		12:30	12:45	1	4		1			6	36		
06:45	07:00	6	4		2			12	30	12:45	13:00	3	4					7	28		
07:00	07:15	5	4	1				10	37	13:00	13:15	3	2					5	26		
07:15	07:30	2	4					6	39	13:15	13:30	4	1					5	23		
07:30	07:45	6	5		1			12	40	13:30	13:45	4	3					7	24		
07:45	08:00	1	3	1		1		6	34	13:45	14:00	2	1					3	20		
08:00	08:15	3	4					7	31	14:00	14:15	3	1		1			5	20		
08:15	08:30	7	5					12	37	14:15	14:30	8	6					14	29		
08:30	08:45	1	2					3	28	14:30	14:45	5	2					7	29		
08:45	09:00	3	2					5	27	14:45	15:00	4	13		1			18	44		
09:00	09:15	1	2					3	23	15:00	15:15	5	13		2			20	59		
09:15	09:30	1	5	1	1	1		9	20	15:15	15:30	6	7					13	58		
09:30	09:45	1	5	1	1			8	25	15:30	15:45	7	10	1	1			19	70		
09:45	10:00	3	3			1		7	27	15:45	16:00	2	8					10	62		
10:00	10:15	1	9					10	34	16:00	16:15	3	3					6	48		
10:15	10:30	2	9			2		13	38	16:15	16:30	1	3		1			5	40		
10:30	10:45	6	6					12	42	16:30	16:45	4	4	2	1			11	32		
10:45	11:00	1	5		2			8	43	16:45	17:00	8	6					14	36		
11:00	11:15	2	5					7	40	17:00	17:15	7	3	1				11	41		
11:15	11:30	4	2					6	33	17:15	17:30	4	3	1				8	44		
11:30	11:45	3	4					7	28	17:30	17:45	3	11		1			15	48		
11:45	12:00	7	7			1		15	35	17:45	18:00	2	9	1				12	46		
															Total=		432				

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito											Cuento:		12 horas			
Fecha:		Sábado 21 de agosto del 2021											Cantón:		Pichincha			
Clima soleado														Parroquia:		Pacto		
														Provincia:		Quito		
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acu
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A		
06:00	06:15	3	2					5		12:00	12:15	2	3				5	35
06:15	06:30	2	1					3		12:15	12:30	3					3	26
06:30	06:45	4	1	1				6		12:30	12:45	4	1				5	19
06:45	07:00	2	1		1			4	18	12:45	13:00		2				2	15
07:00	07:15	7	2					9	22	13:00	13:15	1	8				9	19
07:15	07:30	6	2		1	1		10	29	13:15	13:30	5	6				11	27
07:30	07:45	1	3	1	2			7	30	13:30	13:45	3	7	1	1		12	34
07:45	08:00	6	3		1			10	36	13:45	14:00	4	7				11	43
08:00	08:15	4	4			5		13	40	14:00	14:15	4	4	1			9	43
08:15	08:30	4	4			1		9	39	14:15	14:30	4	6				10	42
08:30	08:45	1	5		1			7	39	14:30	14:45	5	5				10	40
08:45	09:00	6	5		1			12	41	14:45	15:00	8	2	1			11	40
09:00	09:15	3	4					7	35	15:00	15:15	6	8				14	45
09:15	09:30	6	5					11	37	15:15	15:30	3	2	1	1		7	42
09:30	09:45	6	2	1	1	3		13	43	15:30	15:45	8	7				15	47
09:45	10:00	6	11	1				18	49	15:45	16:00	4	3				7	43
10:00	10:15	4	8					12	54	16:00	16:15	1	2	1			4	33
10:15	10:30	4	7		1			12	55	16:15	16:30	3	6				9	35
10:30	10:45	3	7					10	52	16:30	16:45	5	6				11	31
10:45	11:00	3	9		1	1		14	48	16:45	17:00	5	2				7	31
11:00	11:15	2	2		1	1		6	42	17:00	17:15	7	8		1		16	43
11:15	11:30	3	9					12	42	17:15	17:30	4	5				9	43
11:30	11:45	2	9		1			12	44	17:30	17:45	1	4	1	1	1	8	40
11:45	12:00	3	3					6	36	17:45	18:00	4	4				8	41
														Total=		441		

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																			
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																			
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito												Conteo:		12 horas			
Fecha:		Domingo 22 de agosto del 2021												Cantón:		Pichincha			
Clima nublado con presencia de lluvias dispersas												Parroquia:		Pacto					
												Provincia:		Quito					
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C		
06:00	06:15	1	1					2		12:00	12:15	3	10					14	53
06:15	06:30	3			1			4		12:15	12:30	5	10	1				16	58
06:30	06:45	5	2					7		12:30	12:45	5	2					7	56
06:45	07:00	6	5	1	1			13	26	12:45	13:00	5	1					6	43
07:00	07:15	1						1	25	13:00	13:15	1	2					3	32
07:15	07:30	2	8			1		11	32	13:15	13:30	1	1					2	18
07:30	07:45		5		1			6	31	13:30	13:45	2	6					8	19
07:45	08:00	1	2	1		1		5	23	13:45	14:00	2	3					5	18
08:00	08:15	2	5					7	29	14:00	14:15	3	1	1				5	20
08:15	08:30	1	6			1		8	26	14:15	14:30	2	3					5	23
08:30	08:45	1	2	1	1			5	25	14:30	14:45		5					5	20
08:45	09:00	1	4					5	25	14:45	15:00		1					1	16
09:00	09:15	5	3					8	26	15:00	15:15	3	2					5	16
09:15	09:30	5	5	1				11	29	15:15	15:30		3					3	14
09:30	09:45	1	7		2			10	34	15:30	15:45	4	3					7	16
09:45	10:00	2	5	1	1			9	38	15:45	16:00	1	1					2	17
10:00	10:15	5	5		1			11	41	16:00	16:15	3	3					6	18
10:15	10:30	7	2					9	39	16:15	16:30	3	5					8	23
10:30	10:45	4	7			1		12	41	16:30	16:45	1	1					2	18
10:45	11:00	5	8			1		14	46	16:45	17:00	4	3					7	23
11:00	11:15	6	6					12	47	17:00	17:15	1	3					4	21
11:15	11:30	3	7		1			11	49	17:15	17:30	4		1				5	18
11:30	11:45	4	5					9	46	17:30	17:45	1	2					3	19
11:45	12:00	6	13					19	51	17:45	18:00		3					3	15
														Total=		341			

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																			
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																			
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito											Cuento:		12 horas				
Fecha:		Lunes 23 de agosto del 2021											Cantón:		Pichincha				
Clima nublado con presencia de lluvias											Parroquia:		Pacto						
											Provincia:		Quito						
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C		
06:00 - 06:15								0		12:00 - 12:15	4						4	34	
06:15 - 06:30	3							3		12:15 - 12:30	3	1	1				5	30	
06:30 - 06:45	3							3		12:30 - 12:45	5	2					7	29	
06:45 - 07:00	5	2						7	13	12:45 - 13:00	1	1					2	18	
07:00 - 07:15	1		1	1				3	16	13:00 - 13:15	1	1	1				3	17	
07:15 - 07:30	2	2						4	17	13:15 - 13:30	5	4					9	21	
07:30 - 07:45	1	5						6	20	13:30 - 13:45	2						2	16	
07:45 - 08:00		4	1	1	1			7	20	13:45 - 14:00	2	2					4	18	
08:00 - 08:15	1	2						3	20	14:00 - 14:15	3	3					6	21	
08:15 - 08:30	2	5			1			8	24	14:15 - 14:30	5	3					8	20	
08:30 - 08:45		3		1				4	22	14:30 - 14:45	4	2	1				7	25	
08:45 - 09:00	1	2			1			4	19	14:45 - 15:00	2	2					4	25	
09:00 - 09:15	1	2						3	19	15:00 - 15:15	4	1					5	24	
09:15 - 09:30	1	1	1	1				4	15	15:15 - 15:30	3	3					6	22	
09:30 - 09:45	2	5	1	2				10	21	15:30 - 15:45		3					3	18	
09:45 - 10:00	3	5						8	25	15:45 - 16:00	4	3					7	21	
10:00 - 10:15	2	5						7	29	16:00 - 16:15	3	5					8	24	
10:15 - 10:30	1	1						2	27	16:15 - 16:30	4	7					11	29	
10:30 - 10:45	1	5						6	23	16:30 - 16:45	6	2					8	34	
10:45 - 11:00	5	6		1				12	27	16:45 - 17:00	5	4					9	36	
11:00 - 11:15	6	4						10	30	17:00 - 17:15	4	3	1				8	36	
11:15 - 11:30	4	5						9	37	17:15 - 17:30	5	3					8	33	
11:30 - 11:45	3	5						8	39	17:30 - 17:45	2	4					6	31	
11:45 - 12:00	4	9						13	40	17:45 - 18:00	6	3					9	31	
													Total=				293		

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito											Cuento:		12 horas				
Fecha:		Martes 24 de agosto del 2021											Cantón:		Pichincha				
Clima con lluvias parciales														Parroquia:		Pacto			
														Provincia:		Quito			
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C		
06:00 - 06:15	1	2					3		12:00 - 12:15	3	1		1				5	30	
06:15 - 06:30	4	1					5		12:15 - 12:30	4	4	1		1			10	32	
06:30 - 06:45	6	4					10		12:30 - 12:45	3	2						5	30	
06:45 - 07:00	4	2		3			9	27	12:45 - 13:00	3	4						7	27	
07:00 - 07:15	3	7	1				11	35	13:00 - 13:15	4	2						6	28	
07:15 - 07:30	3	5		1			9	39	13:15 - 13:30	3	4						7	25	
07:30 - 07:45	3	5			1		9	38	13:30 - 13:45	2	4			1			7	27	
07:45 - 08:00	3	1	1				5	34	13:45 - 14:00	5	2			1			8	28	
08:00 - 08:15	2	2					4	27	14:00 - 14:15	2	4						6	28	
08:15 - 08:30	5	3		1			9	27	14:15 - 14:30	9	2						11	32	
08:30 - 08:45	3	7					10	28	14:30 - 14:45	6	6						12	37	
08:45 - 09:00	4	3		2			9	32	14:45 - 15:00	2	7	2					11	40	
09:00 - 09:15	4	2					6	34	15:00 - 15:15	4	7			1			12	46	
09:15 - 09:30	3	3	1		1		8	33	15:15 - 15:30	5	4						9	44	
09:30 - 09:45	4	4	1				9	32	15:30 - 15:45	4	6		2				12	44	
09:45 - 10:00	2	4					6	29	15:45 - 16:00	3	6			1			10	43	
10:00 - 10:15	6	6		1			13	36	16:00 - 16:15	2	3		1				6	37	
10:15 - 10:30	4	6			1		11	39	16:15 - 16:30	5	3			1			9	37	
10:30 - 10:45	4	7					11	41	16:30 - 16:45	3	4		3				10	35	
10:45 - 11:00	3	4					7	42	16:45 - 17:00	6	5						11	36	
11:00 - 11:15	1	7					8	37	17:00 - 17:15	5	4						9	39	
11:15 - 11:30	4	4					8	34	17:15 - 17:30	4	2			1			7	37	
11:30 - 11:45	3	3			1		7	30	17:30 - 17:45	3	7		1				11	38	
11:45 - 12:00	5	5					10	33	17:45 - 18:00	3	7						10	37	
Total=																408			

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																			
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																			
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito											Conteo:		12 horas				
Fecha:		Miércoles 25 de agosto del 2021											Cantón:		Pichincha				
Clima con lluvias parciales													Parroquia:		Pacto				
													Provincia:		Quito				
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C		
06:00 - 06:15	2	1					3		12:00 - 12:15	2	2		2				6	28	
06:15 - 06:30	2	2		1			5		12:15 - 12:30	3	2	1					6	26	
06:30 - 06:45	4	2					6		12:30 - 12:45	1	2						3	23	
06:45 - 07:00	5	3		1			9	23	12:45 - 13:00	2	2			1			5	20	
07:00 - 07:15	3	2	1				6	26	13:00 - 13:15	3	1			1			5	19	
07:15 - 07:30	2	4					6	27	13:15 - 13:30	4	2		1				7	20	
07:30 - 07:45	5	3			1		9	30	13:30 - 13:45	4	2						6	23	
07:45 - 08:00	1	2	1				4	25	13:45 - 14:00	2	1						3	21	
08:00 - 08:15	2	1					3	22	14:00 - 14:15	3	2		1	2			8	24	
08:15 - 08:30	4	3		1			8	24	14:15 - 14:30	6	4						10	27	
08:30 - 08:45	1	4					5	20	14:30 - 14:45	4	1		1				6	27	
08:45 - 09:00	2	2					4	20	14:45 - 15:00	3	6						9	33	
09:00 - 09:15	1	1					2	19	15:00 - 15:15	4	8						12	37	
09:15 - 09:30	1	4	1	1			7	18	15:15 - 15:30	5	5						10	37	
09:30 - 09:45	2	3	1				6	19	15:30 - 15:45	6	8		2				16	47	
09:45 - 10:00	3	2					5	20	15:45 - 16:00	1	6						7	45	
10:00 - 10:15	1	6		1			8	26	16:00 - 16:15	3	1						4	37	
10:15 - 10:30	1	4					5	24	16:15 - 16:30	4	2						6	33	
10:30 - 10:45	5	5			1		11	29	16:30 - 16:45	2	3						5	22	
10:45 - 11:00	2	4					6	30	16:45 - 17:00	4	4						8	23	
11:00 - 11:15	1	2					3	25	17:00 - 17:15	6	2						8	27	
11:15 - 11:30	4	3		1			8	28	17:15 - 17:30	5	4	1	1				11	32	
11:30 - 11:45	2	4					6	23	17:30 - 17:45	4	3						7	34	
11:45 - 12:00	5	3					8	25	17:45 - 18:00	2	7		2				11	37	
													Total=		322				



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																				
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																				
Proyecto:		Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía Pacto-El Paraíso, perteneciente a la parroquia Rural Pacto, Distrito Metropolitano de Quito										Cuento:		12 horas						
Fecha:		Jueves 26 de agosto del 2021										Cantón:		Pichincha						
Clima con presencia de lluvias																				
Provincia: Quito																				
Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	Hora	Motos	Livianos	Buses	Camiones				Total 15 min	Acu	
				2D	2DB	3A	4C							2D	2DB	3A	4C			
06:00 - 06:15	2	1						3		12:00 - 12:15	2	4		1					7	30
06:15 - 06:30	2	2						4		12:15 - 12:30	3	4	1	1					9	34
06:30 - 06:45	5	3						8		12:30 - 12:45	1	4			1				6	33
06:45 - 07:00	5	4		2				11	26	12:45 - 13:00	3	6							9	31
07:00 - 07:15	4	4	1					9	32	13:00 - 13:15	3	2							5	29
07:15 - 07:30	2	4						6	34	13:15 - 13:30	4	1		2					7	27
07:30 - 07:45	6	5		1				12	38	13:30 - 13:45	3	3							6	27
07:45 - 08:00	2	3	1		1			7	34	13:45 - 14:00	2	1							3	21
08:00 - 08:15	3	1						4	29	14:00 - 14:15	3	3			1				7	23
08:15 - 08:30	6	3						9	32	14:15 - 14:30	8	6							14	30
08:30 - 08:45	1	1						2	22	14:30 - 14:45	5	2		1					8	32
08:45 - 09:00	3	3						6	21	14:45 - 15:00	4	12							16	45
09:00 - 09:15	2	2						4	21	15:00 - 15:15	5	12			1				18	56
09:15 - 09:30	2	5	1	1	1			10	22	15:15 - 15:30	6	7							13	55
09:30 - 09:45	1	5	1	1				8	28	15:30 - 15:45	6	10		1					17	64
09:45 - 10:00	3	3						6	28	15:45 - 16:00	2	8							10	58
10:00 - 10:15	1	7			1			9	33	16:00 - 16:15	3	4							7	47
10:15 - 10:30	2	8						10	33	16:15 - 16:30	1	3			1				5	39
10:30 - 10:45	5	5		1				11	36	16:30 - 16:45	4	1		3					8	30
10:45 - 11:00	2	4		2				8	38	16:45 - 17:00	7	4							11	31
11:00 - 11:15	2	5			2			9	38	17:00 - 17:15	7	3		1					11	35
11:15 - 11:30	3	2						5	33	17:15 - 17:30	4	3	1		1				9	39
11:30 - 11:45	3	4						7	29	17:30 - 17:45	3	10							13	44
11:45 - 12:00	5	5			1			11	32	17:45 - 18:00	2	9		1					12	45
														Total=				410		

## **ANEXO C**

### **MECANICA DE SUELOS**



Limpieza y excavación de la ABS 1+000



Extracción de muestra para la clasificación SUCS de la ABS. 1+000



Comprobacion de nivel de -1.50m para extracion de la muestra de la Sub-Rasante de la ABS. 1+000



Toma de muestra de Sub-Rasante a -1.50m de la ABS. 1+000



Limpieza y excavación de la ABS. 2+000



Extracción de muestra para la clasificación SUCS de la ABS. 2+000



Comprobacion de nivel de -1.50m para extracción de la muestra de la Sub-Rasante de la ABS. 2+000



Limpieza y excavación de la ABS. 3+000



Comprobacion de nivel de -1.50m para extracción de la muestra de la Sub-Rasante de la ABS. 4+000



Extracción de muestra para la clasificación SUCS de la ABS. 5+000



Devolución de la tierra a su excavación después de la toma de muestra de Sub-Rasante a -1.50m de la ABS. 5+000





Limpeza y excavación de la ABS. 6+000



Comprobacion de nivel de -1.50m para extracción de la muestra de la Sub-Rasante de la ABS. 6+000



Devolución de la tierra a su excavación después de la toma de muestra de Sub-Rasante a -1.50m de la ABS. 6+000



Toma de muestra de Sub-Rasante a -1.50m de la ABS. 7+000



Limpieza y excavación de la ABS. 8+000



Extracción de muestra para la clasificación SUCS de la ABS. 9+000



Toma de muestra de Sub-Rasante a -1.50m de la ABS. 9+000



Limpieza y excavación de la ABS. 10+000

## CLASIFICACIÓN SUCS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A-1  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 1+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4	0.14	0.14	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.19	0.33	0	100	
N°40	0.71	1.04	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	1.47	2.51	2	98	
< N°200			98		
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.78  
 T. +Suelo 162.81 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 134.03 P. SECO 101.86 grms  
 DESPUES 2.51 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 2 %  
 FINOS 98 %

#### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		49.82	39.80	8.30	31.81	31.58
		49.20	39.47	8.44	31.36	

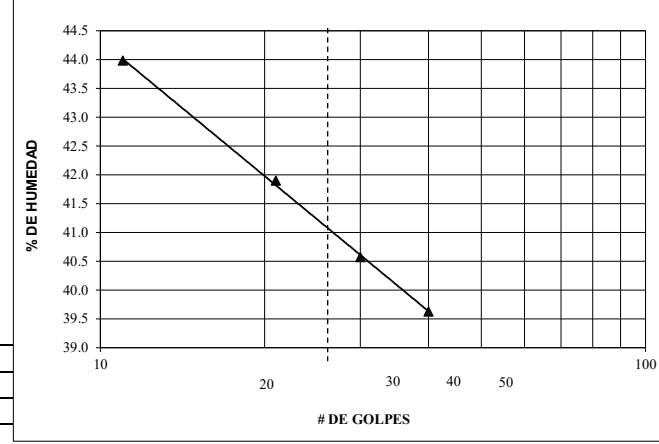
#### LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
11	34.23	26.49	8.89	43.98	
21	34.63	26.90	8.45	41.90	
30	34.11	26.52	7.81	40.57	
40	34.75	27.00	7.44	39.62	
					41.22

#### LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	21.22	18.06	8.27	32.28	
----	21.59	18.28	8.11	32.55	32.61
----	21.34	18.09	8.24	32.99	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	31.58 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	41.22 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	8.62
<b>AASTHO</b>	<b>A-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	8.2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A - 1  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABCISA : 1+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"		-	-	100	
3/4"		-	-	100	
1/2"	12.40	12.40	9	91	
3/8"	7.62	20.02	14	86	
N°4	5.85	25.87	19	81	
< N°4					
N°8					
N°10	1.51	27.38	20	80	
N°40	1.04	28.42	20	80	
N°50					
N°100					
N°200	1.77	30.19	22	78	
< N°200			78		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		52.68	44.38	8.44	23.09	23.16
		52.28	44.01	8.41	23.23	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	33.95	26.04	8.10	44.09	
19	33.54	26.00	8.15	42.24	
30	33.41	26.00	7.69	40.47	
43	33.67	26.34	7.77	39.47	
					41.19

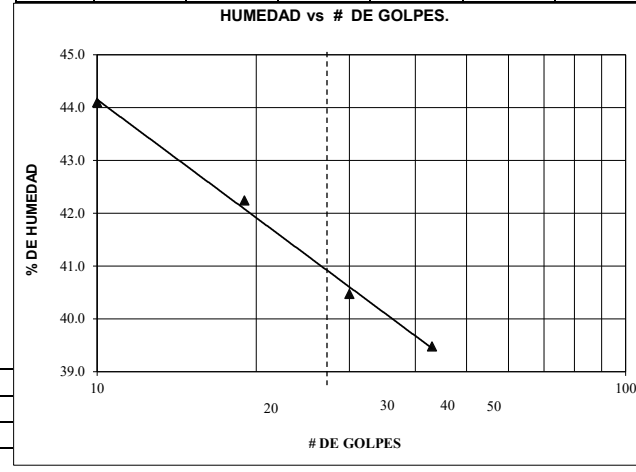
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	20.01	17.07	8.28	33.45	
----	20.59	17.23	7.31	33.87	33.62
----	20.93	17.88	8.79	33.55	

Tara 29.71  
 T. +Suelo 200.66 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 170.95 P. SECO 138.80 grms  
 DESPUES 30.19 grms

**GRAVA 19 %**  
**ARENA 3 %**  
**FINOS 78 %**

		HUMEDAD NATURAL:	23.16 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	41.19 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	7.57
<b>AASHTO</b>	<b>A-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	8.2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 2  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 2+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4	0.66	0.66	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10	0.54	1.20	1	99	
N°40	0.78	1.98	2	98	
N°50					
N°100					
N°200	2.31	4.29	4	96	
< N°200				96	
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.92  
 T. +Suelo 180.72 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 151.80 P. SECO 119.83 grms  
 DESPUES 4.29 grms

GRAVA 1 %  
 ARENA 3 %  
 FINOS 96 %

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		44.77	37.00	8.13	26.91	26.68
		44.30	36.26	5.85	26.44	

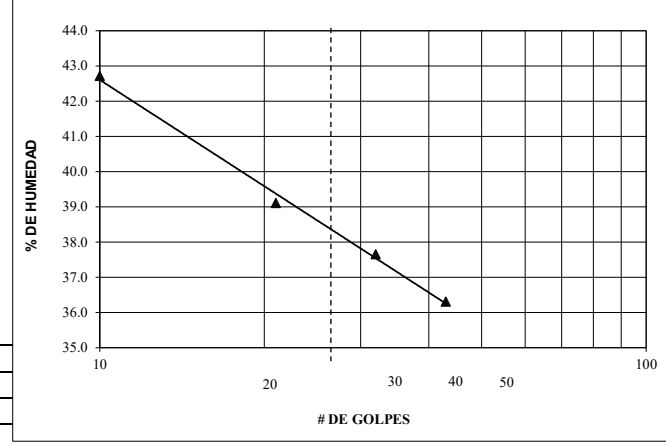
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	33.44	25.85	8.08	42.71	
21	33.77	26.68	8.55	39.11	
32	33.47	26.31	7.29	37.64	
43	33.89	26.88	7.57	36.30	
					38.61

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	18.95	16.33	7.80	30.72	
----	18.68	16.20	8.32	31.47	30.87
----	18.84	16.41	8.42	30.41	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	26.68 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	38.61 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	7.75
<b>AASHTO</b>	<b>A-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	8.0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A-2  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 MUESTRA N° : 2  
 ABSCISA : 2+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"		z			
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"		-	-	100	
3/4"		-	-	100	
1/2"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.36	0.36	0	100	
N°40	1.02	1.38	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	0.76	2.14	2	98	
< N°200			98		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		48.30	38.25	8.17	33.41	<b>32.89</b>
		48.27	38.27	7.38	32.37	

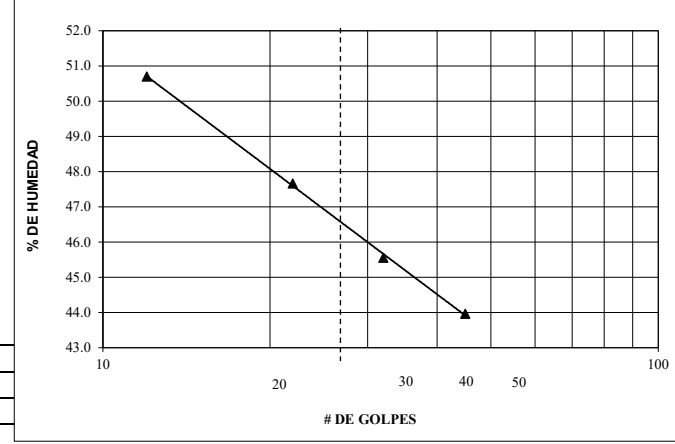
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
12	32.49	24.14	7.67	50.70	
22	32.82	24.78	7.91	47.66	
32	32.94	24.91	7.28	45.55	
45	32.59	24.80	7.08	43.96	
					<b>46.93</b>

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	21.35	17.71	7.62	36.08	
----	21.29	17.60	7.42	36.25	<b>36.19</b>
----	21.47	18.03	8.54	36.25	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 30.05  
 T. +Suelo 193.61 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. **163.56** P. SECO **123.08** grms  
 DESPUES **2.14** grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 2 %**  
**FINOS 98 %**

		HUMEDAD NATURAL:	<b>32.89 %</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	<b>46.93 %</b>
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	<b>10.74</b>
<b>AASTHO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	<b>9.7</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A-3  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 3+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"			-	100	
¾"			-	100	
½"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4			-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.17	0.17	0	100	
N°40	19.94	20.11	15	85	
N°50					
N°100					
N°200	65.04	85.15	62	38	
< N°200			38		
<b>TOTAL</b>					

Tara 29.7  
 T. +Suelo 191 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 161.30 P. SECO 136.99 grms  
 DESPUES 85.15 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 62 %  
 FINOS 38 %

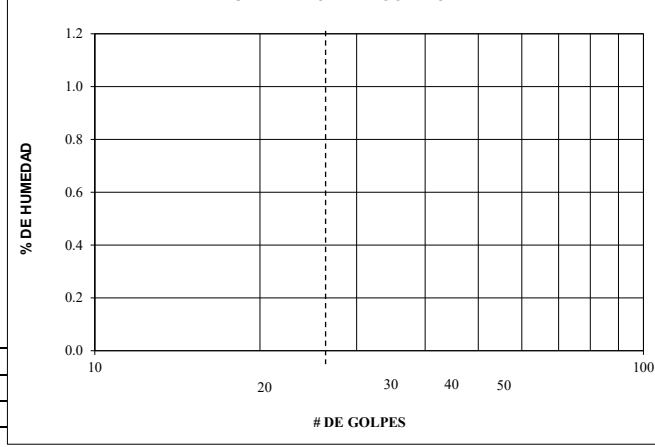
HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		46.69	40.83	7.89	17.79	17.74
		46.30	40.63	8.59	17.70	

LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)


LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)


HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	17.74 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	0.00 %
<b>SUCS</b>	<b>SM</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	0.00
<b>AASTHO</b>	<b>A-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	0.6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 3  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 MUESTRA N° : 1  
 ABSCISA : 3+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	-	100
3/4"			-	-	100
1/2"			-	-	100
3/8"			-	-	100
N°4			-	-	100
< N°4					
N°8					
N°10	0.06	0.06	0		100
N°40	7.78	7.84	5		95
N°50					
N°100					
N°200	77.60	85.44	53		47
< N°200					47
TOTAL					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		51.59	44.22	7.54	20.09	20.06
		51.96	44.65	8.15	20.03	

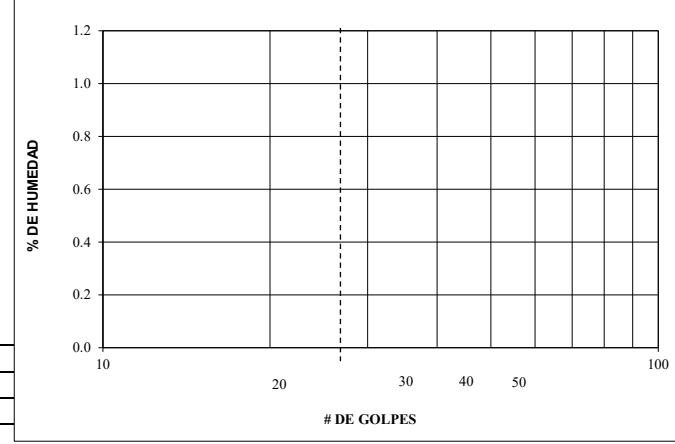
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 27.42  
 T. +Suelo 221.18 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 193.76 P. SECO 161.39 grms  
 DESPUES 85.44 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 53 %  
 FINOS 47 %

		HUMEDAD NATURAL:	20.06 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	0.00 %
<b>SUCS</b>	<b>SM</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	0.00
<b>AASHTO</b>	<b>A-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	2.4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 4  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 4+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	-	100
3/4"			-	-	100
1/2"			-	-	100
3/8"			-	-	100
N°4	3.06	3.06	2		98
< N°4					
N°8					
N°10	1.90	4.96	4		96
N°40	1.70	6.66	5		95
N°50					
N°100					
N°200	4.69	11.35	8		92
< N°200					92
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		47.78	38.54	7.87	30.13	29.58
		47.43	38.00	5.51	29.02	

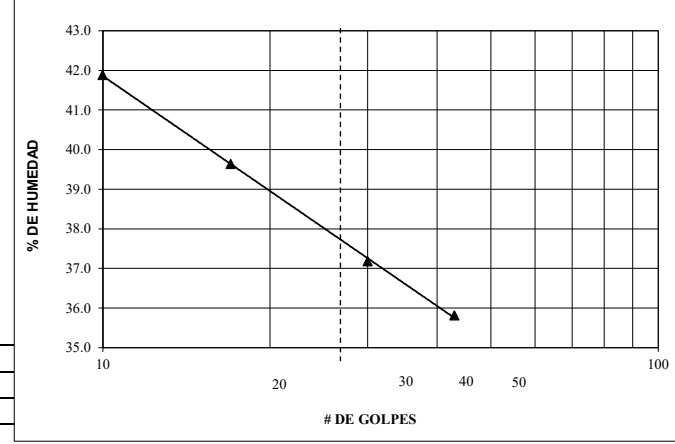
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	33.57	26.30	8.94	41.88	
17	33.80	26.46	7.94	39.63	
30	33.70	26.73	7.98	37.17	
43	33.61	26.77	7.67	35.81	
					38.02

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	15.48	10.62	7.01	134.63	
----	15.97	11.00	7.31	134.69	134.58
----	15.62	10.70	7.04	134.43	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 29  
 T. +Suelo 207.51 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 178.51 P. SECO 137.76 grms  
 DESPUES 11.35 grms

GRAVA 2 %  
 ARENA 6 %  
 FINOS 92 %

		HUMEDAD NATURAL:	29.58 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	38.02 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	-96.56
<b>AASHTO</b>	<b>A-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	8.0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 4  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABSCISA : 4+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	100	
3/4"			-	100	
1/2"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4	1.23	1.23	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10	4.92	6.15	5	95	
N°40	7.81	13.96	11	89	
N°50					
N°100					
N°200	12.99	26.95	21	79	
< N°200			79		
<b>TOTAL</b>					

Tara 30.48  
 T. +Suelo 194.24 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 163.76 P. SECO 131.23 grms  
 DESPUES 26.95 grms

**GRAVA** 1 %  
**ARENA** 20 %  
**FINOS** 79 %

#### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		49.70	40.92	5.61	24.87	24.79
		49.57	41.34	8.03	24.71	

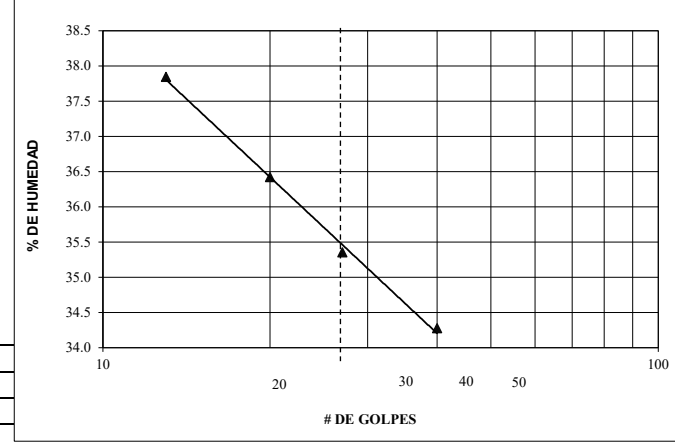
#### LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13	32.88	25.83	7.20	37.84	
20	32.67	26.10	8.06	36.42	
27	32.75	26.21	7.71	35.35	
40	32.41	26.10	7.69	34.27	
					35.71

#### LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	20.97	18.30	7.98	25.87	
----	20.33	17.66	7.18	25.48	25.55
----	20.89	18.15	7.32	25.30	

#### HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	24.79 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	35.71 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	10.16
<b>AASTHO</b>	<b>A-6</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	8.1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 5  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 MUESTRA N° : 1  
 ABSCISA : 5+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	100	
3/4"			-	100	
1/2"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4			-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.39	0.39	0	100	
N°40	23.48	23.87	17	83	
N°50					
N°100					
N°200	72.34	96.21	67	33	
< N°200			33		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		47.97	40.69	8.12	22.35	<b>21.89</b>
		47.59	40.64	8.22	21.44	

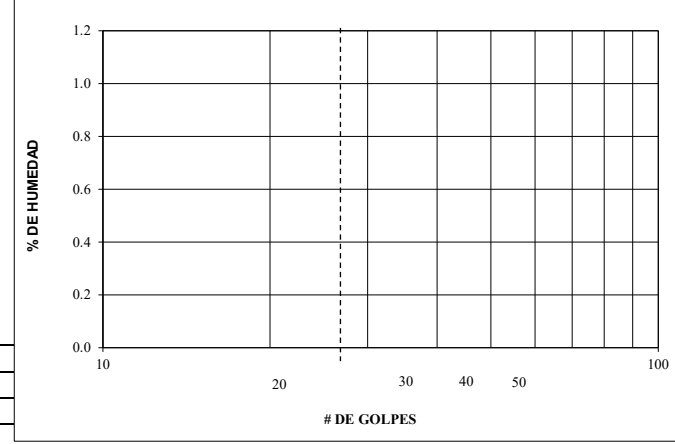
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 28.59  
 T. +Suelo 204.51 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. **175.92** P. SECO **144.32** grms  
 DESPUES **96.21** grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 67 %**  
**FINOS 33 %**

		HUMEDAD NATURAL:	<b>21.89 %</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	<b>0.00 %</b>
<b>SUCS</b>	<b>SM</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	<b>N.P.</b>
<b>AASHTO</b>	<b>A-2-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	<b>0.0</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 5  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 MUESTRA N° : 2  
 ABSCISA : 5+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	-	100
3/4"			-	-	100
1/2"			-	-	100
3/8"			-	-	100
N°4			-	-	100
< N°4					
N°8					
N°10	0.04	0.04	0		100
N°40	10.04	10.08	5		95
N°50					
N°100					
N°200	119.73	129.81	71		29
< N°200					29
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		57.22	48.53	7.67	21.27	21.92
		57.73	48.69	8.64	22.57	

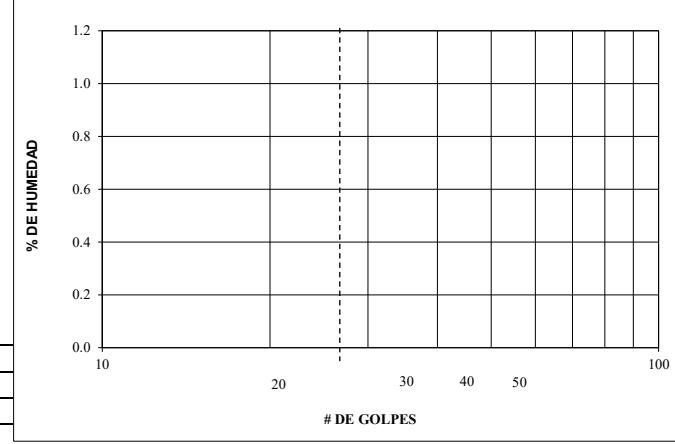
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 28.81  
 T. +Suelo 252.75 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 223.94 P. SECO 183.68 grms  
 DESPUES 129.81 grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 71 %**  
**FINOS 29 %**

		HUMEDAD NATURAL:	21.92 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	0.00 %
<b>SUCS</b>	<b>SM</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	<b>N.P.</b>
<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	<b>0.0</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 6  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABSCISA : 6+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		-	-	100	
N°40	0.77	0.77	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	30.81	31.58	23	77	
< N°200			77		
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.08  
 T. +Suelo 209.77 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 181.69 P. SECO 135.42 grms  
 DESPUES 31.58 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 23 %  
 FINOS 77 %

#### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		41.24	33.02	8.69	33.79	34.16
		41.45	32.79	7.72	34.54	

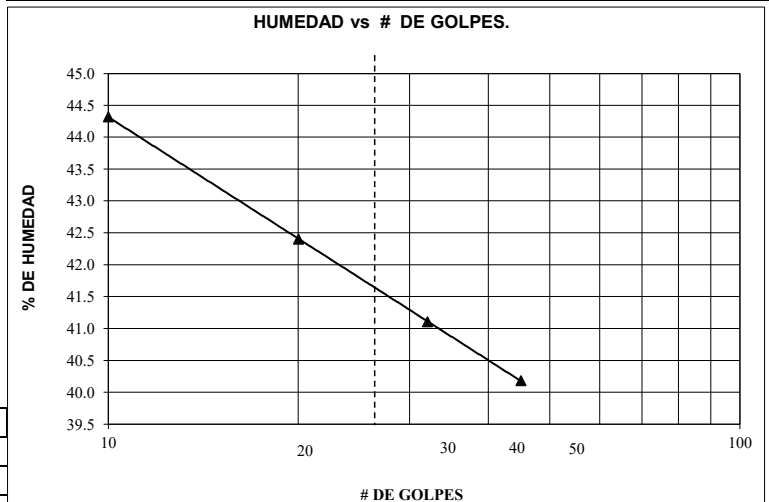
#### LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	30.49	23.70	8.38	44.32	
20	30.11	23.58	8.18	42.40	
32	30.72	23.90	7.31	41.11	
45	30.28	23.73	7.43	40.18	
					41.79

#### LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	21.54	18.38	7.05	27.89	
----	21.00	17.95	6.89	27.58	27.66
----	21.26	18.15	6.84	27.50	

#### HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	34.16 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	41.79 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	14.14
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	10.0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 6  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABCISA : 6+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"			-	100	
¾"			-	100	
½"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4			-	100	
< N°4					
N°8					
N°10			-	100	
N°40	1.63	1.63	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	27.05	28.68	19	81	
< N°200				81	
<b>TOTAL</b>					

Tara 27.8  
 T. +Suelo 261.17 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 233.37 P. SECO 151.15 grms  
 DESPUES 28.68 grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 19 %**  
**FINOS 81 %**

#### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		44.20	31.22	7.41	54.51	54.40
		44.42	31.22	6.90	54.28	

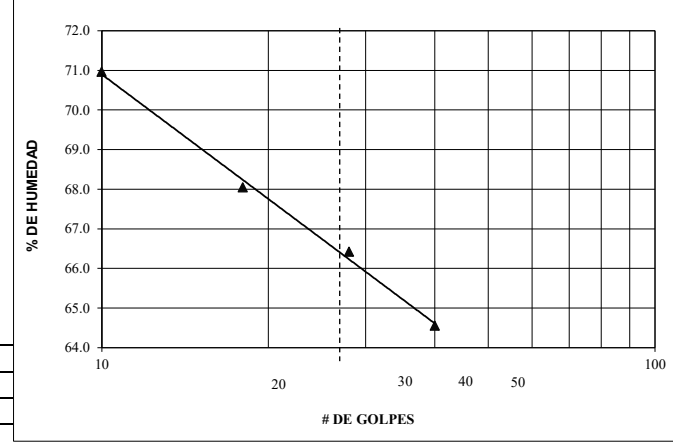
#### LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	33.69	22.67	7.14	70.96	
18	33.37	22.98	7.71	68.04	
28	33.73	23.13	7.17	66.42	
40	33.56	23.27	7.33	64.55	
					66.74

#### LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	19.26	15.55	6.86	42.69	
----	19.32	15.95	7.98	42.28	42.49
----	18.82	15.53	7.79	42.51	

#### HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	54.40 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	66.74 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	24.25
<b>AASTHO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	17.7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A-7  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 7+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
⅜"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.15	0.15	0	100	
N°40	0.62	0.77	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	19.84	20.61	21	79	
< N°200			79		
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.25  
 T. +Suelo 182.59 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 154.34 P. SECO 96.76 grms  
 DESPUES 20.61 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 21 %  
 FINOS 79 %

#### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		43.30	29.96	8.24	61.42	59.51
		43.25	30.41	8.12	57.60	

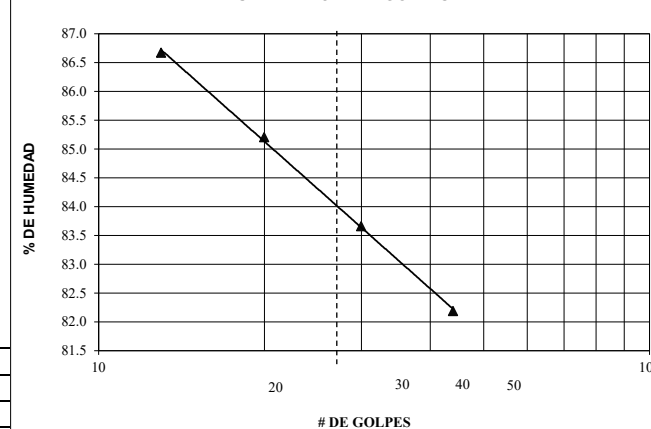
#### LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	13	31.17	20.25	7.65	86.67	
	20	31.60	20.95	8.45	85.20	
	30	31.57	20.82	7.97	83.66	
	44	31.86	20.88	7.52	82.19	84.31

#### LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	17.59	13.52	6.98	62.23	
	----	17.94	13.89	7.46	62.99	62.56
	----	17.68	13.67	7.25	62.46	

#### HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	59.51 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	84.31 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	21.75
<b>AASTHO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	16.7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A-7  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABCISA : 7+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4	0.08	0.08	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.49	0.57	1	99	
N°40	16.19	16.76	19	81	
N°50					
N°100					
N°200	15.96	32.72	38	62	
< N°200			62		
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.94  
 T. +Suelo 173.48 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 144.54 P. SECO 86.78 grms  
 DESPUES 32.72 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 38 %  
 FINOS 62 %

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		36.71	25.12	7.64	66.30	66.57
		36.89	24.36	5.61	66.83	

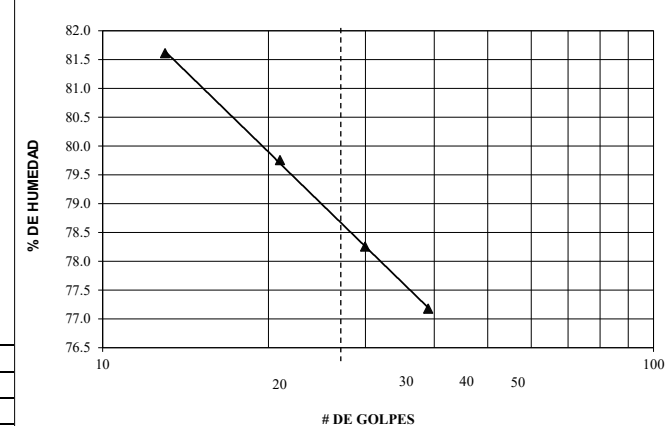
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	13	31.47	20.82	7.77	81.61	
	21	31.56	21.28	8.39	79.75	
	30	31.59	21.30	8.15	78.25	
	39	31.22	21.28	8.40	77.17	
						78.99

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	20.54	15.68	7.25	57.65	
	----	20.24	15.84	8.08	56.70	57.28
	----	20.29	15.83	8.07	57.47	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	66.57 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	78.99 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	21.72
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	12.9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 8  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABSCISA : 8+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.40	0.40	0	100	
N°40	2.71	3.11	3	97	
N°50					
N°100					
N°200	6.62	9.73	11	89	
< N°200			89		
<b>TOTAL</b>					

Tara 28.57  
 T. +Suelo 161.47 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 132.90 P. SECO 91.45 grms  
 DESPUES 9.73 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 11 %  
 FINOS 89 %

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		43.74	32.67	8.14	45.13	45.33
		43.05	32.27	8.59	45.52	

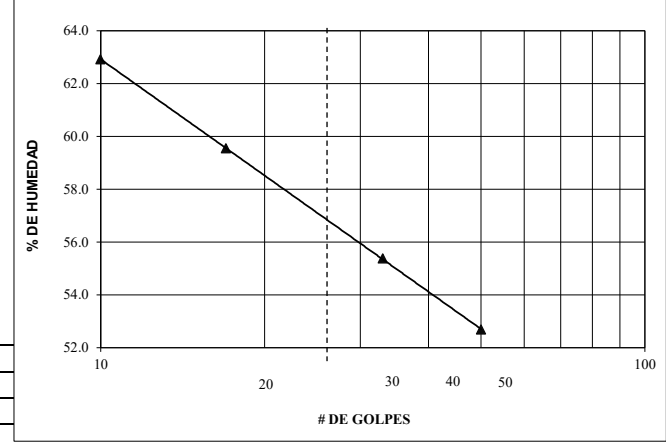
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
10	31.20	22.26	8.05	62.91	
17	31.53	22.86	8.30	59.55	
33	31.47	23.22	8.32	55.37	
50	31.35	23.40	8.31	52.68	57.10

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	23.79	19.69	8.40	36.32	
----	23.89	19.73	8.25	36.24	36.06
----	23.30	19.51	8.87	35.62	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	45.33 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	57.10 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	21.05
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	15.8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 8  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABCISA : 8+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.51	0.51	0	100	
N°40	4.20	4.71	4	96	
N°50					
N°100					
N°200	9.09	13.80	12	88	
< N°200			88		
<b>TOTAL</b>					

Tara 29.34  
 T. +Suelo 201.64 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 172.30 P. SECO 116.22 grms  
 DESPUES 13.8 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 12 %  
 FINOS 88 %

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		47.46	34.50	7.32	47.68	48.25
		47.71	34.53	7.53	48.81	

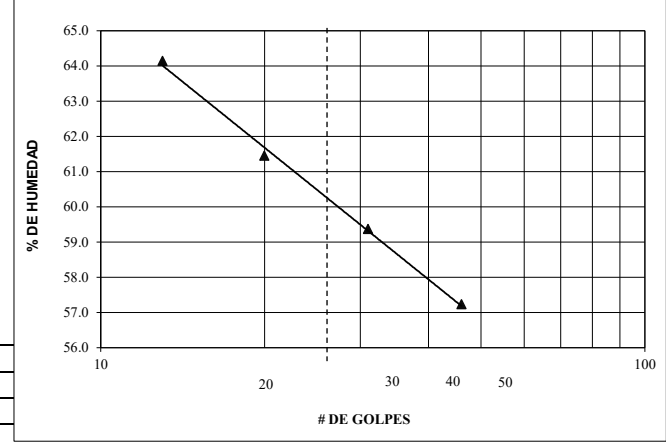
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

13	33.66	23.32	7.20	64.14	
20	33.58	23.57	7.28	61.45	
31	33.90	24.20	7.86	59.36	
46	33.47	24.25	8.14	57.23	
					60.48

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

----	18.07	14.64	6.47	41.98	
----	18.92	15.50	7.29	41.66	41.99
----	18.27	14.87	6.84	42.34	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



		HUMEDAD NATURAL:	48.25 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	60.48 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	18.48
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	15.4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 9  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABSCISA : 9+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	100	
3/4"			-	100	
1/2"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4			-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.07	0.07	0	100	
N°40	0.33	0.40	0	100	
N°50					
N°100					
N°200	19.77	20.17	22	78	
< N°200			78		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		41.95	26.89	7.71	78.52	<b>79.30</b>
		41.19	26.36	7.84	80.08	

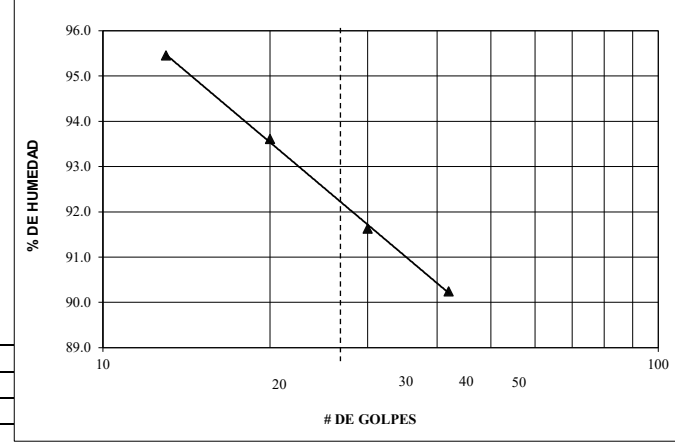
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13	32.75	20.16	6.97	95.45	
20	32.79	20.64	7.66	93.61	
30	32.17	20.57	7.91	91.63	
42	32.08	20.89	8.49	90.24	
					<b>92.53</b>

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	22.68	16.96	7.37	59.65	
----	22.26	16.76	7.54	59.65	<b>59.77</b>
----	22.04	16.70	7.80	60.00	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 26.67  
 T. +Suelo 192.2 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. **165.53** P. SECO **92.32** grms  
 DESPUES **20.17** grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 22 %**  
**FINOS 78 %**

		HUMEDAD NATURAL:	<b>79.30 %</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	<b>92.53 %</b>
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	<b>32.77</b>
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	<b>20.0</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A-9  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABSCISA : 9+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"		-	-	100	
3/4"		-	-	100	
1/2"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		-	-	100	
N°40	0.22	0.22	0	100	
N°50					
N°100					
N°200	5.55	5.77	10	90	
< N°200			90		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		34.09	18.55	5.71	121.03	<b>121.14</b>
		34.27	19.84	7.94	121.26	

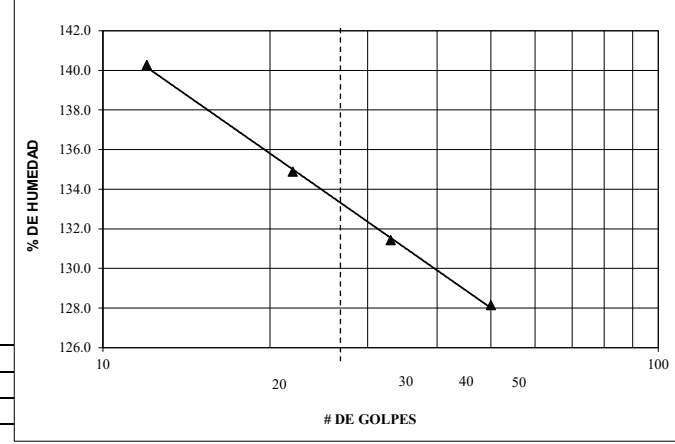
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
12	30.14	16.83	7.34	140.25	
22	30.60	17.22	7.30	134.88	
33	30.58	17.95	8.34	131.43	
50	30.59	17.52	7.32	128.14	
					<b>133.91</b>

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
----	17.68	13.03	7.20	79.76	
----	18.27	13.48	7.46	79.57	<b>79.77</b>
----	19.33	14.46	8.37	79.97	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 29.75  
 T. +Suelo 159.98 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 130.23 P. SECO 58.89 grms  
 DESPUES 5.77 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 10 %  
 FINOS 90 %

		HUMEDAD NATURAL:	121.14 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	133.91 %
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	54.14
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	20.0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 1A- 10  
 PROFUNDIDAD : 0,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 1  
 ABCISA : 10+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2"					
1½"					
1"			-	-	100
¾"			-	-	100
½"			-	-	100
⅜"			-	-	100
N°4	0.11	0.11	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.09	0.20	0	100	
N°40	3.27	3.47	3	97	
N°50					
N°100					
N°200	44.21	47.68	35	65	
< N°200			65		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		54.01	41.55	7.88	37.01	36.27
		54.40	42.08	7.40	35.52	

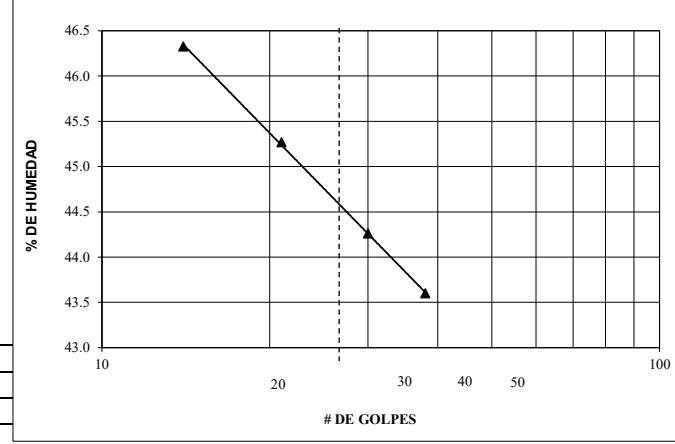
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

14	32.35	24.66	8.06	46.33	
21	32.58	24.83	7.71	45.27	
30	32.67	25.00	7.67	44.26	
38	32.43	24.94	7.76	43.60	
					44.76

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

----	20.24	16.87	8.29	39.28	
----	20.19	16.67	7.73	39.37	39.02
----	20.72	17.26	8.25	38.40	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 29.71  
 T. +Suelo 213.36 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 183.65 P. SECO 134.77 grms  
 DESPUES 47.68 grms

GRAVA 0 %  
 ARENA 35 %  
 FINOS 65 %

		HUMEDAD NATURAL:	36.27 %
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	44.76 %
<b>SUCS</b>	<b>ML</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	5.74
<b>AASTHO</b>	<b>A-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	6.6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
 OBRA : PAVIMENTO ASFALTICO  
 LOCALIZACIÓN : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
 PERF. N° : 2A- 10  
 PROFUNDIDAD : 1,50m  
 FECHA : 2021/SEPTIEMBRE

MUESTRA N° : 2  
 ABCISA : 10+000  
 COORDENADAS :  
 OPERADOR : e.m.

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"			-	100	
3/4"			-	100	
1/2"			-	100	
3/8"			-	100	
N°4			-	100	
< N°4					
N°8					
N°10	0.05	0.05	0	100	
N°40	0.31	0.36	1	99	
N°50					
N°100					
N°200	5.00	5.36	8	92	
< N°200			92		
<b>TOTAL</b>					

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
		35.52	22.61	7.95	88.06	<b>86.79</b>
		35.53	22.83	7.98	85.52	

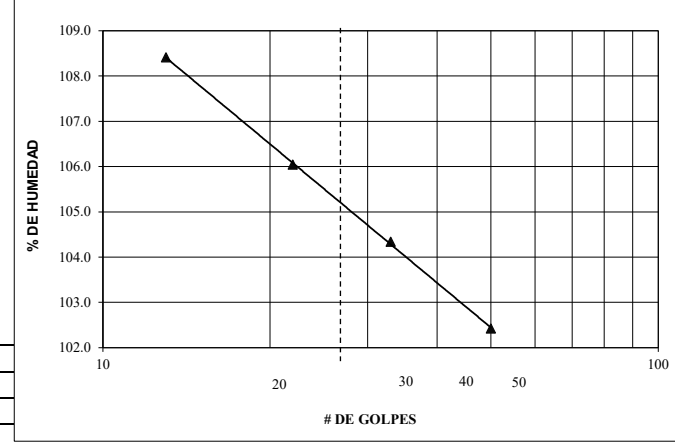
LÍMITE LÍQUIDO(ASTM D4318)

	13	30.24	18.51	7.69	108.41	
	22	30.52	18.93	8.00	106.04	
	33	30.69	19.38	8.54	104.34	
	50	30.26	18.84	7.69	102.42	
						<b>105.51</b>

LÍMITE PLÁSTICO(ASTM D4318)

	----	15.61	11.85	7.20	80.86	
	----	15.82	12.17	7.63	80.40	<b>80.39</b>
	----	15.87	12.09	7.36	79.92	

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



Tara 27.42  
 T. +Suelo 160.43 CUARTEO(PESO)  
 P. HUM. 133.01 P. SECO 71.21 grms  
 DESPUES 5.36 grms

**GRAVA 0 %**  
**ARENA 8 %**  
**FINOS 92 %**

		HUMEDAD NATURAL:	<b>86.79 %</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>		LÍMITE LÍQUIDO:	<b>105.51 %</b>
<b>SUCS</b>	<b>MH</b>	ÍNDICE PLÁSTICO:	<b>25.12</b>
<b>AASTHO</b>	<b>A-7-5</b>	ÍNDICE DE GRUPO:	<b>18.0</b>

## ENSAYOS DE CBR

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERFOR** : Km. 1+000  
**FECHA** : sep-21

**CALICATA** : 1B  
**PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

**AASHTO - T193 RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR ) ASTM - D 1883**

MOLDE NUMERO	30			31			32						
No. DE CAPAS	5			5			5						
No. DE GOPES POR CAPA	56			27			11						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	10298	10521	10185	10368	10025	10325						
PESO MOLDE	g	6000	6000	6001	6001	6000	6000						
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4298	4521	4184	4367	4025	4325						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2268	2453.43	2269	2421.25	2268	2440.09						
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.895	1.843	1.844	1.804	1.775	1.772						
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.611	1.413	1.565	1.351	1.507	1.302						
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO		
CAPSULA	Nº	133	173	215	485	237	171	30	455	35	185	322	101
PESO DE LA CAPSULA	g	6.96	7.36	7.25	7.69	7.90	7.69	7.70	8.03	7.62	7.82	7.76	7.76
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	60.46	60.86	60.48	60.66	60.70	60.87	60.86	60.64	60.90	60.62	60.59	60.72
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	52.45	52.85	48.17	48.18	52.72	52.84	47.63	47.34	52.86	52.65	46.55	46.66
HUMEDAD	%	17.61	17.61	30.08	30.82	17.80	17.79	33.13	33.83	17.77	17.78	36.19	36.14
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	17.61		30.45		17.79		33.48		17.78		36.17	

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

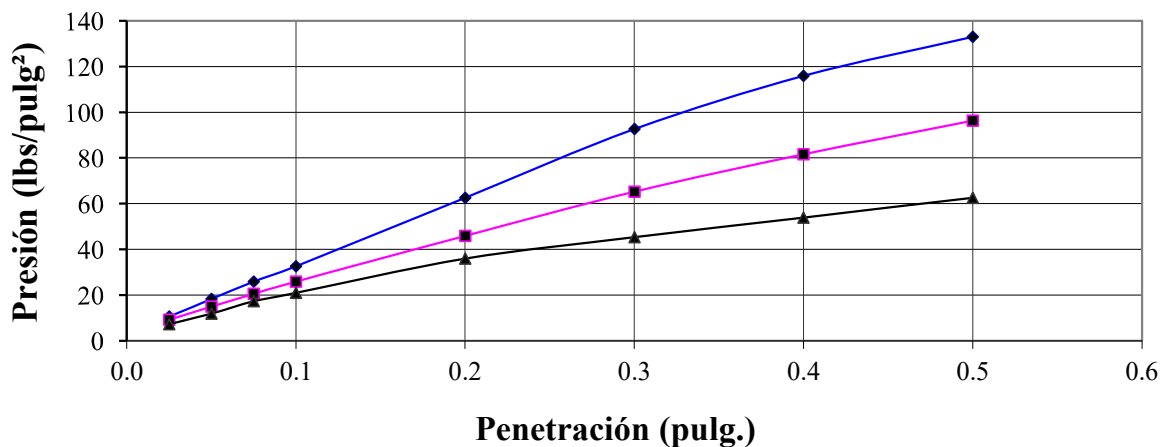
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 30		H (cm) = 12.52		MOL. Nº 31		H (cm) = 12.53		MOL. Nº 32		H (cm) = 12.52	
		DIAL	ESPONJAMIENT	DIAL	ESPONJAMIENT	DIAL	ESPONJAMIENT	DIAL	ESPONJAMIENT				
	0	35	0	0.71		34	0	0.69		38	0	0.77	
	1	393	358	7.97		314	280	6.37		364	326	7.38	
	2	400	7	8.12		327	13	6.63		368	4	7.47	
	3	403	3	8.18		331	4	6.71		374	6	7.59	

**DATOS DE PENETRACIÓN**

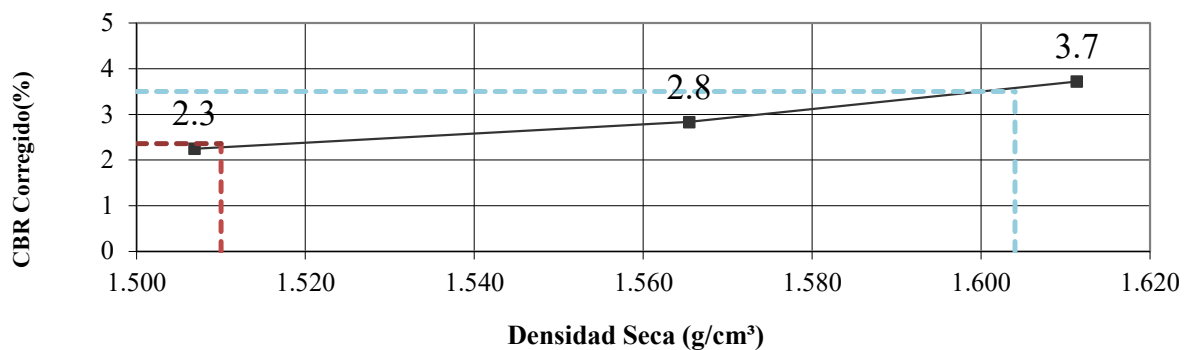
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 30			MOLDE Nº 31			MOLDE Nº 32		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0		0	0		0	0	
0.025		32	10.67		28	9.33		22	7.33	
0.050		55	18.33		45	15.00		36	12.00	
0.075		78	26.00		62	20.67		52	17.33	
0.100	1000	98	32.67	3.3	78	26.00	2.6	63	21.00	2.1
0.200	1500	188	62.67	4.2	138	46.00	3.1	108	36.00	2.4
0.300		278	92.67		196	65.33		136	45.33	
0.400		348	116.00		245	81.67		162	54.00	
0.500		399	133.00		289	96.33		188	62.67	

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 1+000 **MUESTRA** : 1B  
**FECHA** sep-21 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



#### VALOR CBR

% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	1.689035	
90	MAX. DEN.*0.90	1.5201	2.4
95	MAX. DEN.*0.95	1.6040	3.5

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 1+000

**MUESTRA :** 1B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 1+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.689 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 18.47%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
**A.A.S.H.T.O. T180**  
**CLASE**

MOLDE # 2 Pav.	PESO	3693 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	943 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIÁMETRO	4 pulgadas

### DENSIDAD

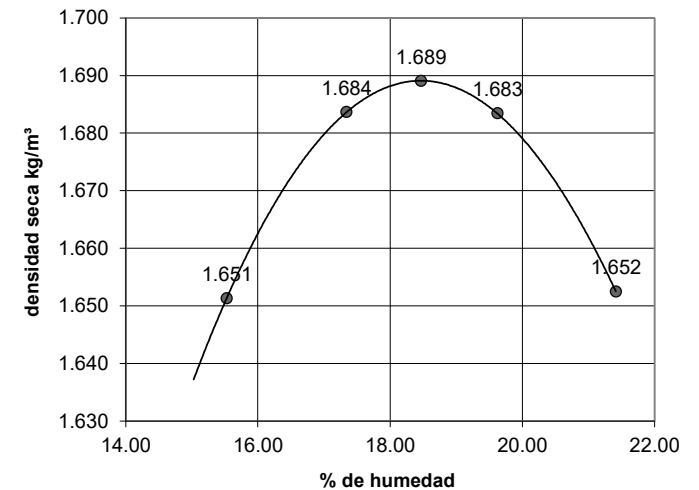
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5492	5556	5592	5585
DENSIDAD HÚMEDA	1.908	1.976	2.014	2.006
DENSIDAD SECA	1.651	1.684	1.683	1.652

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	237	173	643	135	313	154	153	139
PESO HÚMEDO +TARRO	56.78	56.75	56.70	56.88	56.78	56.57	56.65	56.71
PESO SECO +TARRO	50.20	50.12	49.45	49.63	48.75	48.48	47.98	48.02
PESO TARRO	7.90	7.35	7.64	7.82	7.81	7.28	7.38	7.56
% DE HUMEDAD	15.56	15.50	17.34	17.34	19.61	19.64	21.35	21.48
PROMEDIO % HUMEDAD	15.53		17.34		19.62		21.42	

**OBSERVACIONES:**

### DENSIDAD vs. HUMEDAD

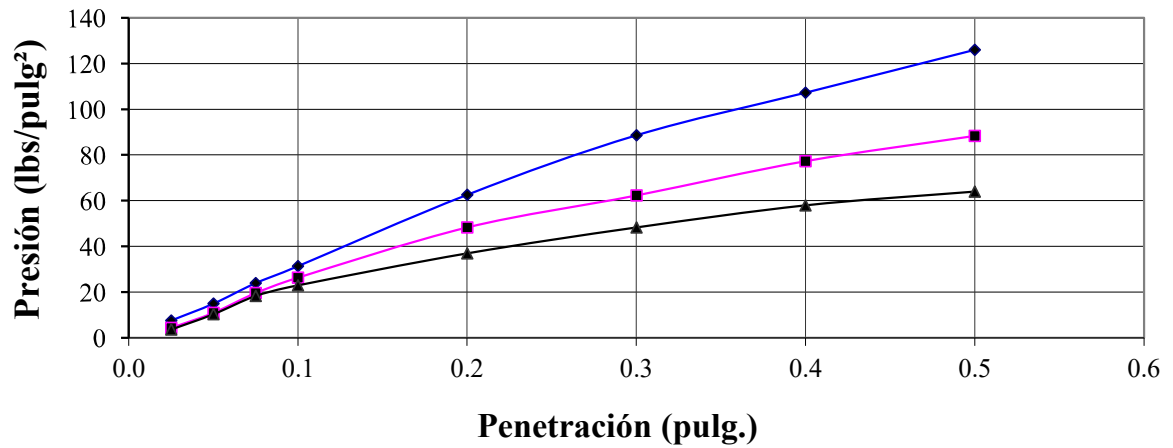


**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito **CALICATA** : 2B  
**PERFOR** : Km. 2+000 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**FECHA** : sep-21 **OPERADOR** : e.m.

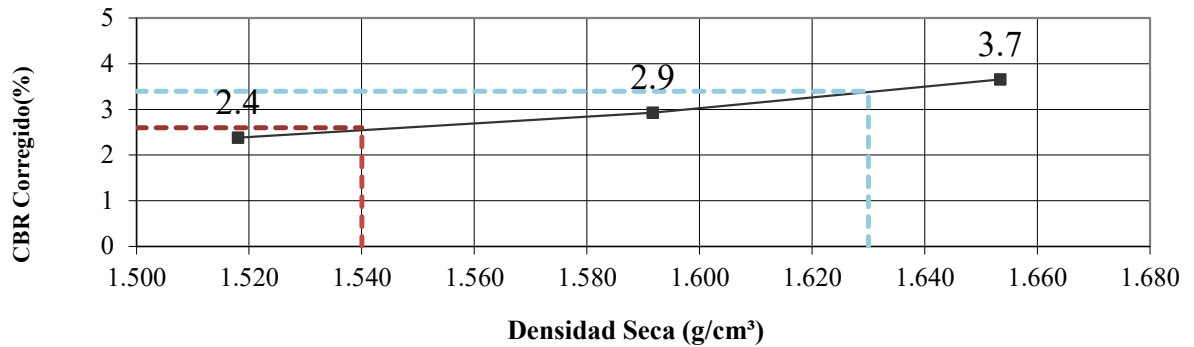
AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		18			20			21					
No. DE CAPAS		5			5			5					
No. DE GOPES POR CAPA		56			27			11					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	11756		12398		11490		12018		11245		11989	
PESO MOLDE	g	7722		7722		7275		7275		7217		7217	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4034		4676		4215		4743		4028		4772	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2127		2324.72		2313		2497.87		2319		2504.06	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.897		2.011		1.822		1.899		1.737		1.906	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.653		1.534		1.592		1.423		1.518		1.403	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	194	94	114	336	198	110	130	192	213	7.62	145	154
PESO DE LA CAPSULA	g	7.75	7.79	7.55	7.09	7.27	7.74	7.55	7.62	7.65	5.92	6.98	7.27
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	60.77	60.83	58.82	58.84	60.65	60.62	58.87	58.81	60.72	60.74	58.76	58.88
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	53.92	54.08	46.66	46.54	53.88	53.94	45.89	46.09	54.08	53.78	45.07	45.29
HUMEDAD	%	14.84	14.58	31.09	31.18	14.52	14.46	33.85	33.06	14.30	14.54	35.94	35.74
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.71		31.14		14.49		33.46		14.42		35.84	
DATOS DE ESPONJAMIENTO													
FECHA	TIEMPO	MOL. Nº 18		H (cm) = 11.64		MOL. Nº 20		H (cm) = 12.68		MOL. Nº 21		H (cm) = 12.7	
HORAS	EN DIAS	DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO	
	0	36	0	0.79		36	0	0.72		35	0	0.70	
	1	393	357	8.58		375	339	7.51		368	333	7.36	
	2	424	31	9.25		396	21	7.93		395	27	7.90	
	3	426	2	9.30		399	3	7.99		399	4	7.98	
DATOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 18			MOLDE Nº 20			MOLDE Nº 21					
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO			
	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%			
0		0	0		0	0		0	0				
0.025		23	7.67		13	4.33		11	3.67				
0.050		45	15.00		33	11.00		31	10.33				
0.075		72	24.00		59	19.67		55	18.33				
0.100	1000	94	31.33	3.1	79	26.33	2.6	69	23.00	2.3			
0.200	1500	188	62.67	4.2	145	48.33	3.2	111	37.00	2.5			
0.300		266	88.67		187	62.33		145	48.33				
0.400		322	107.33		232	77.33		174	58.00				
0.500		378	126.00		265	88.33		192	64.00				

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 2+000 **MUESTRA** : 2B  
**FECHA** sep-21 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR
	CÁLCULO	1.7160	
90	MAX. DEN.*0.9	1.5444	2.6
95	MAX. DEN.*0.95	1.6302	3.4

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 2+000

**MUESTRA :** 2B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 2+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.716 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 15.67%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
**A.A.S.H.T.O. T180**  
**CLASE**

MOLDE # 2 Pav.	PESO	3693 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	943 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIÁMETRO	4 pulgadas

### DENSIDAD

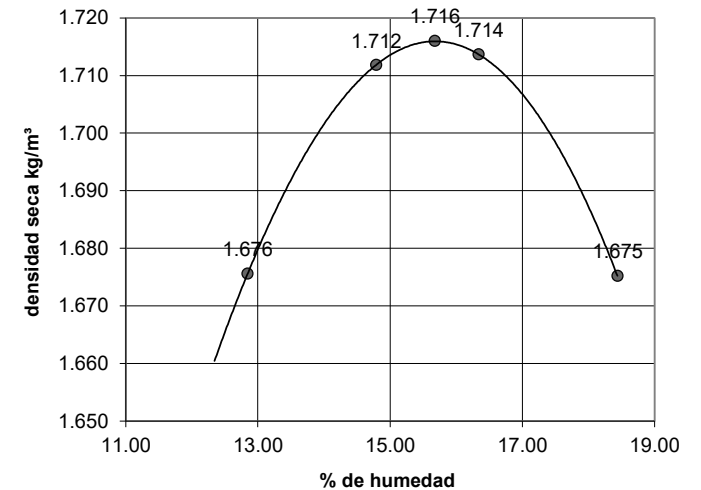
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5476	5546	5573	5564
DENSIDAD HÚMEDA	1.891	1.965	1.994	1.984
DENSIDAD SECA	<b>1.676</b>	<b>1.712</b>	<b>1.714</b>	<b>1.675</b>

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	233	518	145	173	123	649	149	175
PESO HÚMEDO +TARRO	53.85	53.85	53.66	53.73	53.71	53.72	53.93	53.79
PESO SECO +TARRO	48.64	48.62	47.68	47.72	47.30	47.25	46.70	46.66
PESO TARRO	8.18	7.80	6.98	7.35	8.07	7.65	7.47	8.01
% DE HUMEDAD	12.88	12.81	14.69	14.89	16.34	16.34	18.43	18.45
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>12.84</b>		<b>14.79</b>		<b>16.34</b>		<b>18.44</b>	

**OBSERVACIONES:**

### DENSIDAD vs. HUMEDAD



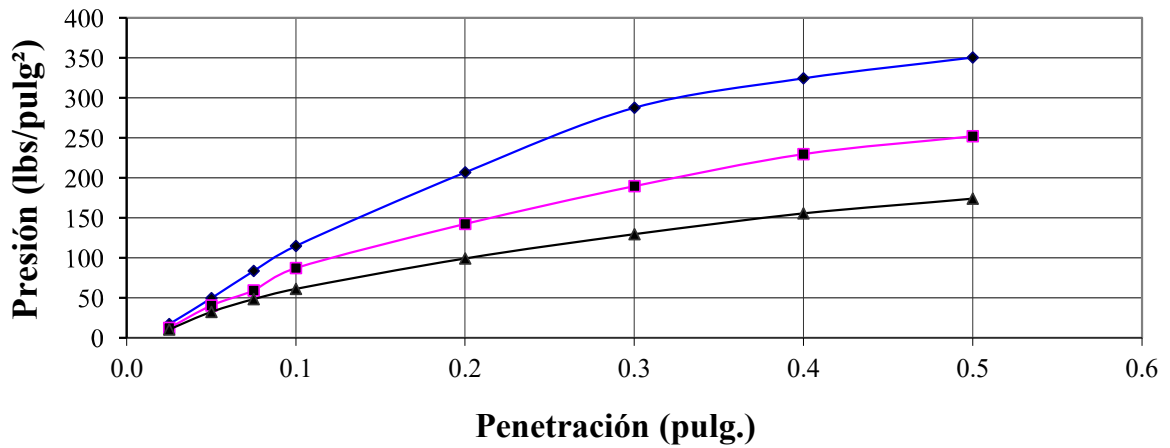


**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito **CALICATA** : 3B  
**PERFOR** : 3 - Km. 3+000 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**FECHA** : sep-21 **OPERADOR** : e.m.

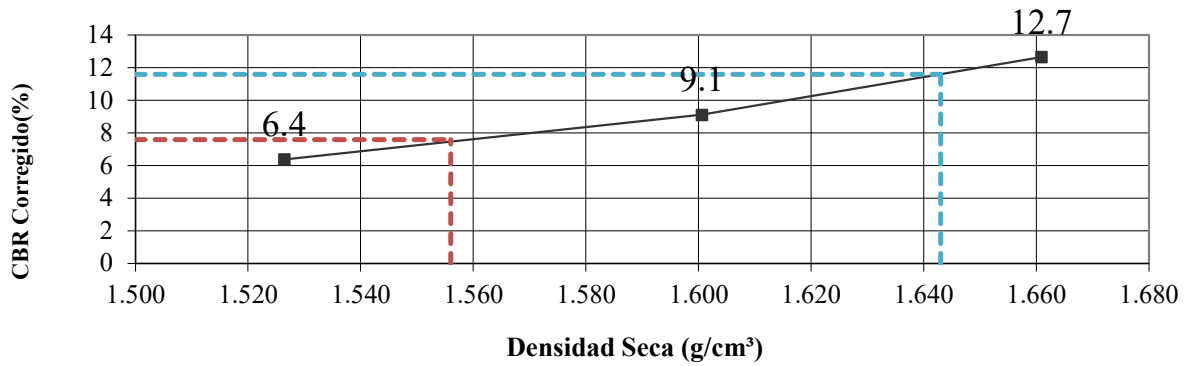
AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		32				33				35			
No. DE CAPAS		5				5				5			
No. DE GOPES POR CAPA		56				27				11			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	10422		10458		10270		10525		10083		10467	
PESO MOLDE	g	6000		6000		6001		6001		6000		6000	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4422		4458		4269		4524		4083		4467	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2268		2310.33		2269		2316.84		2268		2316.77	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.950		1.930		1.881		1.953		1.800		1.928	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.661		1.580		1.601		1.539		1.526		1.475	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	215	487	35	175	213	117	228	137	184	194	135	218
PESO DE LA CAPSULA	g	7.24	7.69	7.14	7.78	7.66	7.74	7.52	7.22	7.76	7.80	7.81	7.43
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	61.60	61.66	63.65	63.82	61.70	61.75	63.83	63.80	61.80	61.84	63.80	63.88
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	53.51	53.70	53.44	53.63	53.59	53.73	51.94	51.79	53.58	53.62	50.63	50.62
HUMEDAD	%	17.48	17.30	22.05	22.22	17.66	17.44	26.77	26.95	17.94	17.94	30.76	30.70
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	17.39		22.14		17.55		26.86		17.94		30.73	
DATOS DE ESPONJAMIENTO													
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 32		H (cm) = 12.52		MOL. Nº 33		H (cm) = 12.53		MOL. Nº 35		H (cm) = 12.52	
		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO	
	0	35	0	0.71	35	0	0.71	33	0	0.67			
	1	75	40	1.52	96	61	1.95	94	61	1.91			
	2	89	14	1.81	101	5	2.05	103	9	2.09			
	3	92	3	1.87	104	3	2.11	106	3	2.15			
DATOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 32				MOLDE Nº 33				MOLDE Nº 35			
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	
		lbs/pulg <sup>2</sup>		%		lbs/pulg <sup>2</sup>		%		lbs/pulg <sup>2</sup>		%	
0		0	0		0	0		0	0				
0.025		52	17.33		37	12.33		32	10.67				
0.050		149	49.67		122	40.67		98	32.67				
0.075		251	83.67		178	59.33		145	48.33				
0.100	1000	345	115.00	11.5	262	87.33	8.7	184	61.33	6.1			
0.200	1500	621	207.00	13.8	427	142.33	9.5	298	99.33	6.6			
0.300		863	287.67		569	189.67		389	129.67				
0.400		973	324.33		689	229.67		467	155.67				
0.500		1051	350.33		756	252.00		522	174.00				

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** : 3 - Km. 3+000 **MUESTRA** : 3B  
**FECHA** : sep-21 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



#### VALOR CBR

% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	1.7298	
90	MAX. DEN.*0.9	1.5569	7.6
95	MAX. DEN.*0.95	1.6433	11.6

## ENS+A2:R40AYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** Estdios Geotecnicos  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 3+000

**MUESTRA :** 3B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 3+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.730 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 18.20%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
 A.A.S.H.T.O. T180  
 CLASE

MOLDE # 2 Pav.	PESO	3693 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	943 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIÁMETRO	4 pulgadas

### DENSIDAD

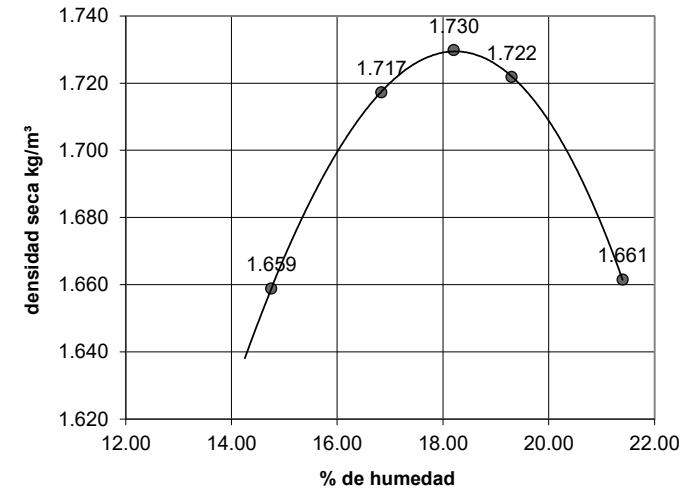
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5488	5585	5630	5595
DENSIDAD HÚMEDA	1.903	2.006	2.054	2.017
DENSIDAD SECA	1.659	1.717	1.722	1.661

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	128	189	19	219	175	178	101	128
PESO HÚMEDO +TARRO	66.67	66.74	66.77	66.71	66.40	66.54	66.48	66.86
PESO SECO +TARRO	59.12	59.22	58.18	58.16	56.94	57.05	56.23	56.45
PESO TARRO	7.96	8.23	7.09	7.44	7.79	8.01	8.07	8.05
% DE HUMEDAD	14.76	14.75	16.81	16.86	19.25	19.35	21.28	21.51
PROMEDIO % HUMEDAD	14.75		16.84		19.30		21.40	

**OBSERVACIONES:**

### DENSIDAD vs. HUMEDAD

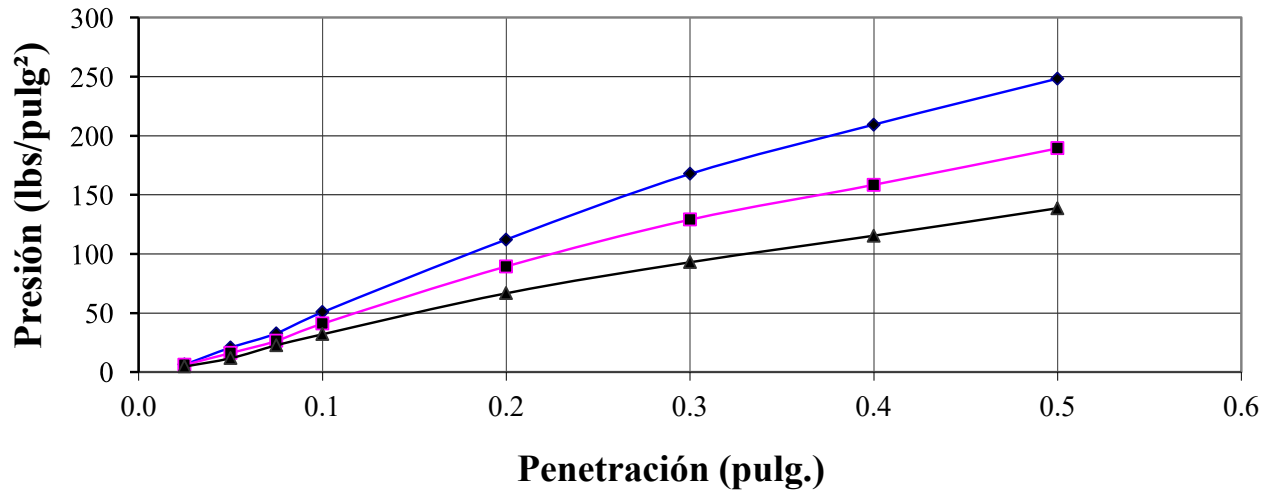


**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito **CALICATA :** 4B  
**PERFOR :** Km. 4+000 **PROFUND. :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21 **OPERADOR :** e.m.

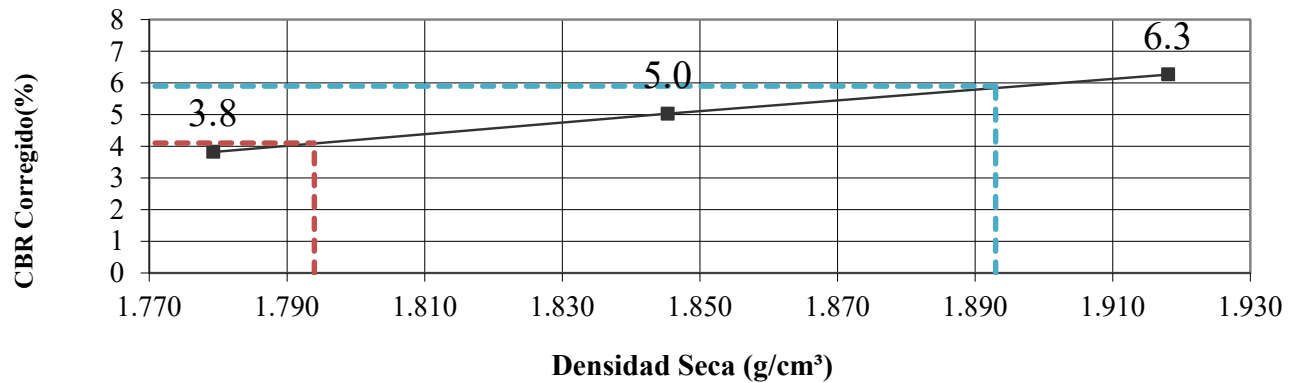
AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		32			33			35					
No. DE CAPAS		5			5			5					
No. DE GOPES POR CAPA		56			27			11					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	10899		11289		10712		11045		10545		10912	
PESO MOLDE	g	6001		6001		6000		6000		6002		6002	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4898		5288		4712		5045		4543		4910	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2268		2348.06		2269		2344.43		2268		2339.32	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	2.160		2.252		2.077		2.152		2.003		2.099	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.918		1.864		1.845		1.762		1.779		1.682	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
CAPSULA	Nº	30	445	133	338	198	101	49	191	322	762	150	142
PESO DE LA CAPSULA	g	7.69	8.01	7.90	7.24	7.26	6.94	7.29	7.97	7.72	5.90	8.28	7.81
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	65.61	65.78	64.65	64.86	65.75	65.51	64.75	64.72	65.66	65.85	64.71	64.84
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	59.12	59.33	54.89	54.91	59.22	59.00	54.35	54.42	59.19	59.15	53.52	53.51
HUMEDAD	%	12.62	12.57	20.77	20.87	12.57	12.50	22.10	22.17	12.57	12.58	24.73	24.79
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	12.59		20.82		12.54		22.14		12.58		24.76	
DATOS DE ESPONJAMIENTO													
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 32		H (cm) = 12.52		MOL. Nº 33		H (cm) = 12.53		MOL. Nº 35		H (cm) = 12.52	
		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO	
	0	31	0	0.63		30	0	0.61		31	0	0.63	
	1	154	123	3.12		148	118	3.00		150	119	3.04	
	2	173	19	3.51		162	14	3.28		153	3	3.10	
	3	174	1	3.53		164	2	3.32		155	2	3.14	
DATOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 32			MOLDE Nº 33			MOLDE Nº 35					
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%			
0		0	0		0	0		0	0				
0.025		19	6.33		18	6.00		14	4.67				
0.050		62	20.67		48	16.00		35	11.67				
0.075		98	32.67		79	26.33		68	22.67				
0.100	1000	152	50.67	5.1	123	41.00	4.1	96	32.00	3.2			
0.200	1500	336	112.00	7.5	268	89.33	6.0	200	66.67	4.4			
0.300		503	167.67		387	129.00		279	93.00				
0.400		628	209.33		475	158.33		346	115.33				
0.500		745	248.33		568	189.33		416	138.67				

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 4+000 **MUESTRA** : 4B  
**FECHA** sep-21 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO		
90	MAX. DEN. *0.9	1.7940	4.1
95	MAX. DEN. *0.95	1.8937	5.9

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 4+000

**MUESTRA :** 4B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 4+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.993 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 12.09%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
**A.A.S.H.T.O. T180**  
**CLASE**

MOLDE # 2 Pav.	PESO	3693 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	943 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIÁMETRO	4 pulgadas

### DENSIDAD

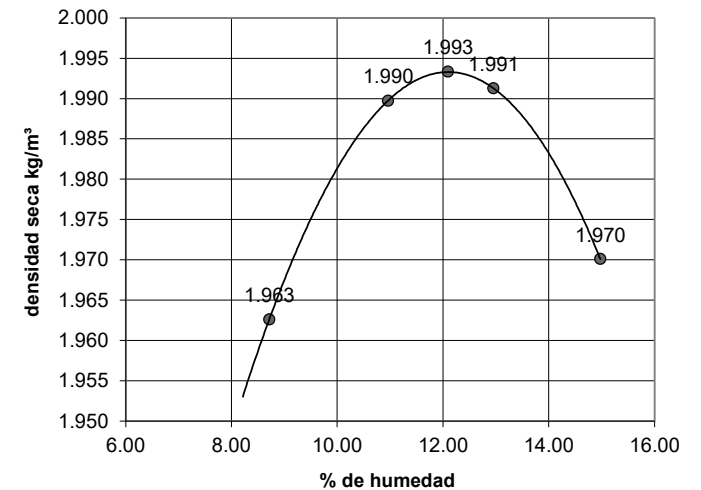
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5705	5775	5814	5829
DENSIDAD HÚMEDA	2.134	2.208	2.249	2.265
DENSIDAD SECA	<b>1.963</b>	<b>1.990</b>	<b>1.991</b>	<b>1.970</b>

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	213	170	128	192	220	130	19	187
PESO HÚMEDO +TARRO	65.72	65.68	65.60	65.69	65.72	65.63	65.86	65.77
PESO SECO +TARRO	61.05	60.96	59.89	59.97	59.01	58.96	58.20	58.28
PESO TARRO	7.36	6.90	7.97	7.62	7.15	7.53	7.09	8.22
% DE HUMEDAD	8.70	8.73	11.00	10.93	12.94	12.97	14.99	14.96
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>8.71</b>		<b>10.96</b>		<b>12.95</b>		<b>14.97</b>	

**OBSERVACIONES:**

### DENSIDAD vs. HUMEDAD



**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERFOR :** Km. 5+000  
**FECHA :** sep-21  
**CALICATA :** 5B  
**PROFUND. :** 1.50 m.  
**OPERADOR :** e.m.

AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		4				5				6			
No. DE CAPAS		5				5				5			
No. DE GOPES POR CAPA		56				25				11			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	11785		12097		11709		12005		9389		9677	
PESO MOLDE	g	7560		7560		7840		7840		5774		5774	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4225		4537		3869		4165		3615		3903	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2179.2		2222.8		2123.0		2171.4		2123.0		2177.8	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.939		2.041		1.822		1.918		1.703		1.792	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.634		1.653		1.536		1.514		1.436		1.371	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	M1	M24	M16	M48	M11	M33	M45	M29	M17	M06	M78	M63
PESO DE LA CAPSULA	g	16.15	16.34	16.05	16.59	16.47	16.26	16.03	16.44	16.78	16.59	16.27	16.05
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	71.24	72.26	75.19	71.02	73.26	74.18	73.29	80.11	82.48	75.29	81.24	85.36
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	62.49	63.59	64.01	60.59	64.31	65.11	61.31	66.62	72.15	66.09	65.96	69.07
HUMEDAD	%	18.88	18.35	23.31	23.70	18.71	18.57	26.46	26.88	18.66	18.59	30.75	30.72
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	18.62		23.51		18.64		26.67		18.62		30.74	

## DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 4		H (cm) = 11.7		MOL. Nº 5		H (cm) = 11.7		MOL. Nº 6		H (cm) = 11.7	
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO				
	0	0	0	0.00		0	0	0.00		0	0	0.00	
	1	55	55	0.00		67	67	0.00		73	73	0.06	
	2	71	71	1.54		88	88	1.91		96	96	2.08	
	3	89	89	1.93		96	96	2.08		112	112	2.43	
	4	92	92	2.00		105	105	2.28		119	119	2.58	

## DATOS DE PENETRACIÓN

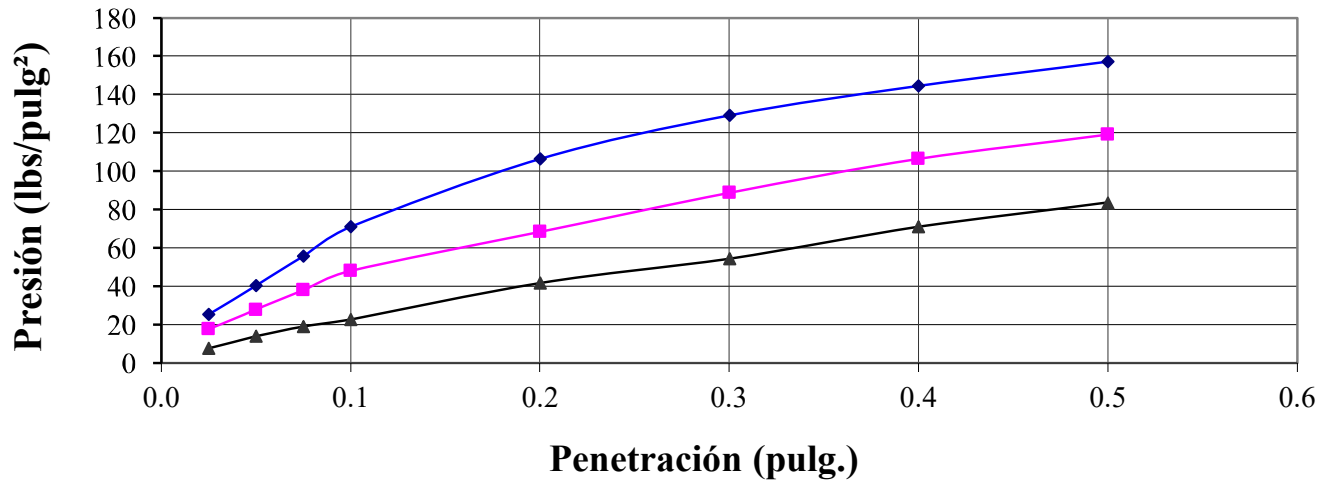
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0		0	0		0	0	
0.025		10	25.35		7	17.75		3	7.61	
0.050		16	40.56		11	27.89		5.5	13.94	
0.075		22	55.77		15	38.03		7.5	19.01	
0.100	1000	28	70.98	7.1	19	48.17	4.8	9	22.82	2.3
0.200	1500	42	106.47	7.1	27	68.45	4.6	16.5	41.83	2.8
0.300		51	129.29		35	88.73		21.5	54.50	
0.400		57	144.50		42	106.47		28	70.98	
0.500		62	157.17		47	119.15		33	83.66	

**PROYECTO OBRA LOCALIZ. PERF. FECHA**

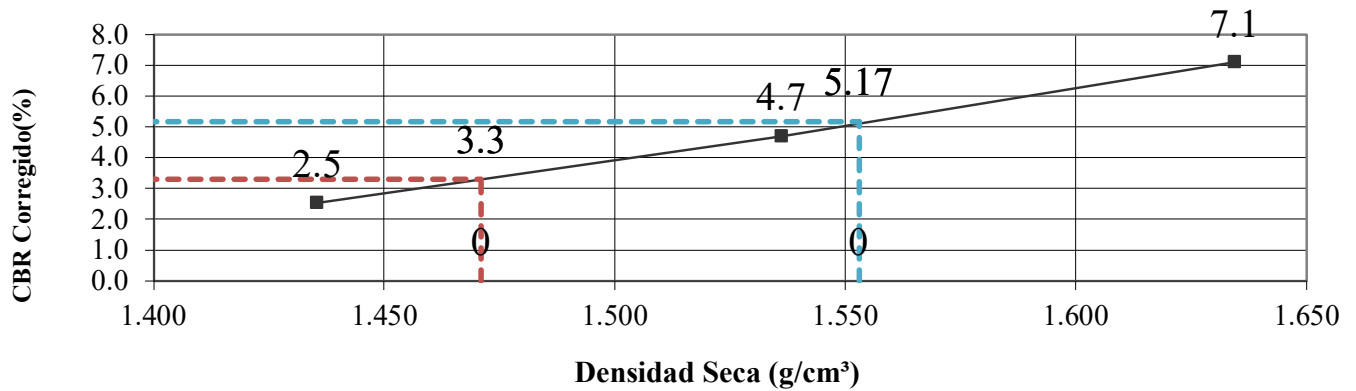
**PAVIMENTO**  
 : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
 : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
 Km. 5+000  
 sep-21

**MUESTRA** : 5B  
**PROFUND.** : 1.5 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	MAXIMA DENSIDAD	
90	MAX. DEN.*0.9	1.471	3.3
95	MAX. DEN.*0.95	1.553	5.17



## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 5+000

**MUESTRA :** 5B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 5+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

<b>MÉTODO DEL ENSAYO</b> A.A.S.H.T.O. T180 CLASE
--

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.634 kg/m<sup>3</sup>.

**OPTIMA HUMEDAD:** 18.62%

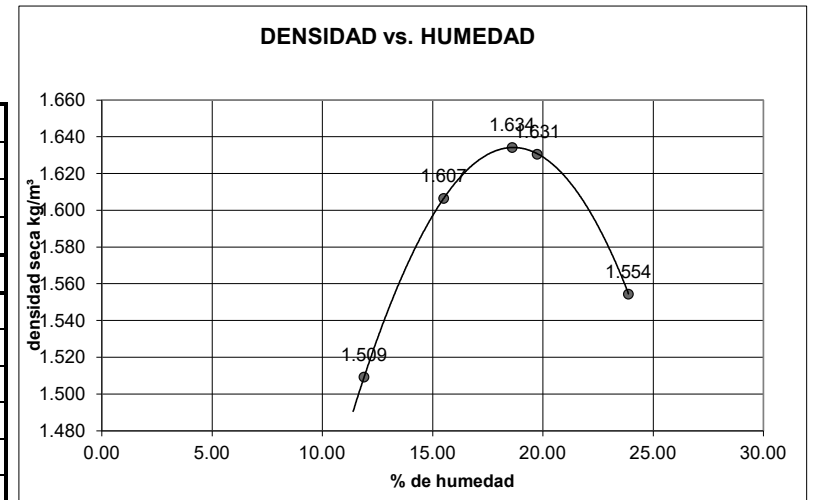
Molde No.	4	pulgadas	Masa martillo	10.0 lbs.
Volúmen	929	cm <sup>3</sup>	Altura caída	18 pulg.
Masa	4,291	gramos	No. de capas	5
			No. de golpes por cap	25

### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	5860	6015	6105	6080
MASA SUELO HUMEDO (gr)	1.689	1.856	1.953	1.926
DENSIDAD SECA	<b>1.509</b>	<b>1.607</b>	<b>1.631</b>	<b>1.554</b>

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	C21	O18	O16	L38	L58	O15	L77	W1
PESO HÚMEDO + TARRO (gr)	75.00	72.90	65.90	68.20	68.40	67.80	62.50	74.40
PESO SECO + TARRO (gr)	69.20	66.90	59.30	61.10	59.80	59.20	53.60	63.30
PESO TARRO (gr)	20.60	16.30	15.90	16.20	15.90	16.00	16.20	17.00
% DE HUMEDAD	11.93	11.86	15.21	15.81	19.59	19.91	23.80	23.97
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>11.90</b>		<b>15.51</b>		<b>19.75</b>		<b>23.89</b>	



**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERFOR :** Km. 6+000  
**FECHA :** sep-21  
**CALICATA :** 6B  
**PROFUND. :** 1.50 m.  
**OPERADOR :** e.m.

AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )				ASTM - D 1883							
MOLDE NUMERO		18		20		21							
No. DE CAPAS		5		5		5							
No. DE GOPES POR CAPA		56		25		11							
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.					
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	11075	11259	10668	10963	11007	11384						
PESO MOLDE	g	7166	7166	7005	7005	7572	7572						
PESO MUESTRA HUMEDA	g	3909	4093	3663	3958	3435	3812						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2123.0	2193.9	2123.0	2206.4	2160.6	2252.5						
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm	1.841	1.866	1.725	1.794	1.590	1.692						
PESO UNITARIO SECO	g/cm	1.504	1.455	1.409	1.350	1.300	1.236						
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO				
CAPSULA	Nº	L27	L46	W3	L51	W16	O3	L18	L28	M3	L29	M2	M10
PESO DE LA CAPSULA	g	16.30	16.00	26.40	16.00	20.70	16.40	16.10	15.80	27.10	16.20	17.00	16.30
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	65.2	65.5	64.2	54.1	67.10	51.30	57.2	79.3	70.3	62.2	56.5	
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	56.15	56.5	55.90	45.70	62.25	57.81	42.57	46.99	69.78	60.46	50.15	45.56
HUMEDAD	%	22.71	22.22	28.14	28.28	22.50	22.43	32.98	32.73	22.31	22.23	36.35	37.39
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	22.47		28.21		22.47		32.86		22.27		36.87	

## DATOS DE ESPONJAMIENTO

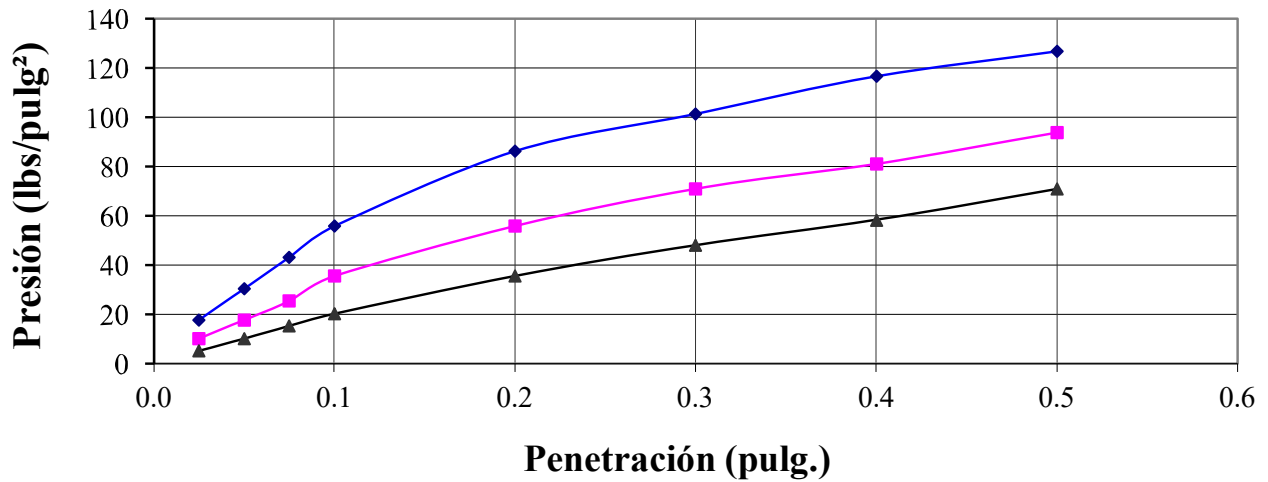
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº		H (cm) = 11.7		MOL. Nº		H (cm) = 11.7		MOL. Nº		H (cm) = 11.7	
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO				
	0	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00			
	1	95	95	0.00	100	100	0.00	135	135	0.06			
	2	120	120	2.61	139	139	3.02	144	144	3.13			
	3	140	140	3.04	170	170	3.69	187	187	4.06			
	4	154	154	3.34	181	181	3.93	196	196	4.26			

## DATOS DE PENETRACIÓN

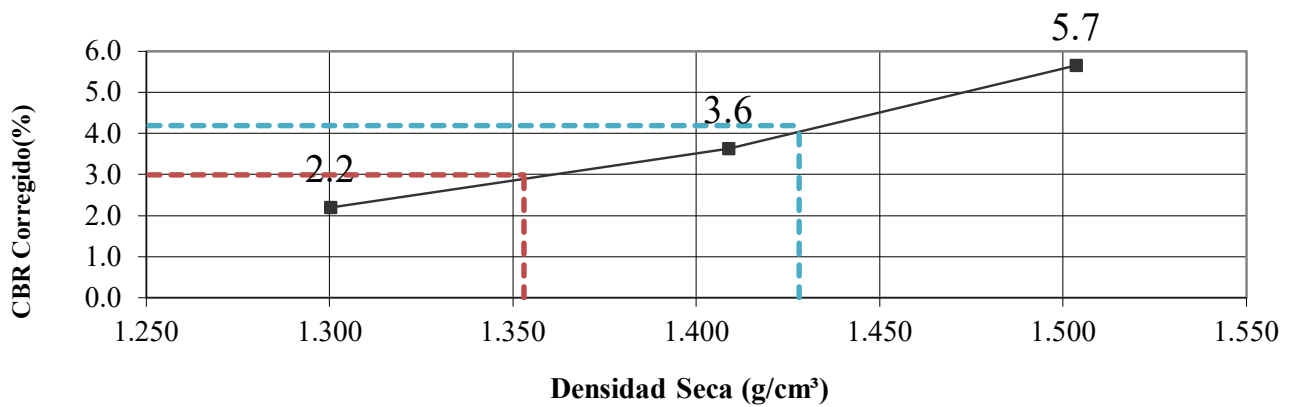
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº			MOLDE Nº			MOLDE Nº		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0		0	0		0	0	
0.025		7	17.75		4	10.14		2	5.07	
0.050		12	30.42		7	17.75		4	10.14	
0.075		17	43.10		10	25.35		6	15.21	
0.100	1000	22	55.77	5.6	14	35.49	3.5	8	20.28	2.0
0.200	1500	34	86.19	5.7	22	55.77	3.7	14	35.49	2.4
0.300		40	101.40		28	70.98		19	48.17	
0.400		46	116.61		32	81.12		23	58.31	
0.500		50	126.75		37	93.80		28	70.98	

**PROYECTO :** PACTO EL PARAISO  
**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS**  
**LOCALIZ.** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 6+000  
**FECHA** SEP-2021  
**MUESTRA :** 6B  
**PROFUND. :** 1.5 m.  
**OPERADOR :** e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	MAXIMA DENSIDAD	
90	MAX. DEN.*0.9	1.3532	3.0
95	MAX. DEN.*0.95	1.4284	4.2

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 6+000

**MUESTRA :** 6B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 6+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

<b>MÉTODO DEL ENSAYO</b> A.A.S.H.T.O. T180 CLASE
--

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.504 kg/m<sup>3</sup>  
**OPTIMA HUMEDAD:** 22.47%

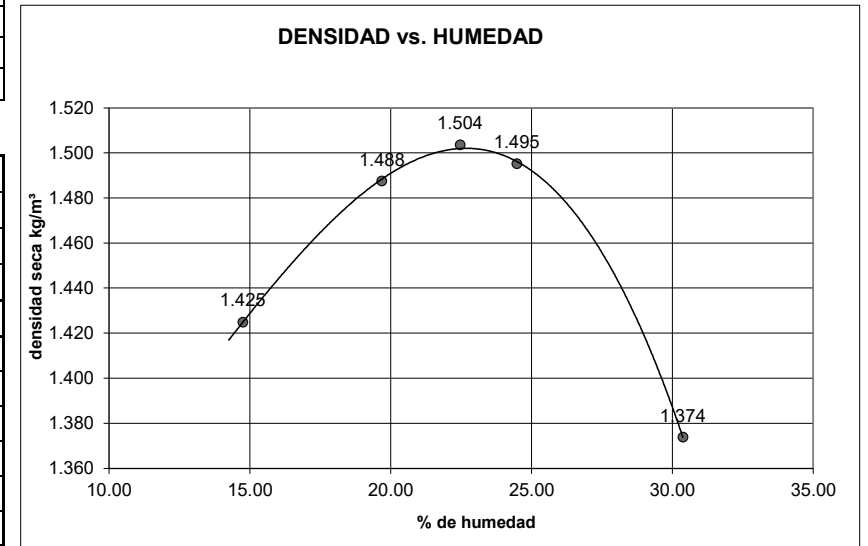
Molde No.	4	pulgadas		Masa martillo	10.0	lbs.
Volúmen	929	cm <sup>3</sup>		Altura caída	18	pulg.
Masa	4,291	gramos		No. de capas	5	
				No. de golpes por capa	25	

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	5810	5945	6020	5955
MASA SUELO HUMEDO (gr)	1.635	1.780	1.861	1.791
DENSIDAD SECA	<b>1.425</b>	<b>1.488</b>	<b>1.495</b>	<b>1.374</b>

#### % DE HUMEDAD

TARRO N°	L17	M13	L15	L49	L66	W12	L39	M11
PESO HÚMEDO + TARRO (gr)	65.70	65.40	69.70	62.10	65.00	76.10	77.90	70.70
PESO SECO + TARRO (gr)	59.30	59.10	60.90	54.50	55.40	65.10	65.90	58.10
PESO TARRO (gr)	16.10	16.20	16.20	15.90	15.70	20.70	26.60	16.40
% DE HUMEDAD	14.81	14.69	19.69	19.69	24.18	24.77	30.53	30.22
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>14.75</b>		<b>19.69</b>		<b>24.48</b>		<b>30.38</b>	



**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERFOR :** Km. 7+000  
**FECHA :** sep-21

**CALICATA :** 7B  
**PROFUND. :** 1.50 m.  
**OPERADOR :** e.m.

AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )				ASTM - D 1883							
MOLDE NUMERO		4				5				6			
No. DE CAPAS		5				5				5			
MOLDE NUMERO		10				11				12			
No. DE GOPES POR CAPA		56				25				11			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	12326		12715		10395		10794		11959		12395	
PESO MOLDE	g	7861		7861		6236		6236		8058		8058	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4465		4854		4159		4558		3901		4337	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2123.0		2196.2		2123.0		2211.9		2123.0		2216.1	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm	2.103		2.210		1.959		2.061		1.838		1.957	
PESO UNITARIO SECO	g/cm	1.656		1.618		1.543		1.470		1.447		1.353	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	M1	M78	M63	M19	M52	M77	M62	M01	M101	M78	M69	M85
PESO DE LA CAPSULA	g	16.10	16.40	20.70	16.00	16.20	16.10	16.10	16.40	16.30	16.00	15.80	16.00
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	71.12	75.26	70.36	77.59	74.48	75.26	70.25	80.36	82.2	81.1	78.5	79.6
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	59.44	62.75	57.01	61.12	62.12	62.69	54.72	62.01	68.21	67.27	59.24	59.85
HUMEDAD	%	26.95	26.99	36.77	36.50	26.92	26.98	40.21	40.23	26.95	26.97	44.34	45.04
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	26.97		36.63		26.95		40.22		26.96		44.69	

## DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 10		H (cm) = 11.7		MOL. Nº 11		H (cm) = 11.7		MOL. Nº 12		H (cm) = 11.7	
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO				
	0	0	0	0.00		0	0	0.00		0	0	0.00	
	1	102	102	0.00		116	116	0.00		130	130	0.06	
	2	127	127	2.76		147	147	3.19		161	161	3.50	
	3	144	144	3.13		168	168	3.65		189	189	4.10	
	4	159	159	3.45		193	193	4.19		202	202	4.39	

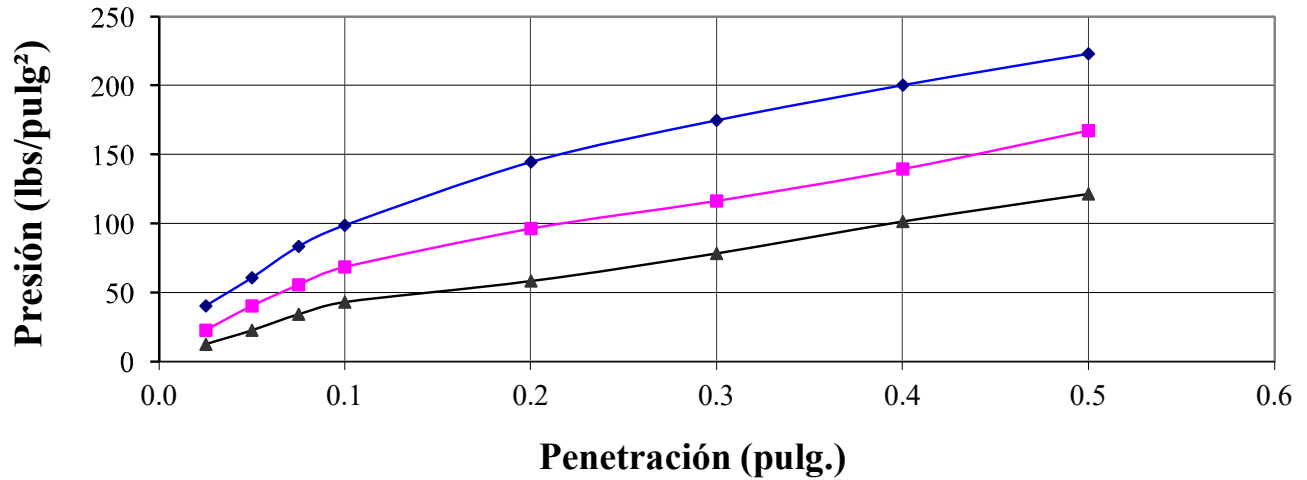
## DATOS DE PENETRACIÓN

PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0.0		0	0.0		0	0.0	
0.025		16	40.6		9	22.8		5	12.7	
0.050		24	60.8		16	40.6		9	22.8	
0.075		33	83.7		22	55.8		13.5	34.2	
0.100	1000	39	98.9	9.9	27	68.4	6.8	17	43.1	4.3
0.200	1500	57	144.5	9.6	38	96.3	6.4	23	58.3	3.9
0.300		69	174.9		46	116.6		31	78.6	
0.400		79	200.3		55	139.4		40	101.4	
0.500		88	223.1		66	167.3		48	121.7	

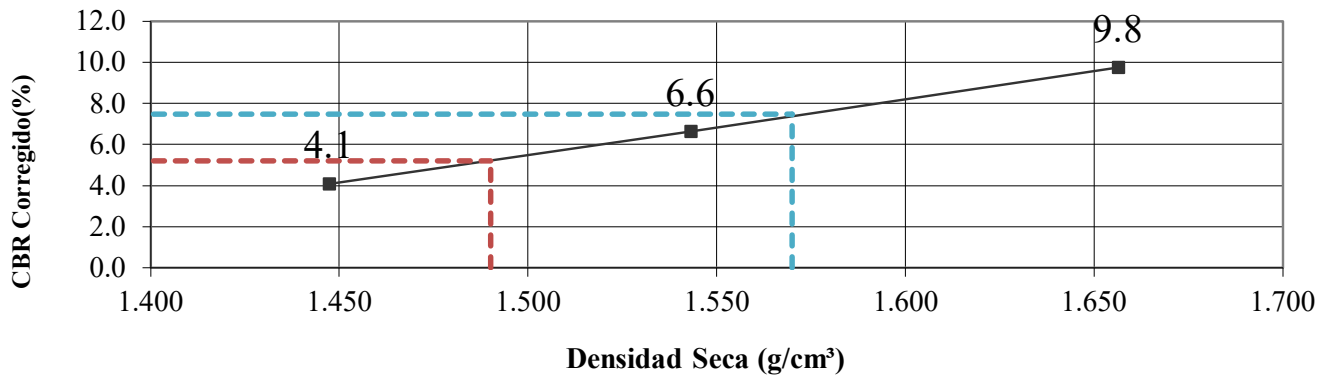
**PROYECTO** PAVIMENTO  
**OBRA** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ.** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 7+000  
**FECHA** sep-21

**MUESTRA** : 7B  
**PROFUND.** : 1.5 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	1.65589	
90	MAX. DEN.*0.9	1.490	5.2
95	MAX. DEN.*0.95	1.573	7.48

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 7+000

**MUESTRA :** 5B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 7+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
 A.A.S.H.T.O. T180  
 CLASE

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.656 kg/m<sup>3</sup>.

**OPTIMA HUMEDAD:** 26.97%

Molde No.	4	pulgadas		Masa martillo	10.0	lbs.
Volúmen	929	cm3		Altura caída	18	pulg.
Masa	4,291	gramos		No. de capas	5	
				No. de golpes por c	25	

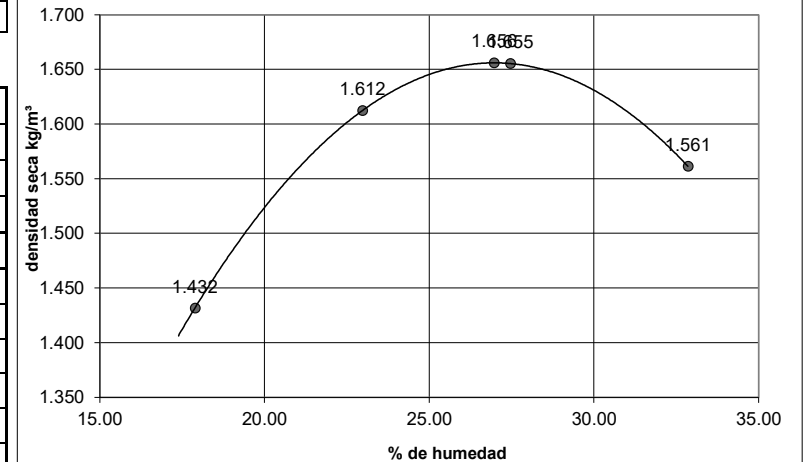
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	5859	6133	6251	6218
MASA SUELO HUMEDO (gr)	1.688	1.983	2.110	2.074
DENSIDAD SECA	<b>1.432</b>	<b>1.612</b>	<b>1.655</b>	<b>1.561</b>

#### % DE HUMEDAD

TARRO N°	L60	L52	L22	O14	L64	102	L34	L14
PESO HÚMEDO + TARRO (gr)	68.30	66.70	66.50	67.60	68.40	64.80	63.60	65.10
PESO SECO + TARRO (gr)	60.40	59.00	57.00	58.10	57.10	54.40	51.90	53.16
PESO TARRO (gr)	16.10	16.10	16.10	16.30	16.20	16.30	16.10	17.00
% DE HUMEDAD	17.83	17.95	23.23	22.73	27.63	27.30	32.68	33.02
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>17.89</b>		<b>22.98</b>		<b>27.46</b>		<b>32.85</b>	

#### DENSIDAD vs. HUMEDAD



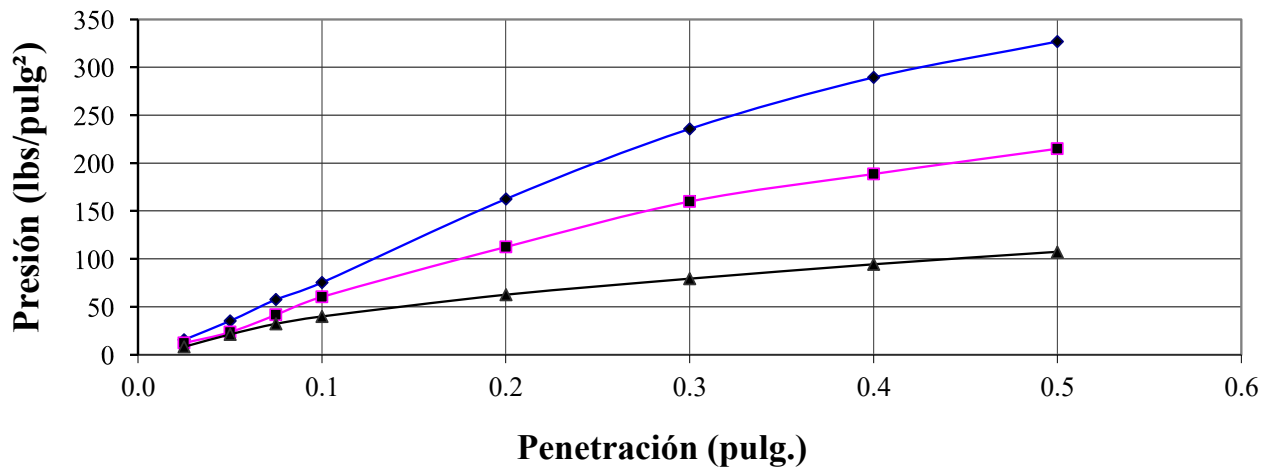
**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito      **CALICATA :** 8B  
**PERFOR :** Km. 8+000      **PROFUND. :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21      **OPERADOR :** e.m.

AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		4			5			6					
No. DE CAPAS		5			5			5					
No. DE GOPES POR CAPA		56			25			11					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	11518		11766		11241		11476		11065		11567	
PESO MOLDE	g	7070		7070		7058		7058		7149		7149	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4448		4696		4183		4418		3916		4418	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2327		2404.66		2331		2400.25		2325		2391.80	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.911		1.953		1.795		1.841		1.684		1.847	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.638		1.500		1.541		1.391		1.445		1.378	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	392	370	392	370	150	260	150	260	140	128	140	128
PESO DE LA CAPSULA	g	7.51	7.38	7.51	7.38	7.82	7.85	7.82	7.85	7.54	7.30	7.54	7.30
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	63.71	64.48	65.48	75.15	64.81	65.23	63.90	70.42	63.88	63.92	81.44	78.65
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	55.66	56.31	52.05	59.44	56.79	57.12	50.21	55.13	55.89	55.89	62.88	60.34
HUMEDAD	%	16.72	16.70	30.15	30.18	16.38	16.46	32.30	32.34	16.53	16.53	33.54	34.52
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.71		30.16		16.42		32.32		16.53		34.03	
DATOS DE ESPONJAMIENTO													
FECHA	TIEMPO	MOL. Nº 4		H (cm) = 12.71		MOL. Nº 5		H (cm) = 12.74		MOL. Nº 6		H (cm) = 12.73	
HORAS	EN DIAS	DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO	
	0	41	0	0.82	43	33	0.86	48	0	0.96			
	1	159	118	3.18	143	39	2.85	128	80	2.55			
	2	165	124	3.30	147	39	2.93	142	94	2.83			
		167	126	3.34	149	106	2.97	144	96	2.87			
DATOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	
	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0.025		47	15.67		37	12.33		25	8.33		25	8.33	
0.050		106	35.33		71	23.67		64	21.33		64	21.33	
0.075		173	57.67		125	41.67		97	32.33		97	32.33	
0.100	1000	226	75.33	7.5	181	60.33	6.0	120	40.00	4.0	120	40.00	4.0
0.200	1500	488	162.67	10.8	338	112.67	7.5	188	62.67	4.2	188	62.67	4.2
0.300		707	235.67		480	160.00		238	79.33		238	79.33	
0.400		868	289.33		566	188.67		283	94.33		283	94.33	
0.500		980	326.67		645	215.00		322	107.33		322	107.33	

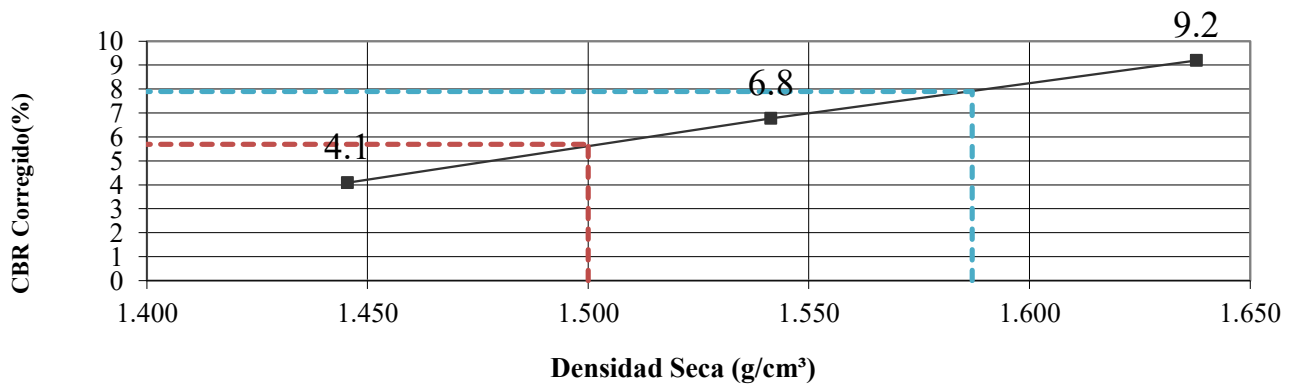


**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICAS  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF. :** Km. 8+000 **MUESTRA :** 8B  
**FECHA :** SEP.21 **PROFUND. :** 1.50 m.  
**OPERADOR :** e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CALCULO		
90	MAX. DEN.*0.9	1.5039	5.7
95	MAX. DEN.*0.95	1.58745	7.9

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZACIÓN** : PARROQUI PACTO DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
**CALICATA** : 8+000

**MUESTRA** : 8B  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : 20/09/2021  
**ABSCISA** : 8+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.671 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 17.74%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
 A.A.S.H.T.O. T180  
 CLASE

MOLDE # 2 Pav.	PESO	4161 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	942 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIAMETRO	4 pulgadas

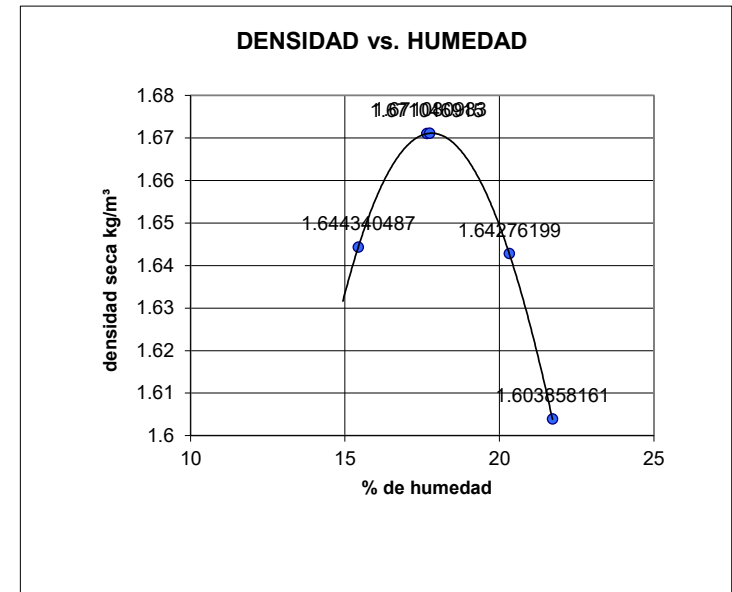
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5949	6013	6023	6000
DENSIDAD HUMEDA	1.898	1.966	1.977	1.952
DENSIDAD SECA	1.644	1.671	1.643	1.604

#### % DE HUMEDAD

TARRO N°	158	2	156	911	412	521	158	300
PESO HUMEDO +TARRO	54.14	54.33	61.17	61.88	57.08	57.68	47.97	47.90
PESO SECO +TARRO	47.89	48.11	52.96	53.82	48.68	49.17	40.68	40.78
PESO TARRO	7.23	7.96	6.97	7.64	7.35	7.30	7.23	7.89
% DE HUMEDAD	15.37	15.49	17.85	17.45	20.32	20.32	21.79	21.65
PROMEDIO % HUMEDAD	15.43		17.65		20.32		21.72	

**OBSERVACIONES:** Limo café



**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ. :** PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
**PERFOR :** 9+000 **MUESTRA :** 9B  
**FECHA :** SEPTIEMBRE/2021 **PROFUND. :** 1.50 m.  
**ABSCISA :** 9+000

AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		20			21			22					
No. DE CAPAS		5			5			5					
No. DE GOPES POR CAPA		56			25			11					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	11562		11859		11387		11804		11178		11697	
PESO MOLDE	g	7275		7275		7217		7217		7230		7230	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4287		4584		4170		4587		3948		4467	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2313		2459.88		2319		2454.89		2311		2445.82	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.853		1.864		1.798		1.869		1.708		1.826	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.596		1.456		1.548		1.439		1.471		1.388	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	791	103	290	519	186	627	102	232	45	415	22	182
PESO DE LA CAPSULA	g	7.36	5.62	7.80	7.28	7.44	7.77	7.90	7.56	5.67	7.75	7.75	7.62
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	64.92	63.42	66.90	65.19	69.41	61.45	61.94	61.63	58.59	59.71	64.58	61.06
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	56.92	55.41	53.65	52.85	60.76	53.98	49.54	49.18	51.22	52.52	50.88	48.26
HUMEDAD	%	16.14	16.09	28.90	27.08	16.22	16.17	29.78	29.91	16.18	16.06	31.76	31.50
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.11		27.99		16.19		29.85		16.12		31.63	

## DATOS DE ESPONJAMIENTO

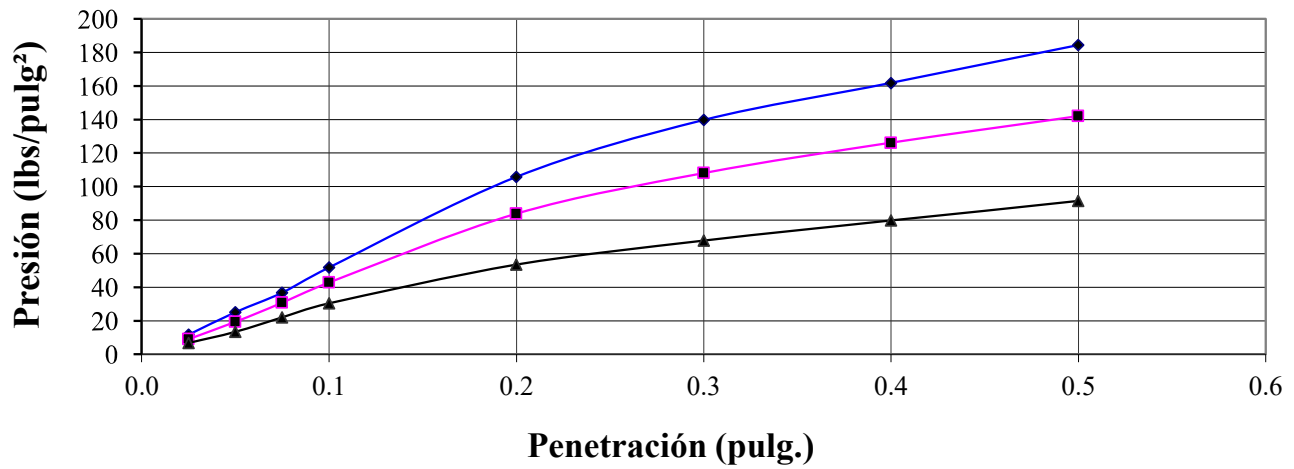
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 20		H (cm) = 12.68	MOL. Nº 21		H (cm) = 12.7	MOL. Nº 22		H (cm) = 12.67
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO			
	0	40	0	0.80	38	33	0.76	48	0	0.96
	1	255	215	5.11	266	39	5.32	282	234	5.65
	2	301	261	6.03	289	39	5.78	285	237	5.71
	3	312	272	6.25	292	254	5.84	290	242	5.81
	4	317	277	6.35	293	255	5.86	291	243	5.83

## DATOS DE PENETRACIÓN

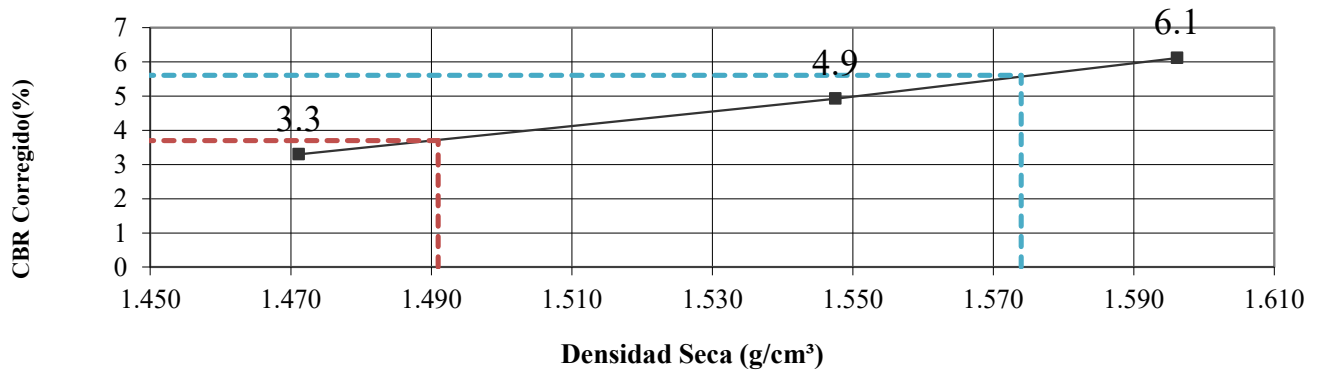
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 20			MOLDE Nº 21			MOLDE Nº 22		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0		0	0		0	0		0	0	
0.025		35	11.67		27	9.00		20	6.67	
0.050		75	25.00		58	19.33		40	13.33	
0.075		110	36.67		92	30.67		66	22.00	
0.100	1000	155	51.67	5.2	128	42.67	4.3	91	30.33	3.0
0.200	1500	317	105.67	7.0	251	83.67	5.6	160	53.33	3.6
0.300		419	139.67		324	108.00		203	67.67	
0.400		485	161.67		378	126.00		239	79.67	
0.500		553	184.33		426	142.00		274	91.33	

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTUTA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : PARROQUIA PACTO - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
**PERF.** : 9+000 **MUESTRA** : 9  
**FECHA** : SEPTIEMBRE/2021 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**ABSCISA** : 9+000

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR
	CÁLCULO	MAXIMA DENSIDAD	%
90	MAX. DEN.*0.9	1.4913	3.7
95	MAX. DEN.*0.95	1.5742	5.6

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO - EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZACIÓN** : PARROQUI PACTO DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
**CALICATA** : 9

**MUESTRA** : 9  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : 17/09/2021  
**ABSCISA** : 9+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.657 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 16.78%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
 A.A.S.H.T.O. T180  
 CLASE

<b>MOLDE # 2 Pav.</b>	<b>PESO</b>	4161 gramos
<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	942 cm <sup>3</sup> .
<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	4 pulgadas

#### DENSIDAD

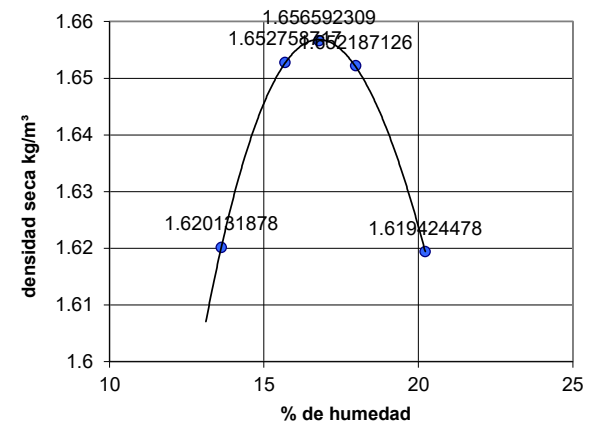
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5895	5962	5997	5995
DENSIDAD HÚMEDA	1.841	1.912	1.949	1.947
DENSIDAD SECA	1.620	1.653	1.652	1.619

#### % DE HUMEDAD

TARRO N°	106	356	129	216	217	112	44	167
PESO HÚMEDO +TARRO	47.57	47.83	56.58	56.73	57.61	57.66	55.83	55.34
PESO SECO +TARRO	42.80	42.95	49.99	50.04	50.05	49.99	47.77	47.25
PESO TARRO	7.43	7.46	7.87	7.46	7.21	8.05	7.76	7.40
% DE HUMEDAD	13.49	13.75	15.65	15.71	17.65	18.29	20.14	20.30
PROMEDIO % HUMEDAD	13.62		15.68		17.97		20.22	

**OBSERVACIONES:** Limo café

#### DENSIDAD vs. HUMEDAD

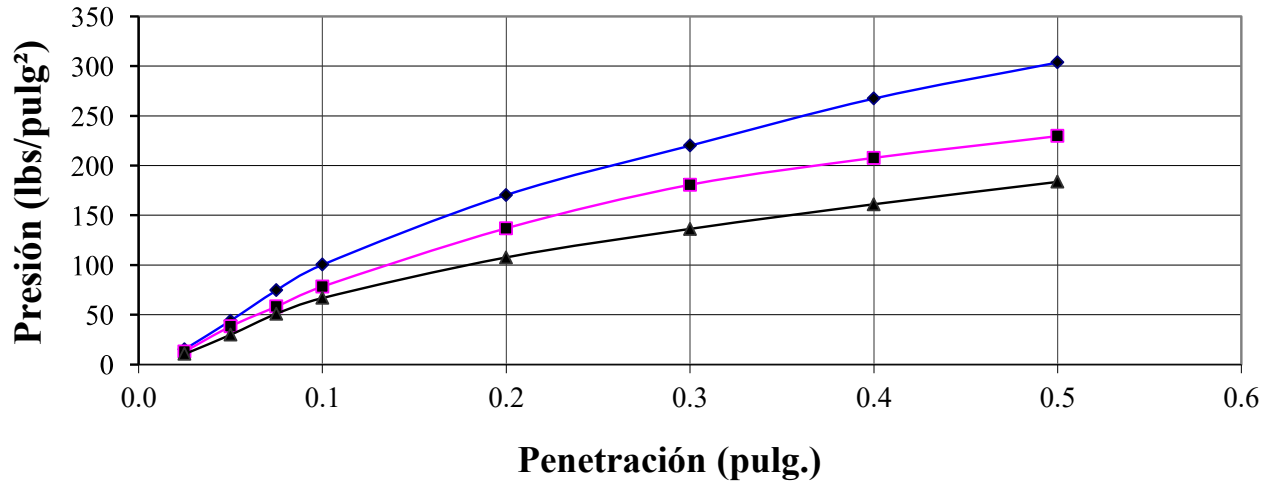


**PROYECTO :** PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ. :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito **CALICATA :** 10B  
**PERFOR :** Km. 10+000 **PROFUND. :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21 **OPERADOR :** e.m.

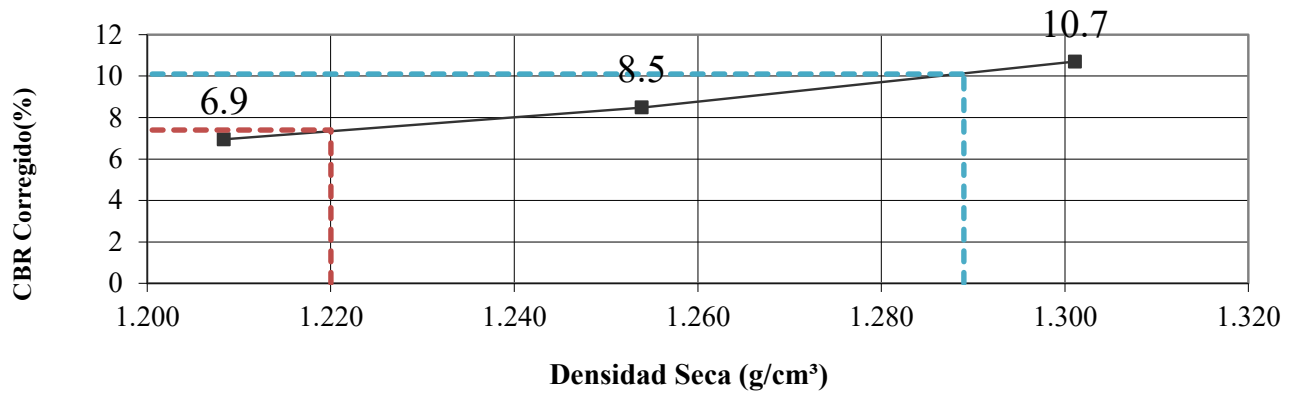
AASHTO - T193		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )						ASTM - D 1883					
MOLDE NUMERO		36			37			38					
No. DE CAPAS		5			5			5					
No. DE GOPES POR CAPA		56			25			11					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.		ANTES DE SAT.		DESPUES DE SAT.	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	g	9756		9989		9622		9912		9488		9889	
PESO MOLDE	g	6000		6000		6001		6001		6000		6000	
PESO MUESTRA HUMEDA	g	3756		3989		3621		3911		3488		3889	
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2268		2319.53		2269		2331.09		2268		2326.90	
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>	1.656		1.720		1.596		1.678		1.538		1.671	
PESO UNITARIO SECO	g/cm <sup>3</sup>	1.301		1.217		1.254		1.163		1.208		1.120	
CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
CAPSULA	Nº	130	192	237	171	313	145	189	128	154	649	271	170
PESO DE LA CAPSULA	g	7.53	7.61	7.92	7.70	7.79	6.97	8.22	7.99	7.27	7.62	7.37	6.91
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	55.72	55.85	53.23	53.66	55.43	55.79	53.62	53.80	55.65	55.51	53.68	53.61
PESO DE MUESTRA SECA + CAP.	g	45.39	45.51	40.00	40.21	45.22	45.33	39.71	39.74	45.28	45.25	38.41	38.19
HUMEDAD	%	27.28	27.28	41.24	41.37	27.28	27.27	44.17	44.28	27.28	27.27	49.19	49.30
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	27.28		41.31		27.27		44.23		27.27		49.25	
DATOS DE ESPONJAMIENTO													
FECHA HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. Nº 36		H (cm) = 12.52		MOL. Nº 37		H (cm) = 12.53		MOL. Nº 38		H (cm) = 12.52	
		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO		DIAL		ESPONJAMIENTO	
	0	37	0	0.75	36	0	0.73	35	0	0.71			
	1	102	65	2.07	127	91	2.57	118	83	2.39			
	2	110	8	2.23	132	5	2.68	124	6	2.52			
	3	112	2	2.27	135	3	2.74	128	4	2.60			
DATOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE Nº 36				MOLDE Nº 37				MOLDE Nº 38			
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	
		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		DIAL	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	
0		0	0		0	0		0	0				
0.025		46	15.33		39	13.00		32	10.67				
0.050		132	44.00		115	38.33		90	30.00				
0.075		224	74.67		175	58.33		153	51.00				
0.100	1000	301	100.33	10.0	235	78.33	7.8	201	67.00	6.7			
0.200	1500	511	170.33	11.4	411	137.00	9.1	323	107.67	7.2			
0.300		660	220.00		542	180.67		409	136.33				
0.400		802	267.33		623	207.67		483	161.00				
0.500		911	303.67		689	229.67		551	183.67				

**PROYECTO** : PAVIMENTO ASFALTICO PACTO EL PARAISO  
**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.** : Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PERF.** Km. 10+000 **MUESTRA** : 10B  
**FECHA** sep-21 **PROFUND.** : 1.50 m.  
**OPERADOR** : e.m.

### PRESIÓN - PENETRACIÓN



### CBR CORREGIDO - DENSIDAD SECA



VALOR CBR			
% DE COMPACTACIÓN	MAXIMA DENSIDAD		CBR %
	CÁLCULO	MAX. DEN.	
90	MAX. DEN.*0.9	1.2212	7.4
95	MAX. DEN.*0.95	1.2890	10.1

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO :** PAVIMENRO ASFALTICO PACTO EL PARISO  
**OBRA :** DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ASFALTICA  
**LOCALIZ.- :** Parroquia Pacto Distrito Metropolitano de Quito  
**PER.- :** 10+000

**MUESTRA :** 10B  
**PROFUNDIDAD :** 1.50 m.  
**FECHA :** sep-21  
**ABSCISA :** 10+000

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

**MÁXIMA DENSIDAD:** 1.357 kg/m<sup>3</sup>.  
**OPTIMA HUMEDAD:** 27.72%

**MÉTODO DEL ENSAYO**  
 A.A.S.H.T.O. T180  
 CLASE

MOLDE # 2 Pav.	PESO	4108 gramos
# DE CAPAS: 5	VOLUMEN	942 cm <sup>3</sup> .
# DE GOLPES: 25	DIÁMETRO	4 pulgadas

### DENSIDAD

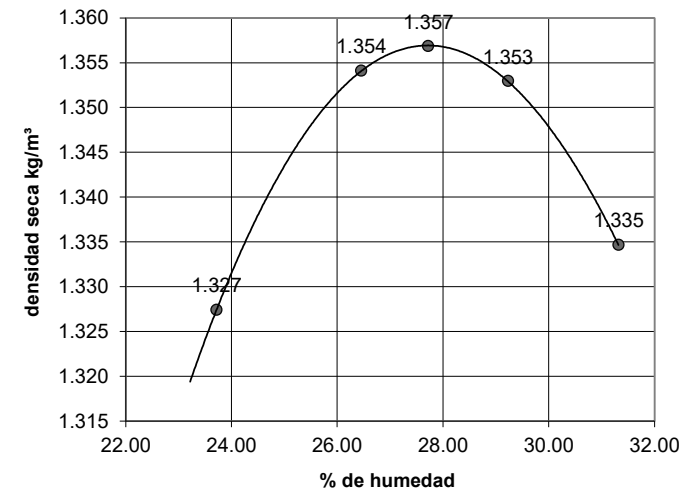
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5655	5721	5755	5759
DENSIDAD HÚMEDA	1.642	1.712	1.748	1.753
DENSIDAD SECA	1.327	1.354	1.353	1.335

### % DE HUMEDAD

TARRO N°	122	26	171	145	154	171	125	136
PESO HÚMEDO +TARRO	54.68	54.67	54.20	54.01	55.45	55.32	55.42	55.39
PESO SECO +TARRO	45.76	45.64	44.66	44.17	44.55	44.55	43.92	43.88
PESO TARRO	8.26	7.46	8.59	6.98	7.26	7.70	7.22	7.11
% DE HUMEDAD	23.79	23.65	26.45	26.46	29.23	29.23	31.34	31.30
PROMEDIO % HUMEDAD	23.72		26.45		29.23		31.32	

**OBSERVACIONES:**

### DENSIDAD vs. HUMEDAD





## **ANEXO D**

### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**