



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

---

---

ANÁLISIS DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LLIGO –TAHUAICHA–  
SAN JORGE DEL CANTÓN PATATE Y SU RELACIÓN EN LA CALIDAD DE  
VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR.

---

---

**AUTOR:**

Angel Roberto Caiza Chicaíza

**TUTOR:**

Ing. MSc. Iban Mariño

Ambato - Ecuador

2011

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema **ANÁLISIS DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LLIGO-TAHUAICHA-SAN JORGE DEL CANTÓN PATATE Y SU RELACIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR**, del Sr. Angel Roberto Caiza Chicaíza egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo.

Ambato, mayo 30 de 2011

.....  
Ing. MSc. Iban Mariño

**TUTOR**

## **AUTORÍA**

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación: “**ANÁLISIS DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LLIGO-TAHUAICHA-SAN JORGE DEL CANTÓN PATATE Y SU RELACIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR.**”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, mayo 30 de 2011

.....  
Egdo. Angel Roberto Caiza Chicaíza  
C.I. 180398806-0

**AUTOR**

## DEDICATORIA

“Dedicado a mi familia, a mis padres Angel y Piedad quienes con mucho esfuerzo y sacrificio me brindaron la oportunidad de superarme y ahora con la satisfacción del deber cumplido puedo decirles que estaré eternamente agradecido por todo.

El sentirse respaldado por las personas que te quieren en todo momento es lo que te mantiene de pie y con ganas de no darte por vencido, eso y más se lo debo a mis hermanas Rocío, Rebeca, Alicia y Marisol, siempre las tendré en un lugar muy especial en mi corazón.

Cuando el camino se hace cuesta arriba y las cosas andan mal, los amigos siempre están ahí para brindar su apoyo, ánimo y consejos, gracias por estar ahí Oscar (Bal.), Gonzalo (pichi), Diego Mauricio (Mano), Fabián (Matu) y Fernando (Zura). Y con todas aquellas personas que de una u otra manera compartimos momentos buenos y malos en nuestra vida universitaria.

A mis abuelitos Zoila y Leandro que aunque no se encuentran más con nosotros sé que se hubieran sentido muy contentos y orgullosos de este logro.”

*Roberto C.*

## AGRADECIMIENTO

“Estoy agradecido con Jehová Dios que por su bondad amorosa me ha permitido disfrutar y culminar con éxito esta etapa de mi vida.”.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que desde sus aulas ha forjado en mí un espíritu de superación y compañerismo.

Al Ingeniero Ibán Mariño por guiarme con sus conocimientos durante el desarrollo de éste trabajo de tesis, sin duda le estaré muy agradecido por ser mi tutor.

A mi papá Angel que me enseñó a valorar y aprovechar las oportunidades que da la vida, a Piedad mi mamá quién con su cariño y apoyo incondicional siempre estuvo a mi lado para alegrarme en momentos difíciles.

A mis hermanas por la confianza que depositaron en mí siempre, a mis amigos que con sus ocurrencias hicieron que los años en la U, fueran entretenidos y divertidos.

No hay palabras para describir lo agradecido que estoy con todas aquellas personas que creyeron en mí, para todas gracias.

*Roberto C.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
Página de Portada.....	I
Página de Aprobación por el Tutor.....	II
Página de Autoría de la Tesis.....	III
Página de Dedicatoria.....	IV
Página de Agradecimiento.....	V
Índice General.....	VI
Índice de Tablas y Gráficos.....	XII
Resumen Ejecutivo.....	XIV
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Interrogantes (Subproblemas).....	4
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.2.6.1 Delimitación espacial.....	4
1.2.6.2 Delimitación temporal.....	4
1.2.6.3 Delimitación de contenido.....	5
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos.....	6

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes investigativos.....	7
2.2 Fundamentación filosófica.....	8
2.3 Fundamentación legal.....	8
2.4 Categorías fundamentales.....	9
2.4.1 Supraordinación de las variables.....	9
2.4.2 Definiciones.....	9
2.4.2.1 Pavimentos.....	9
2.4.2.1.1 Factores que afectan el diseño y comportamiento de los pavimentos.	11
2.4.2.2 Clasificación de los pavimentos.....	13
2.4.2.3 Subrasante.....	17
2.4.2.4 Investigación del suelo.....	18
2.4.2.5 Recolección de muestras de suelo en el terreno.....	19
2.4.2.6 Ensayos de laboratorio.....	21
2.4.2.7 El tráfico.....	28
2.4.2.8 Tipos de vehículo.....	31
2.4.2.9 Clasificación de las carreteras en nuestro país.....	32
2.4.2.10 Secciones transversales.....	33
2.4.2.11 Inventario vial.....	35
2.5 Hipótesis.....	35
2.5.1 Hipótesis de trabajo.....	35
2.6 Señalamiento de variables.....	36
2.6.1 Variable Independiente.....	36
2.6.2 Variable Dependiente.....	36

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1 Modalidad básica de la investigación.....	37
3.1.1 Enfoque.....	37
3.1.2 Modalidad.....	37

3.2 Nivel o tipo de investigación.....	38
3.3 Población y muestra.....	39
3.3.1 Población o universo.....	39
3.3.2 Muestra.....	40
3.4 Operacionalización de variables.....	41
3.4.1 Variable independiente.....	41
3.4.2 Variable dependiente.....	42
3.5 Plan de recolección de información.....	42
3.6 Plan de procesamiento de la información.....	43

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Análisis de resultados.....	44
4.1.1 Encuesta.....	44
4.1.2 Inventario vial.....	49
4.1.3 Tráfico.....	50
4.1.3.1 Tráfico actual.....	50
4.1.3.2 Tráfico futuro.....	51
4.1.3.3 Tráfico proyectado.....	51
4.1.4 Estudio de suelos.....	52
4.1.4.1 Contenido de humedad.....	53
4.1.4.2 Análisis granulométrico.....	53
4.1.4.3 Límites de consistencia.....	54
4.1.4.4 Capacidad de soporte o CBR.....	54
4.2 Interpretación de datos.....	55
4.2.1 Encuesta.....	55
4.2.2 Inventario vial.....	56
4.2.3 Tráfico.....	56
4.2.3.1 Tráfico actual.....	56
4.2.3.2 Tráfico futuro.....	57
4.2.3.3 Tráfico proyectado.....	57

4.2.4 Estudio de suelos.....	57
4.2.4.1 Contenido de humedad.....	57
4.2.4.2 Análisis granulométrico.....	58
4.2.4.3 Límites de consistencia.....	58
4.2.4.4 Capacidad de soporte o CBR.....	58
4.3 Verificación de hipótesis.....	58

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	60

## **CAPÍTULO VI. PROPUESTA**

6.1 Datos informativos.....	61
6.1.1 Beneficiarios.....	61
6.1.2 Ubicación.....	63
6.1.3 Características de la zona.....	64
6.1.3.1 Infraestructura vial.....	64
6.1.3.2 Clima.....	66
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	67
6.3 Justificación.....	68
6.4 Objetivos.....	69
6.4.1 General.....	69
6.4.2 Específicos.....	69
6.5 Análisis de factibilidad.....	69
6.6 Fundamentación.....	70
6.7 Metodología. Modelo operativo.....	71
6.7.1 Diseño de Pavimento Flexible Método AASHTO 93.....	71
6.7.1.1 Cálculo de Tráfico.....	71
6.7.1.1.1 Tráfico actual.....	71

6.7.1.1.2 Tráfico futuro.....	72
6.7.1.1.3 Tráfico proyectado.....	73
6.7.1.1.4 Número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton. ( $W_{18}$ ).....	75
6.7.1.2 Datos iniciales para establecer el diseño.....	77
6.7.1.2.1 Desempeño del pavimento y propiedades de la subrasante.....	77
6.7.1.2.2 Características de los materiales.....	78
6.7.1.2.3 Coeficientes de drenaje de capa ( $m_2$ , $m_3$ ).....	83
6.7.1.3 Diseño de la estructura de pavimento.....	84
6.7.2 Presupuesto referencial.....	89
6.7.3 Cronograma valorado de trabajo.....	90
6.8 Administración.....	91
6.8.1 Recursos Económicos.....	91
6.8.2 Recursos Técnicos.....	91
6.8.1 Recursos Administrativos.....	91
6.9 Previsión de la Evaluación.....	91
6.9.1 Conformación de la estructura de pavimento.....	91
6.9.1.1 Bacheo de empedrado.....	92
6.9.1.2 Capa base de material granular.....	92
6.9.1.3 Capa de rodadura.....	94
6.9.2 Parámetros generales para la evaluación.....	98
6.9.3 Estudio de impacto ambiental.....	102
6.9.3.1 Características ambientales de Lligo, Tahuacha y San Jorge.....	102
6.9.3.1.1 Medio abiótico.....	102
6.9.3.1.2 Medio biótico.....	104
6.9.3.1.3 Medio Social.....	104
6.9.3.2 Descripción del proyecto.....	105
6.9.3.3 Identificación y evaluación de impactos.....	105
6.9.3.4 Cuantificación de impactos ambientales.....	107

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

### 1. Bibliografía

### 2. Anexos

Anexo 1. Valores recomendados del MTOP 2003.

Anexo 1.2 Inventario vial.

Anexo 1.3 Fotografías.

Anexo 2. Conteo vehicular.

Anexo 3. Estudio de suelos.

Anexo 4. Método AASHTO 93. Diseño de pavimentos flexibles

Anexo 5. Estudio de Impacto Ambiental.

Anexo 6. Precios Unitarios.

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA #	PÁG.
2.1 Tamices estándar.....	22
2.2 Especificaciones del Método Próctor Modificado.....	26
2.3 Relación Esfuerzo- Deformación para la muestra patrón.....	27
2.4 Tasas de crecimiento del Tráfico.....	31
2.5 Tipos de vehículo.....	31
2.6 Clasificación de Carreteras.....	33
2.7 Valores recomendados para anchos de calzada.....	34
3.1 Número de vehículos (Población 2).....	40
3.2 Operacionalización de la variable independiente.....	41
3.3 Operacionalización de la variable dependiente.....	42
4.1 Tráfico Futuro.....	51
4.2 Ubicación de Pozos a Cielo Abierto.....	52
4.3 Clasificación del suelo .....	53
4.4 Valores del LL del suelo.....	54
4.5 Valores CBR de la vía.....	54
4.6 Interpretación de datos de la Encuesta.....	55
6.1 Beneficiarios Directos.....	62
6.2 Beneficiarios Indirectos.....	62
6.3 Ubicación del proyecto según coordenadas.....	63
6.4 Espesor del empedrado- calles pequeñas desarrollo turístico campestre...	65
6.5 Resumen del Clima: Estación Patate.....	66
6.6 Hora pico día - Lunes 1 de febrero 2010.....	71
6.7 Tráfico Promedio.....	72
6.8 Tráfico proyectado a 20 años.....	74
6.9 Factores de Daño (FD).....	75
6.10 Número de Ejes Simples Equivalentes de 8.2 Ton. ( $W_{18}$ ).....	76
6.11 Coeficientes de la Carpeta Asfáltica (a1).....	80
6.12 Coeficientes de la Capa Base (a2).....	81
6.13 Calidad del drenaje.....	83
6.14 Valores recomendados para m2 y m3.....	83
6.15 Valores mínimos $D_1$ , $D_2$ en función del tráfico $W_{18}$ .....	86
6.16 Presupuesto Referencial.....	89
6.17 Requisitos para cementos asfálticos.....	96
6.18 Factores del Medio Ambiente.....	102
6.19 Identificación de principales impactos – Etapa de construcción.....	106
6.20a Identificación de principales impactos – Etapa de operación.....	106
6.20b Identificación de principales impactos – Etapa de operación.....	107

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO #	PÁG.
1.1 Orden Jerárquico.....	5
2.1 Supraordinación de las variables.....	9
2.2 Pavimento Flexible.....	13
2.3 Pavimento Rígido.....	14
2.4 Fenómeno de Bombeo.....	15
2.5 Pavimento Semi-rígido.....	16
2.6 Pavimento Articulado.....	16
2.7 PCA para investigación vial.....	20
2.8 Clasificación de suelos Sistema SUCS.....	23
2.9 Esquema de los estados de consistencia.....	23
2.10 Curva de escurrimiento.....	24
2.11 Curva típica del ensayo de compactación.....	25
2.12 Curva de la Hora Pico.....	29
2.13 Sección transversal típica pavimentada en recta.....	34
4.1 Datos pregunta N° 1.....	44
4.2 Datos pregunta N° 2.....	45
4.3 Datos pregunta N° 3.....	45
4.4 Datos pregunta N° 4.....	46
4.5 Datos pregunta N° 5.....	46
4.6 Datos pregunta N° 6.....	47
4.7 Datos pregunta N° 7.....	47
4.8 Datos pregunta N° 8.....	48
4.9 Datos pregunta N° 9.....	48
4.10 Datos pregunta N° 10.....	49
4.11 T.P.D.S – primera semana de febrero.....	50
4.12 Proyección del Tráfico.....	52
4.13 Variación de humedad en la vía.....	53
4.14 TPDS – Desglose.....	56
4.15 Tráfico Futuro.....	57
6.1 Representación de los sectores directamente beneficiados.....	62
6.2 Representación de los sectores indirectamente beneficiados.....	62
6.3 Ubicación del proyecto en el mapa cantonal.....	63
6.4 Pavimento tipo empedrado.....	64
6.5 Transcurso de Precipitación Mensual (%). Estación Patate.....	67
6.6 Variación del coeficiente de la carpeta asfáltica $a_1$ .....	79
6.7 Variación del coeficiente de la capa base $a_2$ .....	81
6.8 Variación del coeficiente de la capa sub base $a_3$ .....	82
6.9 Cálculo del SN – Programa Ecuación AASHTO 93.....	85
6.10 Estructura del pavimento para la vía en estudio.....	87
6.11 Cronograma valorado de trabajo.....	90
6.12 Programa WESLEA- Información Estructural.....	100
6.13 Programa WESLEA- Cargas.....	100
6.14 Programa WESLEA- Resultados.....	101

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Al ser la vialidad el eje motor del desarrollo, con cada proyecto se impulsa a que los habitantes lideren su propio cambio generando mayores oportunidades en varias áreas como; agricultura, producción, turismo, ganadería entre otras. El presente trabajo de investigación asocia aquello por tal razón, la tendencia turística y agropecuaria del cantón Patate hace necesaria la adecuación y mejoramiento de sus vías, tal es el caso de la vía de acceso a las comunidades de Lligo, Tahuaicha y San Jorge.

Para mejorar el estado de la capa de rodadura y crear un eje de transferencia comercial, cómodo, rápido y sobre todo seguro, que integre a estas comunidades con el centro de Patate se realizó el diseño del pavimento. El método AASHTO 93 fue utilizado para el diseño, éste considera el desempeño estructural y funcional del pavimento, el tránsito, propiedades de la subrasante, característica de resistencia de los materiales y el efecto del drenaje sobre el funcionamiento del pavimento. En el diseño del pavimento se consideró que la capa de rodadura existente (empedrado) por sus características mecánicas funcione como sub-base para la nueva estructura de pavimento, ajustándose esto a la realidad de nuestras vías.

En el primer capítulo se plantea el problema, mientras que el último capítulo abarca el diseño del pavimento y el análisis de la resistencia a esfuerzos repetitivos producidos por los ejes equivalentes acumulados ( $W_{18}$ ) en la estructura durante el periodo de diseño adoptado.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA:**

**ANÁLISIS DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LLIGO –  
TAHUAICHA – SAN JORGE DEL CANTÓN PATATE Y SU RELACIÓN  
EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR.**

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización**

El sistema vial nacional se halla en un crítico estado de deterioro, la temporada invernal en diferentes lugares del país acompañado de planes de mantenimiento vial que no son creados o aplicados ocasionan el colapso de vías, en la región sierra se trata de resolver el problema vial mediante la recuperación de la red vial.

Esta recuperación y adecuación de vías que permanecían olvidadas incentiva al sector agrícola. Una de las prioridades del trabajo conjunto de los Consejos Provinciales, Municipalidades y participación ciudadana se orienta a mejorar los principales ejes viales, a través de planes de rehabilitación y mantenimiento vial, a fin de convertir a la red de carreteras y caminos vecinales no solo en un medio de circulación sino en el eje motor del desarrollo, generando mayores oportunidades

en: producción, turismo, ganadería, agricultura entre otras, constituyéndose de esta forma en un aporte fundamental al desarrollo económico de la provincia.

El Cantón Patate no es la excepción en el mal estado del sistema vial, existen vías en mal estado que conforman el anillo vial disminuyendo la accesibilidad a las propiedades agrícolas y a centros poblados, tal es el caso de la vía que une los sectores de Lligo, Tahuaicha y San Jorge.

La capa de rodadura de este tipo de vías varía entre lastre que sufre socavación por la circulación de transporte pesado y empedrado en las principales vías de comunicación, en este último su deterioro se debe a inadecuadas o inexistentes políticas de mantenimiento vial, ya que confiando en las bondades de los empedrados se exponen a estos caminos a vehículos sobrecargados o a volúmenes vehiculares excesivos que provocan un deterioro de forma acelerada.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

La vía forma parte del anillo vial interparroquial, las comunidades aledañas a la vía son Lligo, Tahuaicha y San Jorge éstas no disponen de transporte público al igual que el resto de comunidades en el cantón, las camionetas son las que brindan este servicio, recorren estas zonas a determinadas horas del día, repletos con pasajeros, víveres, ganado y otros, ofreciendo poca o ninguna seguridad para los pasajeros debido al mal estado de la capa de rodadura actual en la vía.

La capa de rodadura de la vía en estudio es el empedrado en el tramo inicial y de lastre al finalizar el recorrido, el deterioro de cunetas se da al construirlos de manera empírica ya sea por necesidad o el desconocimiento de técnicas de construcción y quizá la causa más importante la falta de mantenimiento adecuado para el normal funcionamiento de este elemento de drenaje.

Debido al incremento de sembríos, los agricultores se han visto en la necesidad de construir pasos de agua provisionales en terrenos aledaños a la vía, esto hace que

el agua que utilizan para el riego se desborde y circule libremente sobre la calzada de la vía, perjudicando a su estabilidad y a los mismos agricultores que necesitan transportar sus productos en buen estado.

El notable crecimiento poblacional en los sectores antes mencionados en especial San Jorge que es una de las comunidades más pobladas de la parroquia La Matriz, crea la necesidad de mejorar las condiciones de la vía de acceso, ya que éstas perjudican a la libre circulación vehicular como peatonal.

En lo vehicular el desgaste de neumáticos y daños mecánicos ocurre por la presencia de baches, sin olvidar la incidencia en el tiempo de recorrido y referente a lo peatonal la generación de polvo producida por los vehículos causan afección a la salud e incomodidad por la falta de zonas peatonales.

Es difícil cambiar este sistema de transporte adoptado por el cantón, siendo necesario proporcionarles de una vía en buenas condiciones que brinde seguridad, comodidad y así mejorar la calidad de vida en la zona.

### **1.2.3 Prognosis**

En el caso de no llevarse a cabo el proyecto vial, los agricultores seguirán comercializando sus productos con dificultad, por ende el precio por concepto de transporte será cada vez mayor. Los habitantes de los sectores involucrados en especial los niños continuarán trasladándose en camionetas de manera insegura desde o hacia sus hogares o centros de aprendizaje, sean éstos dentro o fuera del cantón.

Las condiciones sociales no podrán dar un cambio positivo en el traslado de personas pues seguirá tomando demasiado tiempo de recorrido desde sus hogares al centro poblado de Patate debido a las malas condiciones de la vía y en cuánto al desarrollo del sector agrícola, la zona se verá afectada en la implementación de procesos de tecnificación y maquinaria nueva para la agricultura es decir

maquinaria de mayor capacidad y tamaño, ésto no brindará un verdadero impulso agrícola ya que al contar con una estructura vial deteriorada no resistirá cargas elevadas de tránsito llevándola a su destrucción dificultando el acceso a campos de cultivo, hogares, etc.

#### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Cómo afecta a la calidad de vida de los habitantes de Lligo–Tahuaicha–San Jorge del Cantón Patate el estado de la capa de rodadura de la vía?

#### **1.2.5 Interrogantes (Subproblemas)**

- ¿Cuál es el estado actual de la capa de rodadura y de los elementos de drenaje?
- ¿Cuál es el trazado geométrico de la vía?
- ¿Cómo afectan al estado de la vía las condiciones ambientales del sector?
- ¿Cómo determinar la calidad y capacidad de soporte de la subrasante?
- ¿Qué volumen vehicular circula por la vía?

#### **1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación**

##### **1.2.6.1 Delimitación Espacial**

Esta vía forma parte del anillo vial interparroquial que comunica a los sectores de Lligo–Tahuaicha–San Jorge con el centro poblado de Patate, en la Provincia de Tungurahua.

##### **1.2.6.2 Delimitación Temporal**

El tiempo de estudio de la vía se proyectó a seis meses iniciando desde Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre 2010.

### 1.2.6.3 Delimitación De Contenido

El tema del proyecto se encuentra enmarcado dentro de lo siguiente:



Gráfico 1.1 Orden Jerárquico

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

Debe señalarse que en los últimos años el Gobierno Municipal de Patate se ha propuesto impulsar por medio de la capacitación y asistencia técnica al sector agropecuario, conllevando a una demanda de servicios agro-turísticos de sitios potencialmente ecológicos, turísticos y agrícolas sin explotar que la mayoría de comunidades patateñas poseen, uno de los aspectos para satisfacer esta demanda es el mejoramiento de las vías de comunicación inter comunidades.

Sin duda el mal estado de la capa de rodadura de la vía Lligo-Tahuaicha-San Jorge constituye un serio problema que afecta no solo a vehículos que circulan por el lugar regularmente, sino a moradores del sector que día a día ven disminuir su estado de salud debido a infecciones respiratorias generadas por el polvo que proviene del tránsito vehicular.

Ahora bien el análisis de la capa de rodadura dará los lineamientos para mejorarla y así prolongar su periodo de vida útil facilitando el traslado de personas en forma ágil, segura y cómoda, además de contribuir en el desarrollo social y económico.

Cabe considerar que el flujo de comercio entre este sector, con el centro de Patate en temporada de cosecha no tomará mucho tiempo de recorrido y además atraerá la implementación de servicios básicos.

En conclusión es importante que el proyecto se ejecute, pues los resultados constituirán un referente importante para las autoridades del cantón, pues esto servirá como punto de inicio para futuras mejoras en vías de iguales o peores condiciones.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General**

- Estudio de la capa de rodadura de la vía Lligo-Tahuaicha–San Jorge del Cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector.

### **1.4.2 Específicos**

- Realizar el inventario de la vía.
- Realizar levantamiento topográfico.
- Analizar las condiciones ambientales de la zona del proyecto.
- Realizar estudio de suelos.
- Realizar estudio de tráfico vehicular.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Dentro de este marco, investigaciones anteriores han señalado que el bajo flujo vehicular y la baja densidad poblacional de algunas parroquias del cantón Patate permitieron que las vías sean construidas sin respetar normas de diseño.

En este sentido un estudio concluyó que en el trazado del camino algunas curvas se reducen a verdaderas vueltas, sin más límite que el necesario para que un camión de la vuelta y que a una profundidad de 1.50 m se encuentren rocas fisuradas las cuales aparecen en gran parte del proyecto.

Además otro estudio se refirió que para diseñar la estructura del camino fue necesario conocer el tipo de suelo existente y sus propiedades ya que todo tiene relación directa con la constitución y conservación del mismo. Estos y varios estudios más crean precedentes para futuros proyectos viales.

Visto de esta forma la propuesta vial en el cantón se dirige hacia el mejoramiento y adecuación de vías existentes que conforman el anillo vial y así brindar accesibilidad lo más equilibrada y equidistante a las propiedades agrícolas.

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El siguiente trabajo de investigación se fundamenta en el paradigma de investigación Crítico- Propositivo basándose en los siguientes aspectos:

**La finalidad de la investigación** es la comprensión de los efectos negativos que sufren los pobladores de los sectores antes mencionados, identificando los posibles cambios que pueden darse con la ejecución del proyecto, mejorando la acción social hacia los moradores facilitándolos de servicios básicos.

Mediante **la visión de la realidad** se pueden considerar múltiples alternativas de solución para el actual estado de la vía en estudio, con esto se obtiene una visión general de los cambios que se producirían al aplicar cualquiera de las alternativas que pueden dar solución al problema.

En efecto, **la metodología** se va adecuando al objeto de estudio de la capa de rodadura de la vía Lligo – Tahuaicha – San Jorge.

**El énfasis en el análisis** es cualitativo-cuantitativo debido a que antes que las autoridades brinden una vía adecuada al cantón, está el desarrollo socioeconómico de los moradores de los sectores Lligo – Tahuaicha – San Jorge.

## 2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El trabajo de investigación se basará en las siguientes normas:

- MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas),
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.
- SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 Supraordinación de las variables

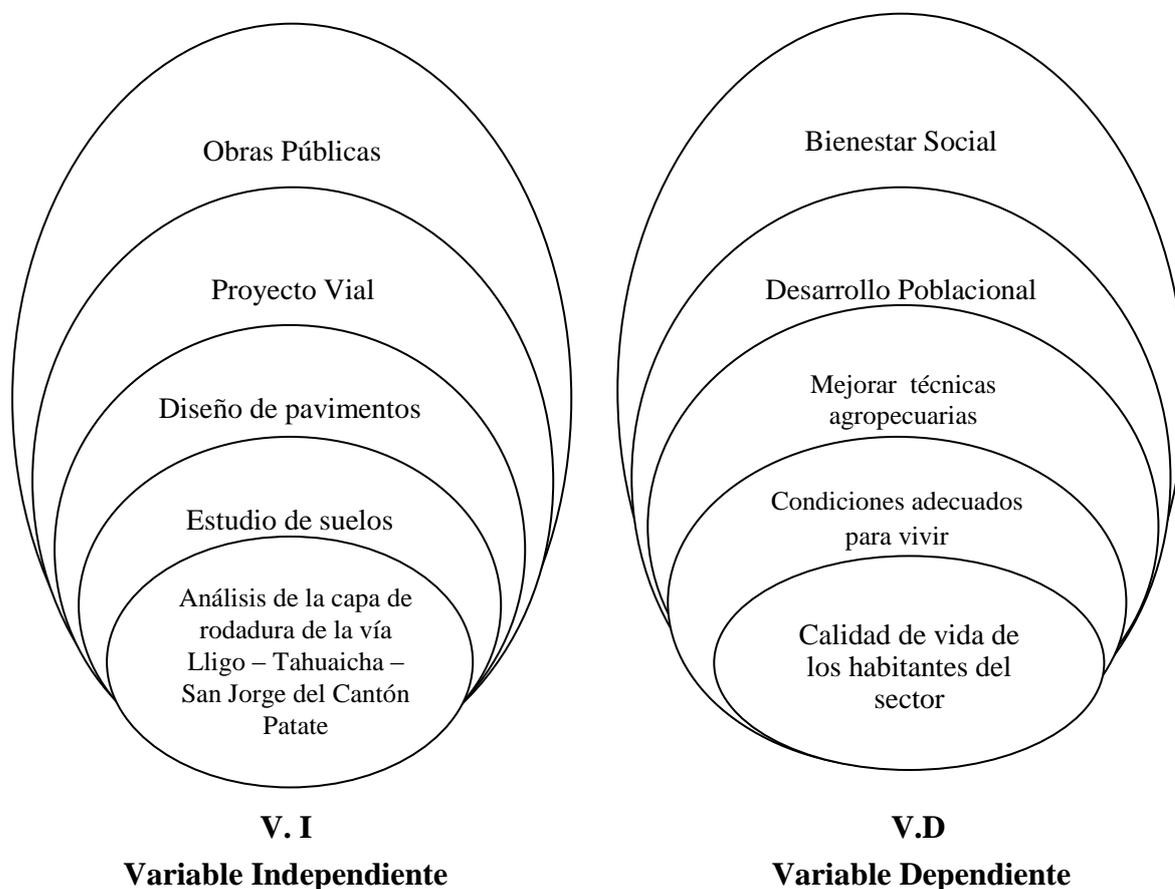


Gráfico 2.1 Supraordinación de las variables

### 2.4.2 Definiciones

#### 2.4.2.1 Pavimentos

Se puede considerar como una estructura, constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y construida técnicamente con el objeto de brindar el tránsito de los vehículos de una manera rápida, cómoda, eficiente y económica.

##### a. Características funcionales o superficiales de los pavimentos

- Resistencia al deslizamiento, dependerá de la textura superficial de la capa de rodadura.

- Regularidad superficial tanto en sentido transversal como longitudinal, dependiendo de la magnitud de las longitudes de onda afecta la comodidad de los usuarios.
- Nivel de ruido que ocasionan los vehículos al transitar, el cual afecta a los pasajeros y al medio exterior a ellos.
- Propiedades de reflexión luminosa, muy importantes durante la conducción en las horas de la noche, también para el correcto diseño de los elementos de iluminación.
- Facilidad de drenaje superficial, con el fin de disminuir la posibilidad de salpicaduras que disminuyen la seguridad en la operación.

#### **b. Funciones de una estructura de pavimentos**

La estructura debe proporcionar al usuario una superficie de rodadura que sea segura, cómoda y cuyas características permanezcan durante el período de servicio.

Los pavimentos deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal que su superficie de rodadura, evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos.

El pavimento debe ser resistente a la fatiga ocasionada por las cargas del tránsito previsto durante un período suficientemente largo de tiempo y la fatiga producida o generada por la intemperie.

Finalmente repartir las presiones verticales ejercidas por las llantas de los vehículos, de tal manera que a la subrasante solo llegue una pequeña fracción, compatible con su capacidad de soporte, además protegerla de la acción del clima; precipitaciones, cambios de temperatura, acción erosiva del viento, heladas y deshielos, entre otros.

### **2.4.2.1.1 Factores que afectan el diseño, construcción y comportamiento de los pavimentos**

#### **a. Localización de la estructura de pavimento**

- Sección Transversal de la vía en corte o relleno, influyen principalmente en las condiciones de drenaje de la vía y en el procedimiento constructivo.
- Posición del Nivel Freático, influye en la variación de la humedad en la subrasante y cambios anómalos en su resistencia.
- Cuando el proyecto se encuentre en zonas de continuos deslizamientos, es necesario estudiar la factibilidad económica de cambiar su localización.

#### **b. Características de la capa subrasante o suelo de fundación**

La subrasante es mucho más deformable que las demás capas que constituyen un pavimento, por tanto es necesario realizar todos los estudios con el propósito de poder conocer su capacidad de soporte o la resistencia a la deformación producida por los esfuerzos inducidos por el tránsito.

Igualmente se deben tener en cuenta los posibles cambios en el contenido de agua los que serán más críticos si la subrasante presenta características expansivas.

#### **c. El clima**

Influye directamente en el programa de construcción de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento.

- Los niveles de precipitaciones inducen a cambios continuos en el nivel de las aguas freáticas y en los programas de construcción.
- Los cambios bruscos de temperatura inducen a esfuerzos en las losas de concreto hidráulico muchas veces mayores a los producidos por las cargas de tránsito.

- Es igualmente importante el conocimiento de otros índices regionales como: humedad, vientos, nubosidad, los cuales son utilizados en algunos métodos de diseño de los espesores de las capas de la estructura de pavimento.

#### **d. El tránsito**

Las cargas de tránsito van a inducir deformaciones en las capas que conforman la estructura de pavimento. Las deformaciones de tipo plástico van a permanecer en el pavimento después de que haya cesado la carga deformadora. Las deformaciones elásticas son de recuperación casi instantánea.

Por lo tanto se hace necesario el conocimiento de las principales características de tránsito, a saber:

- El peso de los vehículos
- La disposición de las llantas
- La presión y área de contacto máximas de las llantas
- El número de aplicaciones de carga y la acumulación de sus efectos en la estructura son fundamentales para el cálculo del espesor del pavimento
- La velocidad de aplicación de las cargas
- Las características de tránsito durante la construcción, para evitar el deterioro de las capas del pavimento en ejecución.

#### **e. Factores intrínsecos**

Existen otros factores que van a afectar de manera significativa el proyecto de la estructura de un pavimento, entre los más importantes tenemos:

- El entorno o medio ambiente.
- La calidad de los materiales utilizados en la construcción.

- La deformabilidad de las distintas capas que conforman la estructura del pavimento.
- La durabilidad del conjunto (Período de diseño).
- El costo.
- El programa de conservación.
- Las dimensiones de la obra.
- El equipo disponible y la experiencia de las constructoras.
- Medidas de política regional, local o nacional.

#### 2.4.2.2 Clasificación de los pavimentos

##### a. Pavimento Flexible

Es una estructura construida con productos bituminosos y materiales granulares. Se caracterizan por ser elementos continuos con la particularidad de que al aplicar una carga se deforma de manera apreciable en un área relativamente pequeña. La carpeta asfáltica está constituida sobre dos capas no rígidas: la base y la sub-base.

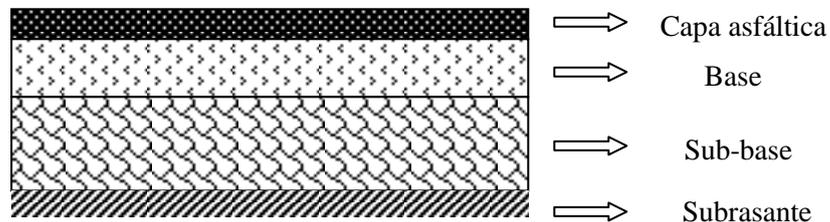


Gráfico 2.2 Pavimento Flexible

**Funciones de la Sub-base.-** Es una capa de materiales granulares seleccionados, comprendida entre la subrasante y la base. Está constituida por material granular, suelos estabilizados, escorias de altos hornos, entre otros.

- Disminuir el costo de construcción.
- Disminuir las deformaciones de la estructura.
- Resistir esfuerzos y deformaciones transmitidos por las cargas de tránsito.
- Actuar como dren.
- Proporcionar un apoyo uniforme para la base.

**Funciones de la Base.-** Es una capa de materiales pétreos seleccionados, se la construye sobre la sub-base y eventualmente sobre la subrasante. Se encuentra limitada en su parte superior por una capa asfáltica, su función es primordialmente resistente.

- Proporcionar un elemento resistente que transmite a las capas inferiores los esfuerzos producidos por el tránsito.
- Disminuir los costos de construcción.
- Servir como una capa de transición entre la sub-base y la capa de rodadura.
- Desempeña una función de drenaje.

**Funciones de la capa asfáltica.-** Está compuesta de un material aglomerante de color que varía de pardo oscuro a negro, de consistencia sólida o semisólida.

- Brinda una superficie final uniforme.
- Protege a toda la estructura de escurrimientos superficiales.
- Soporta el desgaste producida por el tránsito.

## b. Pavimento Rígido

Es una estructura construida básicamente por losas de concreto apoyados directamente sobre la capa subrasante y sobre una capa de materiales seleccionados denominada SUB-BASE de pavimento rígido.

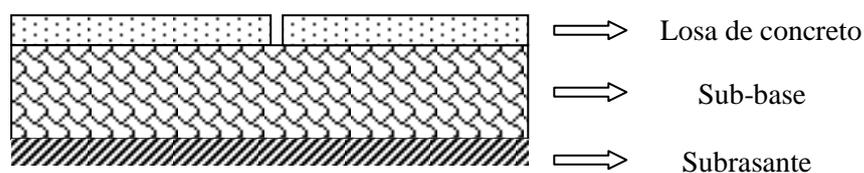


Gráfico 2.3 Pavimento Rígido

### Funciones de la Sub-base:

- Proporcionar apoyo uniforme a la losa de concreto.
- Reducir a un mínimo las consecuencias de los cambios volumétricos.
- Incrementar la capacidad portante de los suelos de apoyo.
- Evitar el fenómeno de bombeo en juntas, grietas y extremos del pavimento.

### Funciones de la Losa de concreto:

- Debe ser resistente para que pueda absorber la mayor parte de los esfuerzos.
- Proporcionar al tránsito una superficie segura y estable.
- Contribuir con su peso a contrarrestar el potencial expansivo de la subrasante.
- Impermeabilizar la estructura.
- Proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda.

### Fenómeno de Bombeo

Consiste en la fluencia de material fino con agua debido a la infiltración de ésta por entre las juntas de las losas. Cuando el agua penetra a través las juntas, socava el suelo fino de la subrasante y al pasar los vehículos por las juntas, transmite una presión que es tomada en su totalidad por el agua acumulada, lo cual hace que salga impulsada arrastrando con ella las partículas finas.

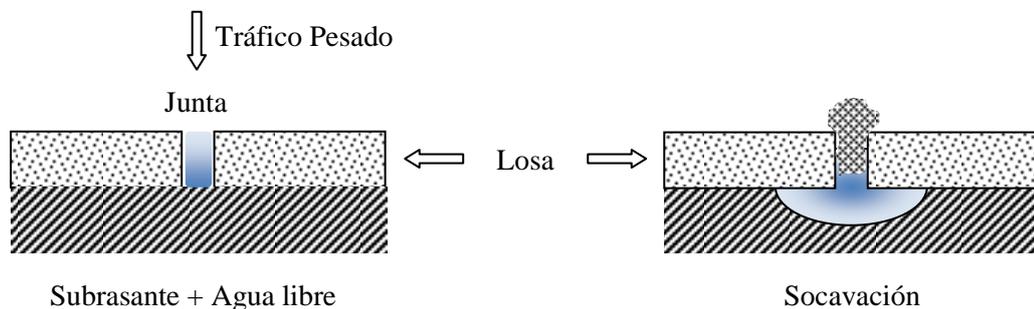


Gráfico 2.4 Fenómeno de Bombeo

### c. Pavimento Semi-Rígido

El pavimento semi-rígido o semi-flexible, es aquella estructura que conserva la esencia de un pavimento flexible y además, tiene una o más de sus capas rigidizadas artificialmente.

Entre los estabilizantes más comunes que producen rigidez se encuentran: la cal, el asfalto y el cemento.

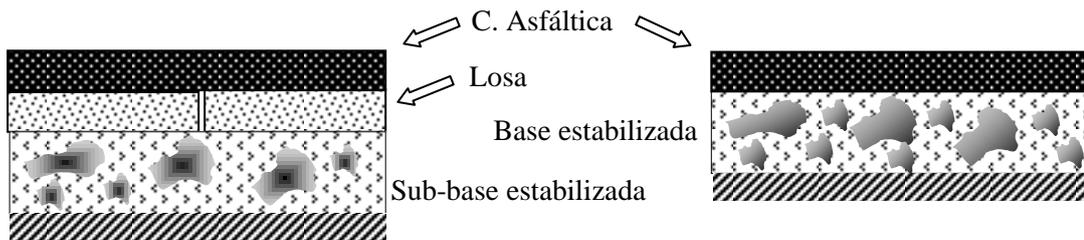


Gráfico 2.5 Pavimento Semi-rígido

#### d. Pavimento Articulado o Adoquines

Es una estructura formada por una capa de bloques de concreto pre moldeados, cuyas dimensiones relativamente reducidas permiten el manipuleo y su colocación manual en forma sencilla. La capa puede ir colocada sobre una sub-base o directamente sobre la subrasante. En cualquiera de los dos casos, el asentamiento de los bloques se hace por medio de una capa de arena de poco espesor o también conocida como capa de asiento comúnmente de 5 cm., sin compactar.

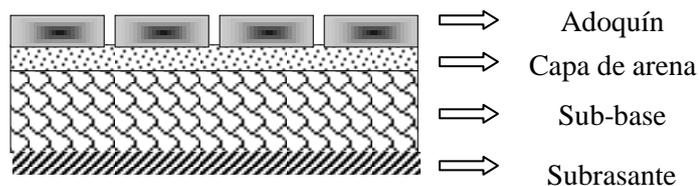


Gráfico 2.6 Pavimento Articulado

#### Funciones de la Sub base:

- Controlar el fenómeno de bombeo.
- Facilitar el drenaje.
- Asimilar cambios volumétricos de la subrasante.
- Dar homogeneidad a la superficie de apoyo.
- Disminuir la carga del tránsito de manera que sobre la subrasante actúen presiones compatibles con su capacidad.

#### Funciones de la capa de arena:

- Proporcionar un buen acomodo de los adoquines.
- Contribuir a la evacuación rápida del agua.
- Proveer material para el relleno de juntas.

### **Funciones de los Adoquines:**

- Proporcionar una superficie de rodadura suave, segura y estable.
- Resistir la abrasión del tránsito de llantas, la acción de la intemperie y el derramamiento de combustible y aceites.
- Economía.

El pavimento de empedrado que posee las mismas características del pavimento articulado, con la diferencia que no proporciona una superficie de rodadura confortable, provoca fricción entre la superficie y la llanta. Depende mucho del tipo de piedra utilizada para su conformación pueden ser piedra bola o partida.

### **2.4.2.3 Subrasante**

La subrasante es la parte de la corteza terrestre que sirve de cimiento a una estructura, además debe cumplir las siguientes funciones independientemente del tipo de pavimento.

- Debe ser resistente a los esfuerzos y deformaciones producidas por el tránsito y al intemperismo.
- Permanencia de la resistencia por lo menos durante la vida útil del pavimento.
- Una buena uniformidad en todas las direcciones.
- Poco susceptible a los cambios volumétricos.
- Poco susceptible a la acción del agua.
- Buena trabajabilidad durante el proceso de compactación.
- Permanencia de las propiedades inducidas mediante la compactación.

**La influencia del agua en el terreno de fundación.-** Una parte del agua que cae sobre el suelo de subrasante se escurre por la superficie, otra se filtra en el suelo y otra se evapora. El agua que recorre la superficie la erosiona se infiltra a través del suelo hasta saturar la capa impermeable dando origen al nivel freático.

Los problemas de drenaje superficial o sub-drenaje son de gran importancia en la construcción de carreteras y determina:

- Duración de la estructura de pavimento.
- Funcionamiento de otras estructuras.
- Costos de conservación.
- Disminución de la resistencia de la subrasante.
- Contribuye a la licuación, expansión y tubificación de los suelos susceptibles a sufrir estos fenómenos.
- Afecta las propiedades físicas y químicas de la estructura de pavimento
- Dificulta la conservación y el proceso constructivo de la vía

Una solución práctica es darle al agua un mejor trato, brindándole una circulación cómoda y segura para la estabilidad de la vía, mediante la construcción de económicos y prácticos sistemas de drenaje y sub-drenajes;

Drenaje:

- pendiente transversal o bombeo
- cunetas
- zanjas de coronación o contra-cunetas
- alcantarillas
- canales interceptores, entre otros.

Sub-drenaje:

- Pozos verticales.
- Drenes horizontales.
- Filtros o sub-drenes, entre lo más importante.

#### **2.4.2.4 Investigación del Suelo**

Resulta imposible descartar la presencia del suelo dentro de la Ingeniería Civil y el desarrollo de ésta en la vida diaria.

El conocimiento racional de la Mecánica de Suelos, produce el resultado deseado cuando la teoría y la práctica se fusionan para hacer un **ESTUDIO DE SUELOS** en donde habrán de analizarse las propiedades índice y técnicas del suelo, así como deberá haber una correcta interpretación de los resultados, ya que de ello depende el lineamiento que el proyecto tome, desde luego reforzado con el **criterio y experiencia** del INGENIERO CIVIL

#### **2.4.2.5 Recolección de muestras de suelo en el terreno**

La obtención de muestras es una de las operaciones más importantes, pues requieren a más del conocimiento de suelos y materiales, la experiencia y criterio para seleccionar él o los sitios donde deberán ubicarse y determinar la profundidad a la cual habrán de extraerse. La muestra tiene que ser representativa, luego la obtención debe ser cuidadosamente realizada, deben ser protegidas contra la pérdida de humedad introduciéndolas en bolsas plásticas, las muestras pueden clasificarse en:

**Muestras alteradas.**- Son aquellas cuya estructura ha sido alterada, y se realiza cuando el material que se analice vaya a ser empleado en la construcción de terraplenes.

**Muestras inalteradas.**- O muestras sin perturbar, aquellas que prácticamente conservan la misma estructura que tenían en el sitio donde fueron extraídas, se obtienen cuando se necesite conocer la estabilidad del terreno para fundición de edificios o en el estudio de taludes.

**Muestras integrales.**- Son aquellas que representan al menos el 90 % de toda la profundidad perforada, se tomarán obligatoriamente en el estudio de suelos para el diseño de SUPER ESTRUCTURAS, tal como centrales hidroeléctricas.

##### **a. Tipo de sondeo**

**Pozos a cielo abierto.**- Conocidos como PCA es un sondeo preliminar, consiste en excavar pozos de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente

bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en estado natural, así como darse cuenta de las condiciones precisas referentes a granulometría, compacidad, orientación de las partículas, estratificación, nivel freático, contenido natural de humedad, las dimensiones que se recomiendan en la práctica son:

Rectangulares  $\Rightarrow$  1.20 x 0.80 metros

ó Circulares  $\Rightarrow$  1.20 a 0.80 metros de diámetro.

### b. Número y profundidad del PCA

El número y la profundidad de los PCA dependen del tipo del suelo y de la importancia de la obra. Sería aconsejable partir de la experiencia local, estudios anteriores hechos cerca del lugar; con ello se podría fijar el programa de exploración con mayor eficacia. Si no se dispone de esa experiencia local sería conveniente hacer un sondeo preliminar.

Para proyectos viales el espaciamiento entre PCA debe ser de 500 metros, la profundidad de los pozos a cielo abierto esta en función de la presión vertical que causan los vehículos al suelo, por lo tanto no supera 1,50 metros.

Para el caso de la investigación de las propiedades índice y mecánicas en el **campo vial** se recomienda hacer un PCA de forma rectangular gradeado cada 0,50 metros, hasta 1,50 metros de profundidad, de tal manera que se tomen las muestras en los tres niveles como se muestra en la siguiente figura:

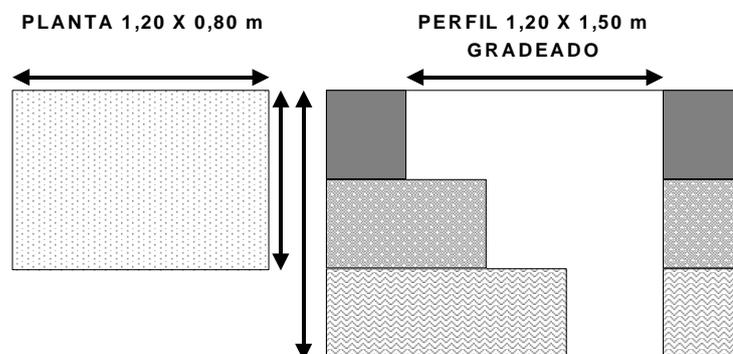


Gráfico 2.7 PCA para investigación vial

#### 2.4.2.6 Ensayos de Laboratorio

El Ingeniero Civil requiere conocer todas las propiedades elementales de los suelos y correlacionarlas con las técnicas tales como la resistencia, la capacidad de carga, la capacidad de soporte, la compresibilidad, permeabilidad, etc. dentro de una aproximación razonablemente considerable.

##### a. Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que puede encontrarse en la masa del suelo, la que hace aparecer desde un suelo saturado, hasta un suelo relativamente seco, por lo que se hace necesario conocer en que condiciones puede estar el agua en el suelo.

La relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.

$$\omega\% = (W\omega / Ws) \times 100$$

##### b. Análisis granulométrico

Consiste en separar y clasificar el suelo por tamaños y porcentajes los granos que lo componen, el análisis de las partículas se hace por dos vías:

1. **Por vía seca:** con el método de la GRANULOMETRIA, usando una serie de tamices.
2. **Por vía húmeda:** mediante los métodos del HIDROMETRO y SIFONEADO, utilizados generalmente para suelos de partículas finas como las arenas finas pobremente graduadas, los limos y las arcillas.

Para el método de la granulometría por tamices, la cantidad de suelo requerida para este ensayo depende de la cantidad de finos que contenga.

- Suelos arcillosos y limosos.....200 a 500 gr.
- Suelos arenosos.....500 a 1000 gr.
- Suelos gravosos.....5000 a 10000 gr.

TYLER STANDARD		US. BUREAU STANDARDS	
MALLA	ABERTURA	MALLA	ABERTURA
NÚMERO	mm	NÚMERO	mm
3"	76.200	4"	101.600
2"	50.800	2"	50.800
-	26.670	1"	25.400
-	18.850	3/4"	19.100
-	13.320	1/2"	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
N 3	6.680	1/4"	6.350
N 4	4.699	N 4	4.760
N 6	3.327	N 6	3.360
N 8	2.362	N 8	2.380
N 10	1.655	N 10	2.000
N 20	0.833	N 30	0.500
N 35	0.417	N 40	0.420
N 60	0.246	N 50	0.298
N100	0.147	N100	0.149
N200	0.074	N200	0.074

Tabla 2.1 Tamices estándar

La **fase sólida** tiene una marcada influencia en el comportamiento mecánico, de allí la necesidad de conocer en detalle el tamaño, la forma, la estructuración y todas las características de los sólidos en el suelo.

Los suelos granulares presentan un comportamiento favorable para la Ingeniería Civil, sin embargo se destacará que son susceptibles de acomodarse o densificarse por procesos de compactación y su resistencia aumentará, si se han eliminado las partículas finas dejan pasar agua y se convierten en excelentes materiales de filtro.

Los suelos cohesivos en cambio presentan un comportamiento desfavorable, altos contenidos de humedad, cuya eliminación produce consolidación, asentamientos y deformaciones de considerable magnitud.

**Identificación y clasificación de los suelos por sistemas granulométricos.-** Los suelos se presentan con una variedad infinita y se requiere de una norma general para clasificar a los suelos, los primeros sistemas de clasificación se basaron en características como el color, olor, textura. Se utiliza la siguiente tabla:

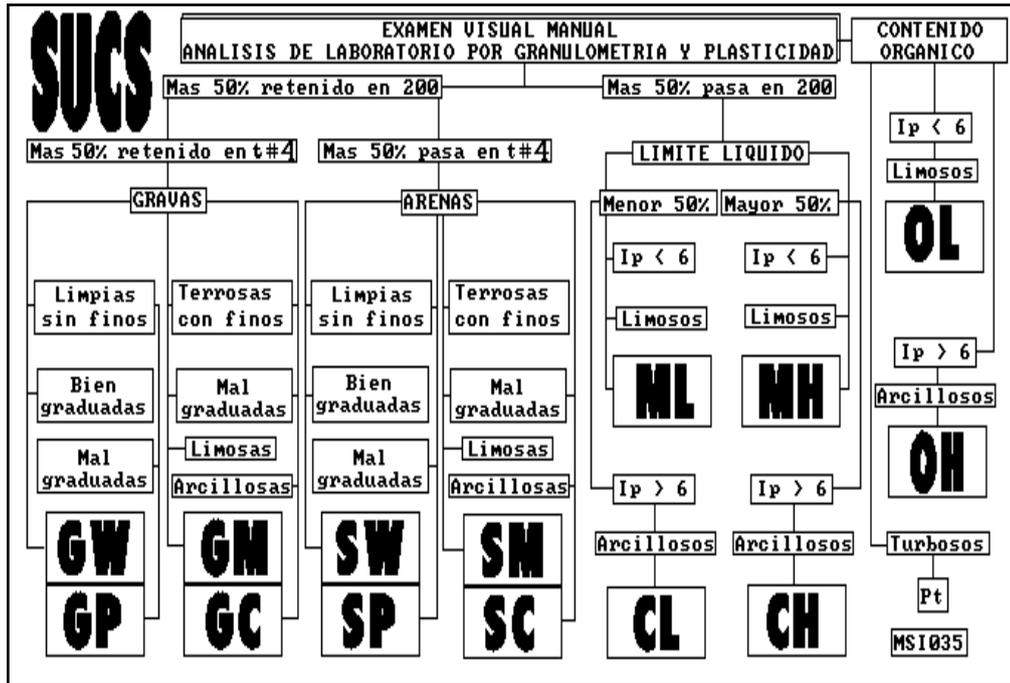


Gráfico 2.8 Clasificación de suelos sistema SUCS

**c. Límites de consistencia**

Tienen como objetivo fundamental la determinación de los límites de plasticidad, específicamente la determinación del límite líquido y límite plástico que facilitan la clasificación correcta de los suelos analizados, los valores de los límites son indicativos de alta o baja compresibilidad.

La **fase líquida**, según el contenido de agua en un suelo se pueden determinar los estados de consistencia: líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido.

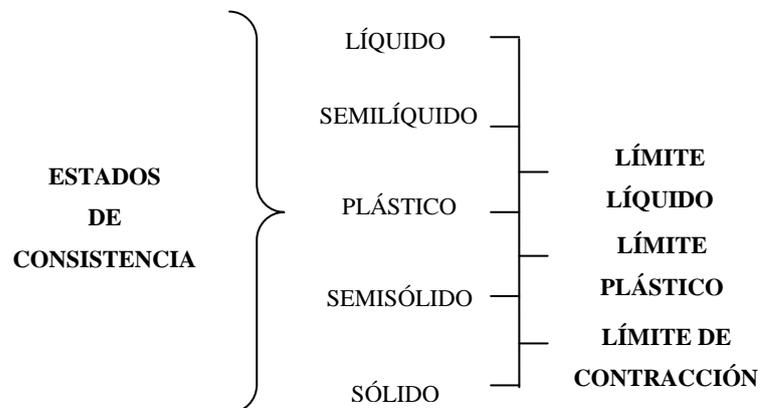


Gráfico 2.9 Esquema de los estados de consistencia

**Límite Líquido (LL).**- Es el contenido de humedad del suelo en la frontera entre el estado semilíquido y plástico. Su determinación es un procedimiento de laboratorio por el cual las coordenadas entre número de golpes de la copa de casa grande versus el contenido de humedad permiten graficar en un papel semilogarítmico la **Curva de Escurrimiento**.

El contenido de humedad que corresponda a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como Límite Líquido del suelo, y que teóricamente significa que el suelo alcanza una resistencia al corte:  $S = 0.25 \text{ gr/ cm}^2$ .

La pendiente de la curva de escurrimiento define la resistencia al corte, pendiente pronunciada significa que el suelo tiene alta resistencia; por el contrario una pendiente mínima significa que la resistencia al corte será baja.

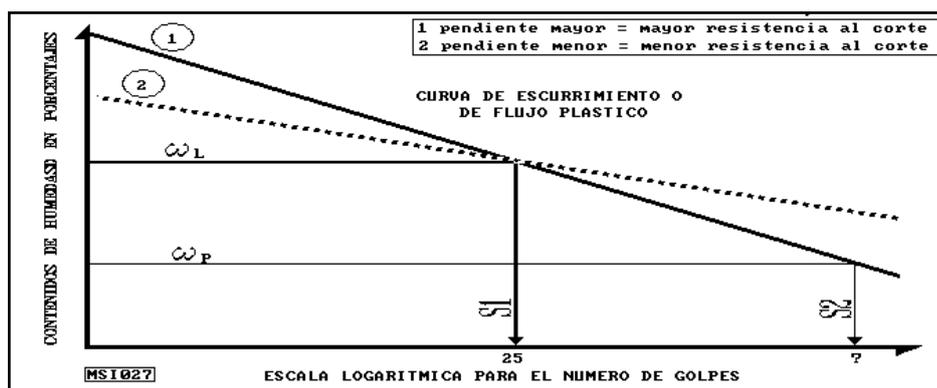


Gráfico 2.10 Curva de escurrimiento

**Límite Plástico (LP).**- Es el contenido de humedad en la frontera entre el estado plástico y Semisólido. El  $\omega_p$  o LP se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3 mm de diámetro y cuando éstas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

#### d. Compactación

El hombre ha tenido que buscar alternativas técnicas para desarrollar la compactación, y esto se ha logrado por incremento del PESO VOLUMETRICO,

se reduce al máximo la relación de vacíos de aire, haciendo que el suelo se vuelva impermeable pese a tener cierto contenido de humedad.

De lo anterior se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son: Peso volumétrico máximo o máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

La masa del suelo generalmente tiene un comportamiento favorable para la Ingeniería civil, cuando de un estado seco empieza a absorber agua. La absorción no es infinita, sino que tiene un LÍMITE hasta donde las características del suelo son excelentes.

Al sobrepasar dicho límite el suelo empieza a ablandarse y las propiedades técnicas decrecen aceleradamente, a los rangos de absorción de agua y de exceso de agua se conocen como: FASE DE ABSORCIÓN y FASE DE SATURACIÓN.

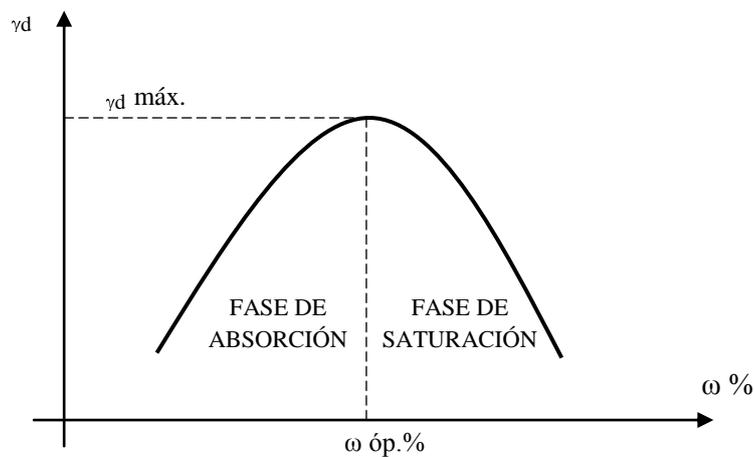


Gráfico 2.11 Curva típica del ensayo de compactación

- Pesos volumétricos **ALTOS**, significarán que el suelo está muy compacto o ha sido pre-consolidado.
- Pesos volumétricos **BAJOS**, significarán que el suelo tiene gran cantidad de agua, por lo tanto será muy compresible, de poca resistencia, deformable e inestable.

Como existe relación directa entre el peso volumétrico y la densidad, entonces se puede establecer que: si el peso volumétrico es alto, la densidad seca ( $\gamma_d$ ) también lo será, si el peso volumétrico es bajo, la densidad seca será también baja.

Los suelos con la más alta densidad serán los más resistentes, por lo contrario, los suelos con baja densidad serán suelos inestables que tenderán a densificarse y asentarse en magnitudes considerables.

**Energía de compactación / ensayos.-** La compactación de los suelos depende de la energía usada, así tenemos dos métodos de compactación: El ensayo Próctor Estándar cuando se requiere menor trabajo o energía de compactación. (AASHTO T-99).

Con el transcurso del tiempo y con el apareamiento de maquinaria más pesada y eficaz para compactar suelos en el campo, aparece el ensayo Próctor Modificado. (AASHTO T-180) es el más utilizado.

Los dos Métodos Próctor Estándar y Modificado consisten en compactar el suelo en tres a cinco capas dentro de un molde especificado por medio de golpes de un pistón que se deja caer desde una altura dada.

**ENSAYO:** MODIFICADO AASHTO T-180

**IMPACTO:** Altura de caída 18"

**PISTÓN:** Martillo cilíndrico de 10 lb

MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz # 4	Tamiz # 4	Tamiz 3/4"	Tamiz 3/4"
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pies <sup>3</sup>	1/13.33 pies <sup>3</sup>	1/30 pies <sup>3</sup>	1/13.33 pies <sup>3</sup>
Energía de compactación	56250 lb pie/pie <sup>3</sup>	126000 lb pie/pie <sup>3</sup>	56250 lb pie/pie <sup>3</sup>	126000 lb pie/pie <sup>3</sup>

Tabla 2.2 Especificaciones del Método Próctor Modificado

### e. Capacidad de soporte del suelo o CBR

El C.B.R. (California Bearing Ratio), es una medida relativa de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controladas que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles, especialmente las vías terrestres.

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada.

La resistencia de un suelo varía de acuerdo a su densidad, contenido de agua cuando se compacta y el que tiene al momento de ser ensayado. Por lo tanto para reproducir las condiciones de la obra en el laboratorio, estos factores deben controlarse cuidadosamente al preparar y penetrar las muestras.

Por lo general y con el fin de representar en el laboratorio la condición más crítica que pudiera presentarse en el terreno, los ensayos C.B.R. se realizan sobre muestras saturadas, condición que es evidentemente representativa en zonas sujetas a la penetración de las heladas durante el invierno y la consecuente acumulación posterior de agua en el suelo durante el deshielo en primavera, condiciones que se presentan en las carreteras del país simplemente por la variación de la temperatura entre el día y la noche.

El ensayo C.B.R. de una muestra se determina generalmente para penetraciones del pistón entre 0.1 y 0.2 pulgadas. Los valores de esfuerzo para las diferentes profundidades de penetración son:

<b>PENETRACION (pulgadas)</b>	<b>ESFUERZO (libras/plg<sup>2</sup>)</b>
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Tabla 2.3 Relación Esfuerzo- Deformación para la muestra patrón

### **2.4.2.7 El Tráfico**

En los proyectos viales cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación del trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) ó de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectadas por vías de comunicación influye el tráfico.

**Tráfico promedio diario anual (T.P.D.A).**- La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual. Para el cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tránsito en los dos sentidos. Normalmente para este tipo de vías el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos.

#### **a. Tráfico Actual**

Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada ó es el volumen que circularía al presente en una vía nueva si estuviera en funcionamiento.

- **Tránsito de la hora pico**

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las 24 horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras.

Para esto se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrado durante todo un año en una estación permanente de registro del movimiento vehicular por carretera, mostrando en el eje de las ordenadas aquellos

volúmenes registrados de mayor a menor, como porcentajes del TPDA en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual que el indicado.

La hora máxima puede llegar a representar desde el 25 – 38% del TPDA. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión que ocurre normalmente en la denominada *trigésima hora de diseño (30 HD)*, lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario cabe esperar que existan 39 horas en el año en el que el volumen será excedido.

El volumen de tránsito de la hora pico ó 30 HD se sitúa normalmente entre el 12 y 18% del TPDA en el caso de carreteras rurales con un término medio del 15%.

En carreteras urbanas este volumen se ubica entre el 8 y 12 % del TPDA, por lo que es valido utilizar un 10%, como valor de diseño a falta de valores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito.

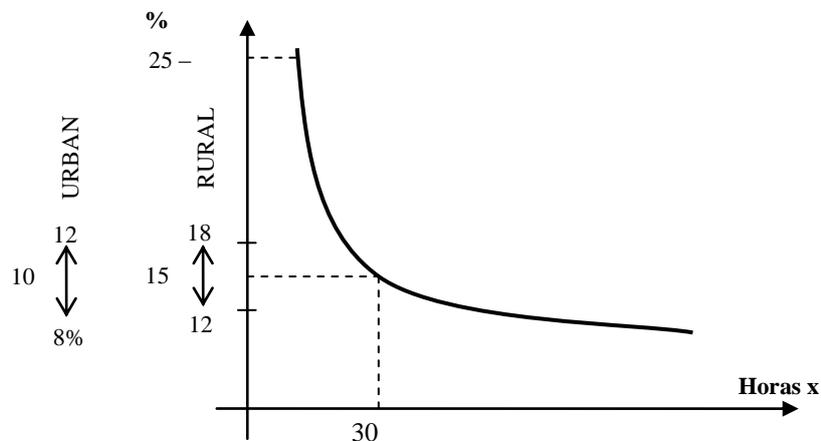


Gráfico 2.12 Curva de la Hora Pico

- **Factor de la hora pico (FHP)**

El factor de la hora pico se expresa como la relación que siempre será igual ó menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante lapso de 15 min, dentro de dicha hora.

$$FHP = \frac{\text{Total Vehiculos} / \text{cuarta parte de la hora pico}}{\text{mayor volumen registrado en el lapso de la hora pico}}$$

## **b. Tráfico Futuro**

Es el pronóstico del volumen y composición del tráfico, se basa en el tráfico actual. Sin embargo se considera que generará otro tipo de tráfico al mejorar las condiciones en la capa de rodadura. Para una carretera que va hacer mejorada el tráfico futuro está compuesto por:

- Tráfico generado.- Es aquel volumen que resulta como consecuencia del mejoramiento de la capa de rodadura.
- Tráfico atraído.- Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte una vez que entra en servicio la vía mejorada.
- Tráfico por desarrollo.- Es el volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social en la zona de influencia.

## **c. Tráfico Proyectado**

Los diseños se basan en proyecciones del tráfico a 15 ó 20 años, determinan la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

En referencia a las tendencias históricas especialmente del consumo total de combustible, de la aplicación del concepto de la elasticidad de la demanda de transporte y del crecimiento del producto interno bruto (PIB) y de la población se establecen en forma aproximada y generalizada para nuestro país en la Tabla 2.3 las siguientes tasas de crecimiento de tráfico. Establecida la tasa de crecimiento para el período de estudio se aplica la siguiente fórmula:

$$T_p = T_a (1 + i)^n$$

$T_p$  = Tráfico proyectado

$T_a$  = Tráfico actual

$i$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Número de años de proyección

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERIODO	
	1990 - 2000	2000 - 2010
LIVIANOS	5	4
BUSES	4	3.5
PESADOS	6	5

Tabla 2.4 Tasas de crecimiento del Tráfico

### 2.4.2.8 Tipos de vehículo

Característica del vehículo dependiendo de su uso, forma, tamaño y peso.

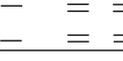
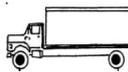
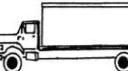
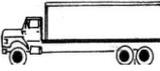
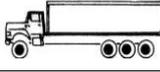
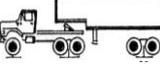
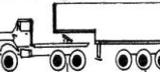
TIPO DE VEHICULO		EJE	ESQUEMAS		SIMBOLO
			PERFIL	PLANTA	
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2			P
	CAMIONETAS				C
VEHICULOS PESADOS	BUS	2			B1
		3			B2
	CAMIONES	2		Camión 2 ejes Pequeño	C-2-P
		2		Camión 2 ejes Grande	C-2-G
		3		Camión 3 ejes	C-3
		4		Camión 4 ejes	C-4
		5		Camión 5 ejes	C-5
		6		Camión 6 ejes	C-6

Tabla 2.5 Tipos de vehículo

#### **2.4.2.9 Clasificación de las carreteras en nuestro país**

Involucra algunos aspectos para la clasificación de carreteras:

##### **a. Según el tipo de terreno**

- Llano (LL).- Es terreno de topografía llana cuando en el trazado del camino no gobiernan pendientes.
- Ondulado (O).- Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin exceder con las pendientes longitudinales que se puedan dar al trazado.
- Montañoso (M).- Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando dicha pendiente es mayor al 50%.

##### **b. Según su jurisdicción**

- Red vial estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el ministerio de obras públicas y comunicaciones, como una entidad responsable del manejo y control.
- Red vial provincial.- Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los consejos provinciales.
- Red vial cantonal.- Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los concejos municipales.

##### **c. Según el tráfico proyectado**

El diseño de carreteras en el país, recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para periodos de 15 ó 20 años.

CLASE DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO
R.I ó R.II (autopista)	> 8000 (T.P.D.A)
I	3000 – 8000 “
II	1000 – 3000 “
III	300 – 1000 “
IV	100 – 300 “
V	< 100 “

Tabla 2.6 Clasificación de Carreteras

#### d. Según la función jerárquica

**Corredores Arteriales.-** Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (clase I, II). Dentro del grupo de autopistas éstas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y vehículos. En el segundo grupo de arteriales (clase I, II) que son la mayoría de nuestras carreteras éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado y carriles adicionales.

**Vías Colectoras.-** Son las carreteras de clase I, II, III, IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

**Caminos Vecinales.-** Estas vías son carreteras de clase IV, V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.

#### 2.4.2.10 Secciones Transversales

Geoméricamente, la sección transversal de una carretera está compuesta por la calzada, las bermas o espaldones, cunetas y taludes laterales.

La **Calzada** o superficie de rodamiento es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, a un costado se encuentran los **espaldones**, que sirven de confinamiento lateral de la calzada y se pueden utilizar para estacionamiento provisional.

Las **Cunetas** son zanjas, generalmente de sección triangular, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Las **Alcantarillas** son elementos que se ubican bajo la vía con el fin de mantener los cauces naturales del terreno y ser colectoras de las aguas que escurren de las cunetas.

Los **Taludes** son las superficies laterales inclinadas, comprendidos entre las cunetas y el terreno natural pueden ser de corte o de relleno, son elementos de la vía y producto de la construcción de la misma.

ANCHOS DE LA CALZADA			RECOMENDABLE	ABSOLUTO
RI, RII	> 8000	TPDA	7.30	7.30
I	3000 - 8000	“	7.30	7.30
II	1000 - 3000	“	7.30	6.50
III	300 - 1000	“	6.70	6.00
IV	100 - 300	“	6.00	6.00
V	< 100	“	5.50*	4.00

\* No se considera espaldones

Tabla 2.7 Valores recomendados para anchos de calzada

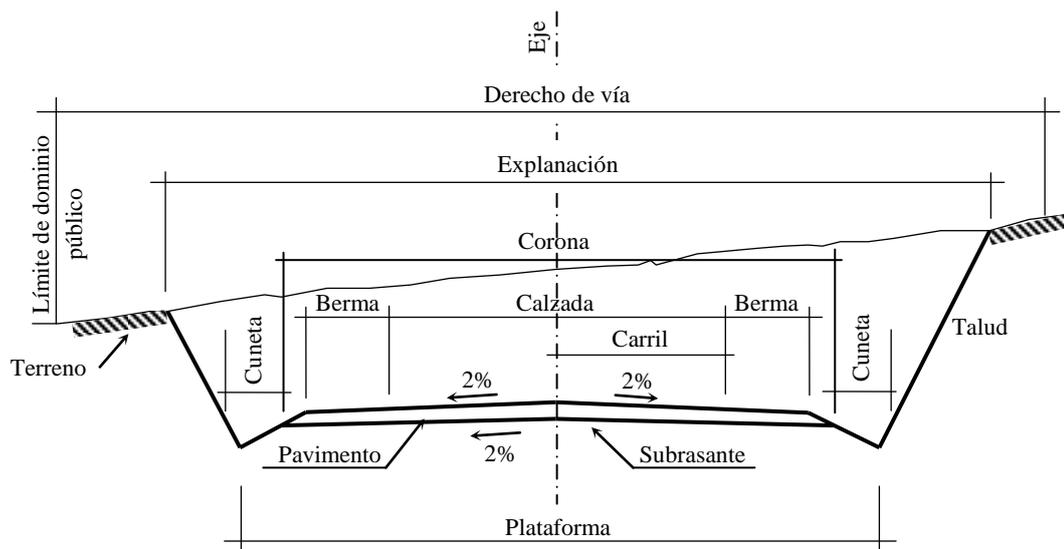


Gráfico 2.13 Sección transversal típica pavimentada en recta

#### **2.4.2.11 Inventario Vial**

En una vía por lo general el inventario se orienta hacia 3 aspectos, siendo estos:

- Drenaje menor (cunetas y alcantarillas);
- Calzada (bacheo y espaldones); y,
- Derecho de vía (taludes).

Se contemplan las áreas anteriores, ya que son las que mayor relevancia tienen en una vía, pero no debe descartarse el inventario de los elementos de seguridad vial como señalización vertical y horizontal, guardavías; muros, existencia de material de relleno, etc. Estas actividades deben ser ejecutadas bajo los procedimientos comunes y aprobados por los Organismos de Gestión Vial. Para efectuar un adecuado inventario vial, se deben analizar en cada kilómetro los siguientes datos:

- Metros de cunetas,
- Metros de alcantarillas,
- Área de la calzada.

Mediante el inventario vial se da a conocer la condición actual de una determinada vía, permitiendo a las autoridades viales determinar el tipo, frecuencia y nivel de mantenimiento que pueda influenciar significativamente sobre el desempeño de los pavimentos.

Como consecuencia final de un buen mantenimiento se puede diferir en otros trabajos de mayor envergadura como la rehabilitación de elementos en los cuales su ciclo de vida útil esté o estará por concluir.

### **2.5 HIPÓTESIS**

#### **2.5.1 Hipótesis de Trabajo**

El diseño del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de Lligo– Tahaicha–San Jorge del Cantón Patate.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 Variable Independiente**

El diseño del pavimento de la vía Lligo–Tahuaicha–San Jorge del Cantón Patate.

### **2.6.2 Variable Dependiente**

Calidad de vida de los habitantes del sector.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Enfoque**

La investigación se basa en un enfoque cualitativo siendo éste el que predomine, sin dejar de lado lo cuantitativo, en el proyecto la investigación cualitativa busca la comprensión de hechos sociales actuales y como el desarrollo social conlleva a una mejora en el aspecto económico de los sectores que se dedican a la agricultura.

Ahora bien este proyecto facilitará la comunicación y la comercialización de productos agrícolas entre estas comunidades y el resto del cantón, con la ayuda de la investigación cuantitativa se pretende determinar el volumen de tráfico que circula en la vía y con ello realizar predicciones del tráfico y en lo referente al estudio de suelos enfatizar en sus resultados.

##### **3.1.2 Modalidad**

El presente proyecto responde a la siguiente modalidad de investigación **por el lugar**, se utilizará la investigación de campo y de laboratorio;

De allí pues, que para el análisis de la capa de rodadura hay información que necesariamente se la obtiene en campo como; tipo de suelo de fundación que soporta la estructura de vía actual, condiciones de drenaje, inventario vial y volumen de tráfico entre lo más importante.

En el laboratorio se analizan las muestras de suelos recolectadas en la vía para determinar contenido de humedad, granulometría, capacidad de soporte CBR, etc.

Ahora bien **por el objetivo**, se empleará la investigación aplicada ya que los resultados del análisis de la capa de rodadura de la vía Lligo – Tahuaicha – San Jorge, serán aplicados a la solución del problema.

De este modo **por el tiempo** la investigación histórica ayudará con información de acontecimientos que pudieron influir en el estado de la capa de rodadura como; registros de las condiciones climatológicas y ecológicas de la zona, número de habitantes en los sectores ya mencionados o cualquier otra información que sea necesaria, de igual manera intervendrá la investigación descriptiva para analizar las condiciones actuales de la vía.

### **3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Como **nivel exploratorio** o sin hipótesis, se logró reconocer el mal estado de la vía Lligo–Tahuaicha–San Jorge y se generó una relación entre el cambio de capa de rodadura de la vía y la calidad de vida de los habitantes, permitiendo que se plantee la hipótesis de trabajo y así determinar la posible solución.

En el **nivel descriptivo** o hipótesis de trabajo; “El diseño del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de Lligo–Tahuaicha–San Jorge del Cantón Patate.”

Se lograron comparar casos parecidos como ejemplo lo ocurrido en la vía de acceso a la parroquia Sucre del mismo cantón cuando se ejecutó el asfaltado, mejoró la comunicación entre esta parroquia y el centro poblado de Patate.

El aumento de flujo vehicular permitió el turismo, comercialización de productos y reducción en tiempo de recorrido. Con esto la vía en estudio mejorará la calidad de vida de los sectores involucrados.

En el **nivel de asociación de variables**, se logrará determinar la variación que tendría la calidad de vida de los habitantes del sector al realizar el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía.

Esta variación se verá reflejada en la reducción de los tiempos de recorrido y en la recuperación de la vía que actualmente se encuentra abandonada.

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1 Población o universo**

Para el proyecto se determinaron dos poblaciones, la primera población se obtuvo mediante datos estadísticos del plan estratégico del sector agrícola y pecuario del cantón Patate (PDAL) y la segunda población obtenida en base al conteo manual del volumen de tráfico (TPDA).

La complejidad de los asentamientos humanos en el sector y la falta de personal para la recolección de información, conllevaron a la utilización de un método estadístico de muestreo.

Como Población 1 al número de personas que habitan en Lligo–Tahuaicha–San Jorge, y como Población 2 al número de vehículos que circulan por la vía en estudio.

- Población 1= 850 habitantes.
- Población 2= 55 vehículos.

### 3.3.2 Muestra

#### Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de muestra para la Población 1, se lo determina con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población 1 = 850 habitantes

E = Error de muestreo (4%)

$$n = \frac{850}{0.04^2 (850 - 1) + 1}$$

$$n = 360 \text{ habitantes}$$

Por ser una zona rural pequeña alejada de centros poblados, el error de muestreo es decir; la diferencia entre los resultados de la muestra y el universo se consideró del 4%.

El tamaño de muestra para la Población 2, se lo determinó mediante el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual). Siendo éste un método de conteo manual de los vehículos que circulan en la vía de estudio, por cuestiones de tiempo se consideró el conteo para un lapso de 1 día en los dos sentidos.

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS
Livianos	39
Pesados	16
Total de Vehículos	55

Tabla 3.1 Número de vehículos (Población 2)

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 Variable independiente:

El diseño del pavimento de la vía Lligo–Tahuaicha–San Jorge del Cantón Patate.

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
El diseño de pavimento determina espesores adecuados de las capas de una estructura para que ésta sea capaz de soportar y repartir cargas producidas por el tránsito durante un periodo de tiempo de tal manera que a la subrasante llegue una pequeña fracción.	Estructura	¿Cuál es el estado de la estructura actual?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pavimento empedrado con baches</li> <li>- Desmoronamiento del empedrado</li> <li>- No provee seguridad</li> </ul>	<p>Técnica de Observación</p> <p>Instrumento: Ficha de campo (inventario vial)</p>
	Tránsito	¿Qué características del tránsito es necesario conocer para el diseño?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tipo y peso de los vehículos</li> <li>- El número de aplicaciones de carga y la acumulación de sus efectos en la estructura de pavimento</li> </ul>	<p>Técnica de Observación</p> <p>Instrumento: TPDA (conteo vehicular)</p>
	Subrasante	¿Cuáles son las principales funciones de una subrasante?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistir a esfuerzos y deformaciones producidas por el tránsito</li> <li>- Ser poco susceptible a cambios volumétricos</li> <li>- Buena trabajabilidad durante el proceso de compactación</li> </ul>	<p>Técnica de Observación</p> <p>Instrumento: Ensayo de suelos (en base a especificaciones de laboratorio)</p>

Tabla 3.2 Operacionalización de la variable independiente

### 3.4.2 Variable dependiente:

Calidad de vida de los habitantes del sector.

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS, INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
La calidad de vida involucra el bienestar físico, social de acuerdo a la percepción de cada individuo y cada grupo. Es función además de las características del medio en que el proceso se desenvuelve.	Bienestar Social	¿Qué aspectos afectan al bienestar social del sector?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vía en malas condiciones</li> <li>- Falta de algunos servicios básicos</li> <li>- Desconocimiento de mejores técnicas de cultivo en la producción agrícola</li> </ul>	Técnica de Observación  Instrumento: Encuesta  Población: Habitantes de Lligo, Tahuacha y San Jorge.
	Características del sector	¿Cuáles son las características del sector?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrícola y Pecuario</li> <li>- Zona muy poblada</li> <li>- Volumen vehicular moderado - alto</li> <li>- Clima de seco a lluvioso</li> </ul>	Técnica de Observación  Instrumento: Encuesta y  Datos del PDAL*

\* Plan de Desarrollo Estratégico Agrícola y Pecuario del cantón

Tabla 3.3 Operacionalización de la variable dependiente

### 3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Es evidente que la recolección de información dará la base para la solución del problema por ende debe ser ordenada, mediante un cuestionario estructurado para los habitantes de los sectores. Se procedió a realizar la encuesta en los hogares o propiedades hasta las cuales el acceso era posible para obtener información desde el punto de vista social. En el ámbito vial se estableció un lugar específico en el recorrido de la vía para realizar el conteo manual de vehículos y así determinar el tipo y número de vehículos que circulan en ambos sentidos, para la obtención de las muestras de suelo se ubicaron pozos a un costado de la vía.

Para la recolección de información en la zona de estudio se utilizaron las siguientes técnicas:

**Técnica de observación.-** Se emplea cuando es necesario el contacto directo con la realidad del sector para detectar problemas que se relacionen con el mal estado de la capa de rodadura, la observación fue de campo y de laboratorio.

- De campo: Inventario vial y TPDA
- De laboratorio: Ensayos de Suelos (Granulometría, contenido de humedad, CBR, etc)

**Técnica de encuesta.-** Mediante un cuestionario se recolectó información a la muestra de la Población 1, es decir a los habitantes de los sectores involucrados.

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se hizo una revisión crítica de la información recogida de las variables, es decir la información incompleta o contradictoria fue desechada, las respuestas a cada pregunta de la encuesta fueron tabuladas y representadas gráficamente de forma clara y precisa para su posterior análisis e interpretación.

De la misma forma el conteo vehicular en ambos sentidos fue tabulado y presentado en formatos de fácil comprensión, para los resultados de los ensayos de suelos se utilizaron los formatos establecidos por el laboratorio.

Finalmente, el inventario vial se realizó para cada kilómetro describiendo área y tipo de calzada, estado de cunetas en metros lineales.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### 4.1.1 Análisis de resultados de la Encuesta

La encuesta fue aplicada a una muestra de 360 habitantes, y denota el criterio de los moradores con respecto a las condiciones actuales de la vía.

**Pregunta 1.** ¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?

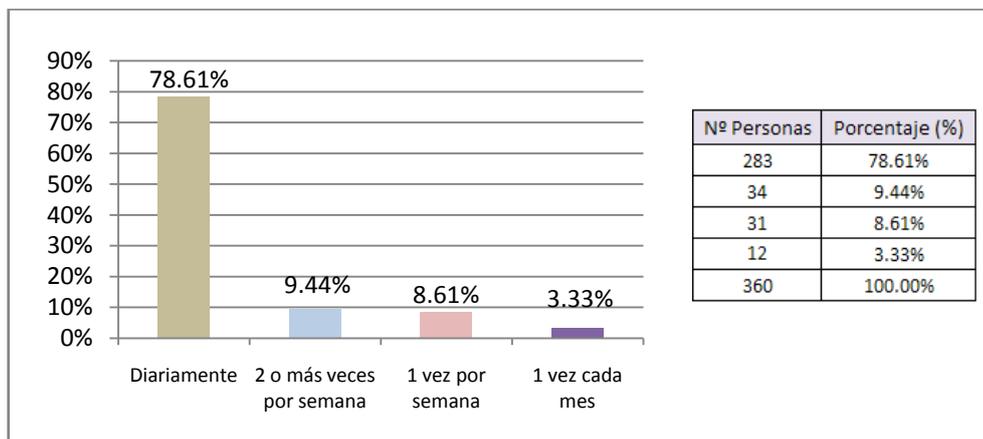


Gráfico 4.1 Datos pregunta N° 1

##### Análisis de la Pregunta 1

El 78.61% circula a diario por cuestiones de trabajo, educación, el 9.44% lo hace dos o más veces a la semana debido a la feria en Patate, el 8.61% viene a trabajar en sembríos y el 3.33% acude al centro de Patate por atención médica.

**Pregunta 2.** ¿Qué tipo de vehículo utiliza para movilizarse en el cantón?

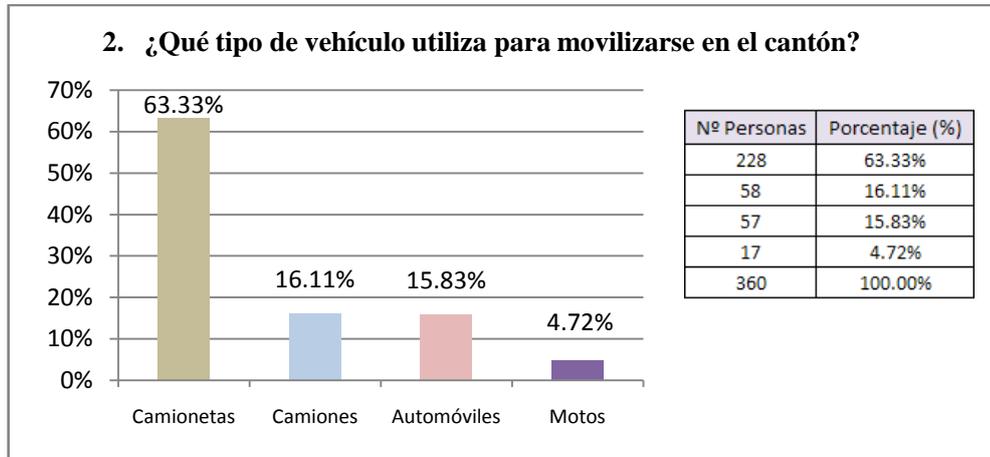


Gráfico 4.2 Datos pregunta N° 2

Análisis de la Pregunta 2

Un 63.33% utiliza camionetas, el 16.11% camiones, el 15.83% automóviles y el 4.72% utiliza motos.

**Pregunta 3.** ¿Cuál es la razón del mal estado de la vía a su criterio?

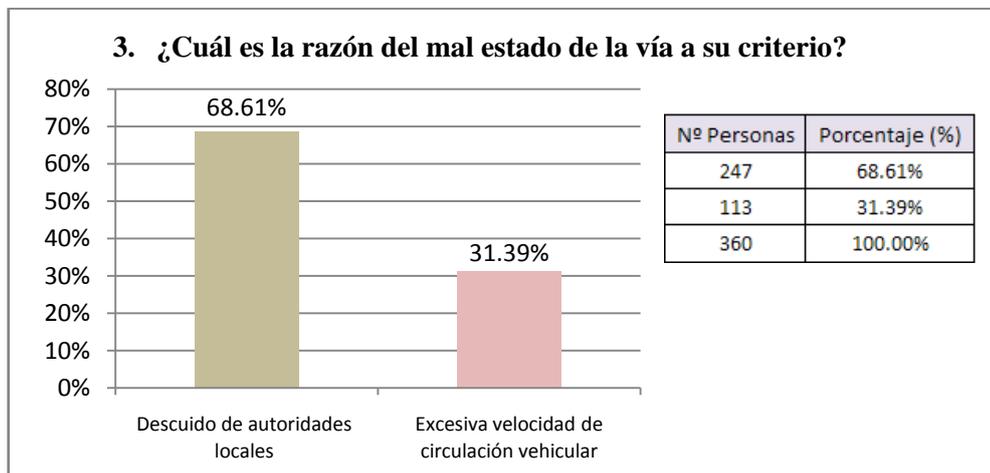


Gráfico 4.3 Datos pregunta N° 3

Análisis de la Pregunta 3

El 68.61% piensa que es descuido de autoridades locales y el 31.39% que es el exceso de velocidad con la que circulan los vehículos.

**Pregunta 4.** ¿El estado de la vía influye en el costo del transporte?

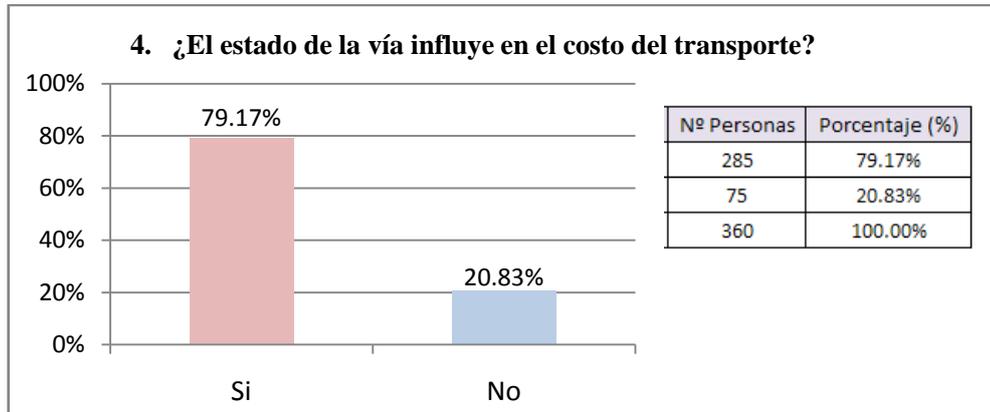


Gráfico 4.4 Datos pregunta N° 4

Análisis de la Pregunta 4

El 79.17% cree que si influye en el costo del transporte y el 20.83% que el estado de la vía no influye en el costo.

**Pregunta 5.** ¿En qué magnitud cree que la vía ha provocado daños a vehículos?

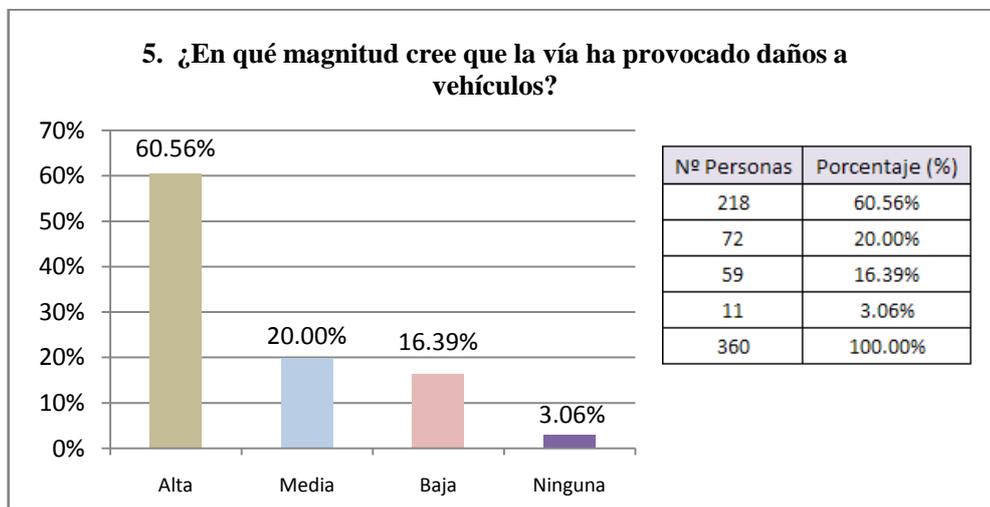


Gráfico 4.5 Datos pregunta N° 5

Análisis de la Pregunta 5

El 60.56% cree que hay un alto índice de daños a vehículos ocasionados por el estado de la vía, el 20% piensa que hay un índice medio, el 16.39% menciona que es baja y el 3.06% que no se han generado daños a vehículos.

**Pregunta 6.** ¿Cuál a su criterio sería la forma de mejorar el actual estado de la vía?

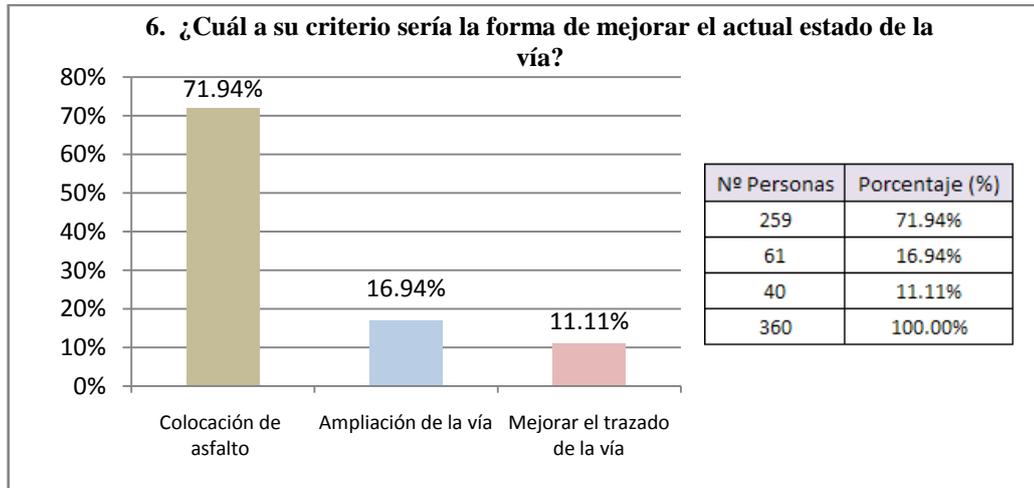


Gráfico 4.6 Datos pregunta N° 6

**Análisis de la Pregunta 6**

El 71.94% opta por la colocación de asfalto para mejorar el estado de la vía, un 16.94% por la ampliación y el 11.11% prefiere que se mejore el trazado de la vía.

**Pregunta 7.** ¿El asfaltado de la vía reducirá el tiempo de recorrido vehicular?

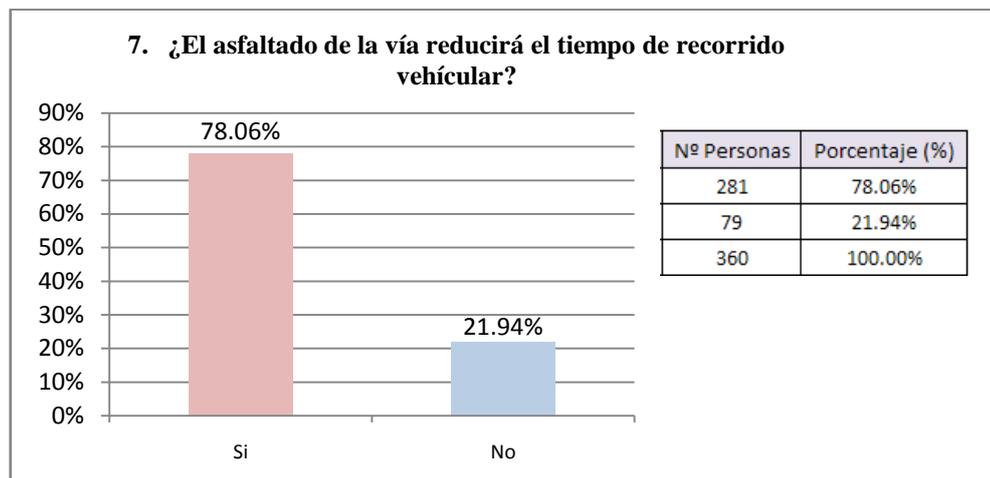


Gráfico 4.7 Datos pregunta N° 7

**Análisis de la Pregunta 7**

El 78.06% piensa que el asfaltado de la vía contribuirá a reducir el tiempo de recorrido y el 21.94% restante cree que no reducirá el tiempo.

**Pregunta 8.** ¿Cree usted que el asfaltado mejorará la calidad de vida en esta zona?

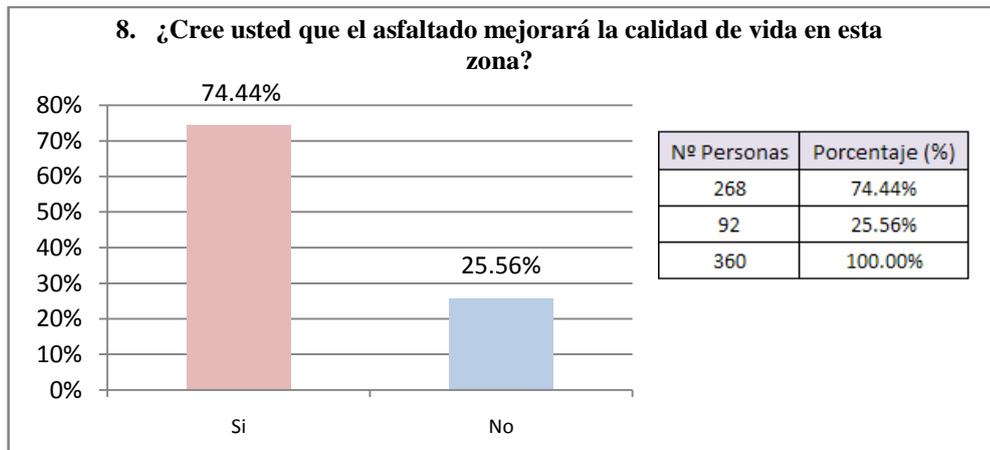


Gráfico 4.8 Datos pregunta N° 8

Análisis de la Pregunta 8

Un 74.44% de los moradores cree que el asfaltado de la vía mejorará la calidad de vida en el sector y el 25.56% cree que no mejorará.

**Pregunta 9.** ¿En qué medida se incrementará la actividad comercial en el sector?

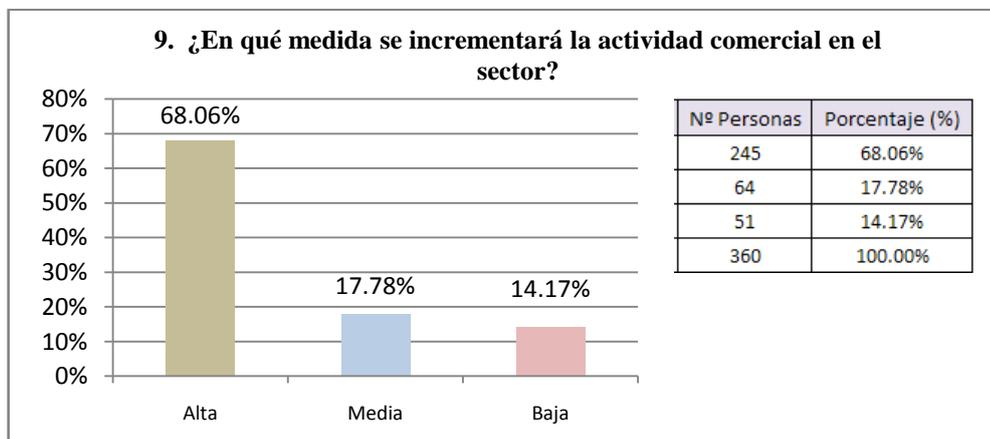


Gráfico 4.9 Datos pregunta N° 9

Análisis de la Pregunta 9

El 68.06% de las personas encuestadas cree que será alta la actividad comercial en el sector, el 17.78% contestó que la actividad comercial será media y el 14.17% expresa que por el contrario será baja.

**Pregunta 10.** ¿Cuál sería el beneficio que usted obtendría con la ejecución del proyecto?

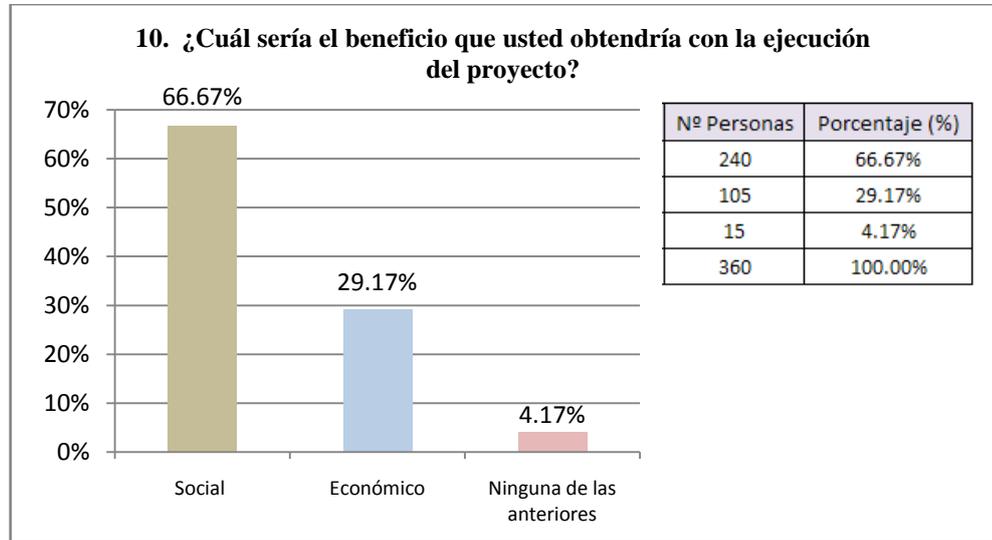


Gráfico 4.10 Datos pregunta N° 10

#### Análisis de la Pregunta 10

El 66.67% manifiesta que obtendrían un beneficio social con la ejecución del proyecto, el 29.17% piensa que un beneficio económico y tan solo el 4.17% cree que no obtendrá ningún beneficio.

#### 4.1.2 Análisis de resultados del Inventario vial

El inventario se realizó para conocer el estado actual de la vía, el tipo de capa de rodadura, ancho de calzada y la existencia o no de cunetas. (ANEXO 1.2)

A continuación se presentan los aspectos más importantes de cada kilómetro para su análisis:

Kilómetro 1 comprende el tramo K0+000 hasta K1+000; en la abscisa 0+280 se encuentra la comunidad de Lligo habitado por 152 personas. Desde 0+000 a 1+000 la vía está empedrada presenta baches y desmoronamiento del empedrado en las hileras laterales, el ancho de la calzada varía entre 5.30 m como máximo y 3.80 m como mínimo, no hay cunetas en todo este tramo.

Kilómetro 2 de K1+020 a K2+000; en la abscisa 1+320 inicia la comunidad de Tahuaiicha formada por 221 personas, en 1+360 continua el empedrado en mal estado debido a la vegetación y a la humedad, desde la abscisa 1+380 a la 1+540 el empedrado desaparece quedando una vía lastrada y cunetas obstruidas por la vegetación y escombros, desde 1+540 a 2+000 existe empedrado con pocos baches el ancho de la calzada varía de 4.80 m a 3.90 m.

El tercer tramo va desde 2+020 a 3+270, en la abscisa 2+500 hasta 2+880 la vía se encuentra lastrada en mal estado por la presencia de agua superficial, en la abscisa 2+880 hay pendientes pronunciadas, en 3+080 se ubica la comunidad de San Jorge con 1195 habitantes la más poblada del sector, desde la abscisa 3+080 hasta 3+260 hay cunetas con recubrimiento en mal estado, impidiendo la normal circulación de agua pluvial, el ancho de la calzada varía de 5.00 m a 4.10 m.

#### 4.1.3 Análisis de resultados del Tráfico

##### 4.1.3.1 Tráfico actual

La realización del conteo manual de vehículos fue planificada para la primera semana de febrero de 2010, por un período de 9 horas (de 08:00 a 17:00 horas).

Esta información sirvió para determinar el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) y fue recopilada en hojas electrónicas de EXCEL. (ANEXO 2)

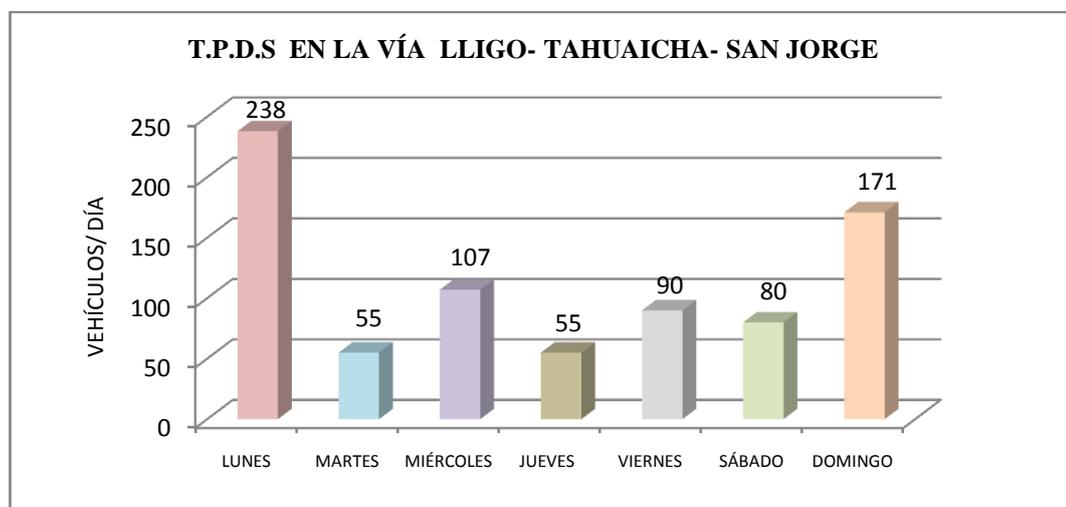


Gráfico 4.11 T.P.D.S – primera semana de febrero

#### Análisis del tráfico actual

El día lunes fue de mayor circulación vehicular con 238, martes con 55, miércoles con 107, jueves con 55, viernes con 90, sábado con 80 y domingo con 171 vehículos/día, registrado en ambos sentidos.

#### 4.1.3.2 Tráfico futuro

Obtenido el TPDS promedio se puede anticipar el volumen vehicular que se generará al realizar el mejoramiento de la capa de rodadura, para ello se considera el tráfico generado, tráfico desviado o atraído y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

TIPO VEHICULO	TPDA (Actual)	TRÁFICO			TPDA (Futuro total)
		GENERADO 20%	ATRAIDO 10%	POR DESARROLLO 5%	
LIVIANOS	102	20	10	5	137
PESADOS (C-2-P)	12	2	1	1	16
TOTAL	<b>114</b>	22	11	6	<b>153</b>

Tabla 4.1 Tráfico Futuro

#### Análisis del tráfico futuro

La cantidad promedio de vehículos livianos es 102 con un incremento del 35% debido al tráfico generado, atraído y por desarrollo se eleva la cantidad a 137 vehículos/día, lo mismo ocurre con los vehículos pesados del tipo C-2-P que de 12 sube a 16 vehículos/día.

#### 4.1.3.3 Tráfico proyectado

Con el tráfico futuro ya calculado se proyecta para un lapso de 20 años, periodo de análisis máximo para proyectos viales.

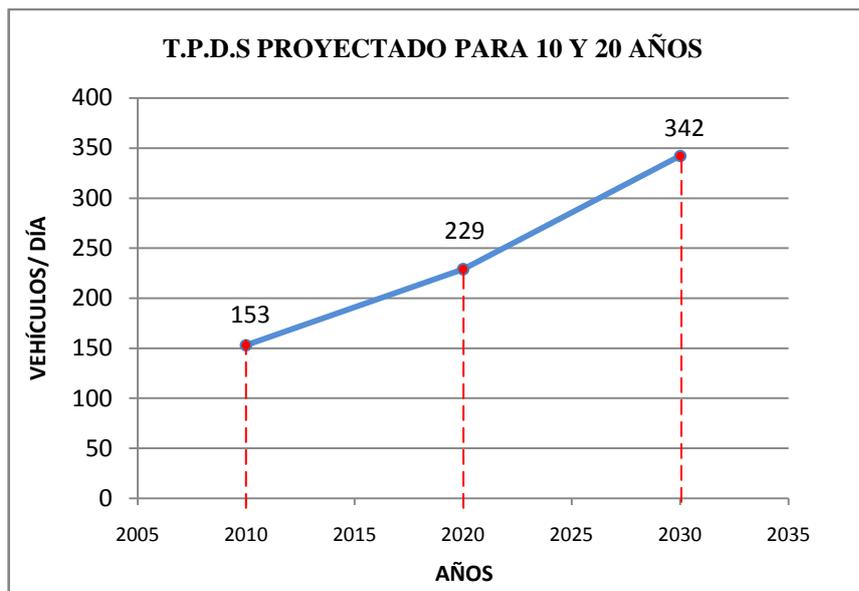


Gráfico 4.12 Proyección del Tráfico

#### Análisis del tráfico proyectado

En el año 2010 tiene una cantidad de 153 vehículos/día, para el año 2020 tendría 229 vehículos/día y para el año 2030 alcanzaría los 342 vehículos/día.

#### 4.1.4 Análisis de resultados del Estudio de Suelos

La importancia del estudio de suelos radica adicionalmente de las razones técnicas en el factor económico, ya que según los valores obtenidos de los ensayos podrá aumentar o disminuir considerablemente el costo. (ANEXO 3)

La recolección de las muestras de suelo en la vía de estudio se realizó cada kilómetro por medio de pozos a cielo abierto rectangulares (1.20 x 0.80 x 1.10) m.

POZOS A CIELO ABIERTO (P.C.A)			
ABSCISA (Km)	# POZO	LUGAR	COTA (m)
0 +000	P1	INICIO LLIGO	2607.9610
1 +000	P2	FINAL LLIGO	2688.3200
2 +000	P3	TAHUAICHA	2792.6500
3 +000	P4	SAN JORGE	2869.2740

Tabla 4.2 Ubicación de Pozos a Cielo Abierto

#### 4.1.4.1 Contenido de humedad

Se determinó la presencia de humedad natural a lo largo de la vía en estudio, con la ayuda del ensayo de contenido de humedad realizada a las muestras de suelo.



Gráfico 4.13 Variación de humedad en la vía

#### Análisis del Contenido de humedad

En la abscisa 0+000 el contenido de humedad es 9.85%, varía en la abscisa 1+000 con 9.74%, en la abscisa 2+000 se eleva a 10.11% y finalmente un 10.23% en la abscisa 3+000.

#### 4.1.4.2 Análisis Granulométrico

Mediante el ensayo de granulometría se logró identificar y clasificar al suelo utilizando el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

ABSCISA (Km)	SISTEMA SUCS	
0 +000	<b>GW</b>	GRAVA BIEN GRADUADA
1 +000	<b>SW</b>	ARENAS SIN FINOS
2 +000	<b>SW</b>	ARENAS SIN FINOS
3 +000	<b>GW</b>	GRAVA BIEN GRADUADA

Tabla 4.3 Clasificación del suelo

Análisis de la granulometría

Se encontró GW en las abscisas 0+000 y 3+000, finalmente SW en las abscisas 1+000 y 2+000.

#### 4.1.4.3 Límites de consistencia

Para conocer como el contenido de humedad actúa en el suelo se realizó el ensayo de límites de Plasticidad. (Límite líquido y plástico).

ABSCISA (Km)	LL (%)
0 +000	17.55
1 +000	25.50
2 +000	19.20
3 +000	21.50

Tabla 4.4 Valores del LL del suelo

Análisis del Límite líquido

En la abscisa 0+000 el Límite líquido es 17.55%, en la abscisa 1+000 es 25.50%, en la abscisa 2+000 es 19.20% y finalmente 21.50% en la abscisa 3+000.

#### 4.1.4.4 Capacidad de soporte ó CBR

De una serie de ensayos de laboratorio incluida la compactación se determinaron los valores de C.B.R (California Bearing Ratio), de la vía:

ABSCISA	CBR (%)	
	SUBRASANTE	BASE DEL EMPEDRADO
K 0 + 000	13.00	32
K 1 + 000	11.00	37
K 2 + 000	11.00	37
K 3 + 000	13.00	44

Tabla 4.5 Valores CBR de la vía

Análisis del CBR

Ya que la vía actualmente está empedrada se analizaron las capas que lo conforman subrasante y capa base del empedrado, determinando en la subrasante 13% y 11% de CBR, y en la capa base 32%, 37% y 44% de CBR.

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 Interpretación de datos de la Encuesta

<b>PREGUNTA Nº</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>1</b>	Los resultados demuestran que a pesar del mal estado de la capa de rodadura en la vía los moradores tienen que circularla obligatoriamente para llegar a su destino.
<b>2</b>	Las camionetas son utilizadas como medio de transporte por los moradores debido a que éste es el servicio que adoptó el cantón.
<b>3</b>	A criterio de los moradores el mal estado de la vía se debe a la cantidad y velocidad de los vehículos que circulan por ella, a esto se añade el descuido de las autoridades locales en la aplicación de planes de mantenimiento vial.
<b>4</b>	Es evidente que el mal estado de la vía influye en el costo del transporte pero solo en parte, el precio del combustible, neumáticos y otros, son los que regulan este costo.
<b>5</b>	El estado actual de la vía provoca accidentes leves y daños mecánicos en vehículos de personas que por turismo u otro motivo la circulan.
<b>6</b>	La mayoría de personas optan por la colocación de asfalto para mejorar el estado de la vía, pero esto debe realizarlo el Gobierno Municipal el presente proyecto analiza la capa de rodadura de la vía proponiendo un diseño del pavimento y así facilitar la movilización vehicular en forma ágil, segura y cómoda de aquellas personas que poseen o no un determinado vehículo.
<b>7</b>	La mayoría de moradores de la zona cree que el asfaltado de la vía reducirá el tiempo de recorrido ayudando a que los productos agrícolas no se maltraten hasta llegar a sus puntos de entrega.
<b>8</b>	Los resultados indican que los moradores del sector confían que el proyecto contribuirá al desarrollo del sector fomentando el comercio de productos agrícolas, seguridad y comodidad en el transporte de personas.
<b>9</b>	Los moradores creen que la actividad comercial aumentará pero la mejora en la vía por sí sola no contribuirá con este propósito, se necesita de capacitación y asistencia técnica en el sector agropecuario.
<b>10</b>	La mayoría de personas creen en un beneficio social a futuro como el suministro de servicios básicos tales como; alumbrado público, recolección de basura, redes telefónicas y salud. Además beneficios económicos de quienes poseen sembríos mediante la creación de cooperativas o asociaciones agrícolas para comercializar sus productos dentro y fuera del cantón.

Tabla 4.6 Interpretación de datos de la Encuesta

## 4.2.2 Interpretación de datos del Inventario vial

En el primer kilómetro la falta de cunetas ha provocado que el agua no tenga una buena circulación y se estanque a los costados de la vía, dañando la superficie de la capa de rodadura actual por ende la libre circulación.

En los siguientes tramos los baches en el empedrado y cunetas obstruidas se pueden deber a que no se aplican planes de mantenimiento vial, el ancho de la calzada varía desde el inicio hasta el final de la vía para un futuro asfaltado debe controlarse un ancho adecuado dependiendo éste de la clase de vía.

## 4.2.3 Interpretación de datos del Tráfico

### 4.2.3.1 Tráfico actual

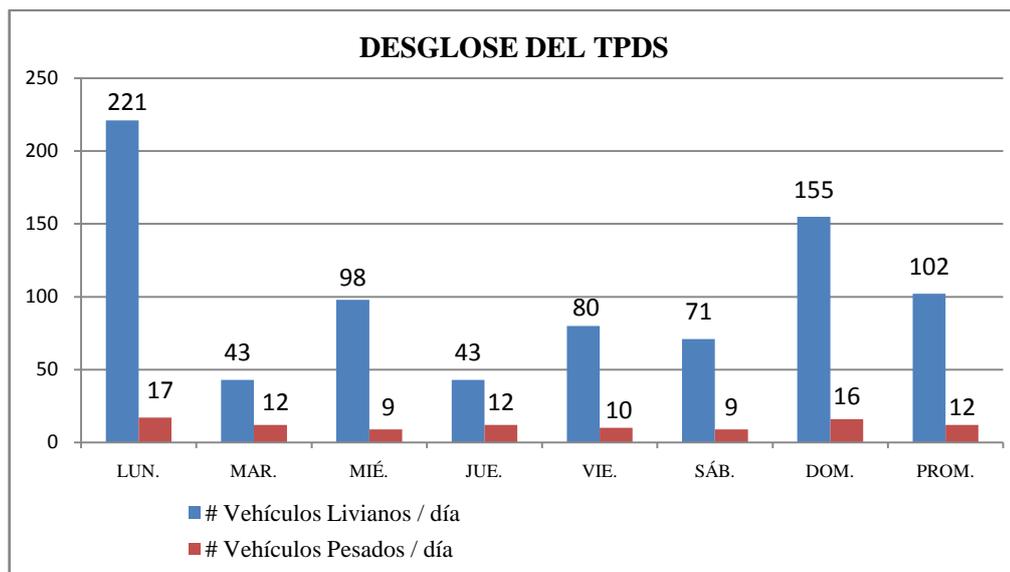


Gráfico 4.14 TPDS- Desglose

A pesar del estado actual de la vía (baches, desmoronamiento del empedrado) tiene una circulación moderada de automóviles y camionetas, éste último sirve como medio de transporte público ya que gran parte de los habitantes de San Jorge viajan hasta el centro de Patate atravesando los sectores de Tahaicha, Lligo para acudir a establecimientos educativos, tomar buses hasta Ambato, etc.

#### 4.2.3.2 Tráfico futuro

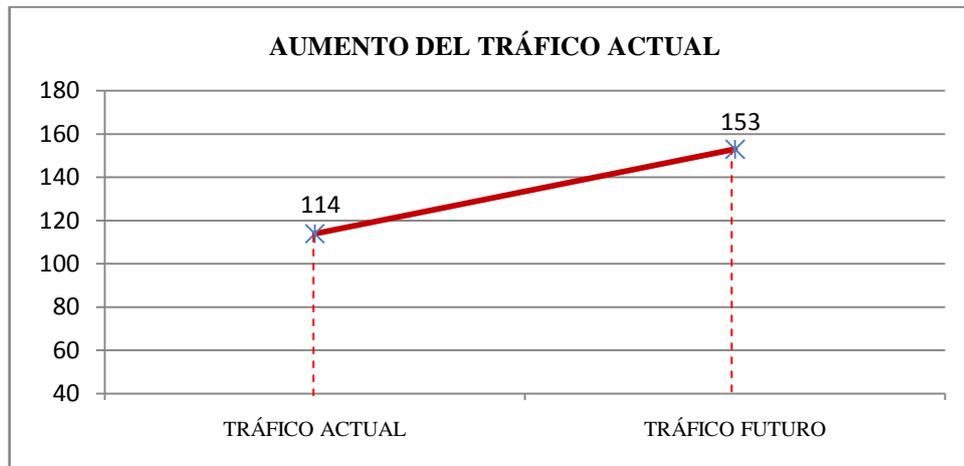


Gráfico 4.15 Tráfico futuro

La mejora de la capa de rodadura en la vía brindará confort y seguridad entre lo más importante, atrayendo flujo vehicular de las comunidades aledañas que verán reducir tiempo de recorrido, daños mecánicos, etc.

#### 4.2.3.3 Tráfico proyectado

Probablemente la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

Visto de esta forma la diferencia en la cantidad de vehículos entre los años 2010 y 2030 es elevada, hay que considerar que la proyección para periodos largos no es muy confiable, debido a que los valores pueden variar con respecto al previsto, por el contrario para periodos cortos los valores son más confiables.

#### 4.2.4 Interpretación de datos del Estudio de Suelos

##### 4.2.4.1 Contenido de humedad

Los contenidos de humedad natural obtenidos a lo largo de la vía en estudio indican que no se producirán posibles asentamientos por cambios volumétricos ya que la cantidad de agua retenida es baja.

#### **4.2.4.2 Análisis Granulométrico**

Se encontraron mezclas bien proporcionadas de grava, arena y limo en la capa base del empedrado, y arena - limo en la subrasante, ésto representa un comportamiento estructural óptimo alcanzando altos grados de densificación y compactación.

#### **4.2.4.3 Límites de consistencia**

Los valores encontrados en la curva de escurrimiento a los 25 golpes, indican un suelo con baja plasticidad y por lo tanto baja compresibilidad, el límite plástico fue de 0% en cada muestra.

#### **4.2.4.4 Capacidad de soporte ó CBR**

Los CBR encontrados por medio de ensayos son elevados, la muestra de agregados de la capa base tiene buena calidad por ello los CBR encontrados son mayores a 30 %, valor mínimo que establece el MTOP en sus especificaciones, ésto demuestra que el empedrado puede cumplir la función de sub base sin ningún problema, la pre-consolidación de la subrasante crea un aporte adicional a la estabilidad de la vía ya que reduce la posibilidad de asentamientos.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

El estado de la capa de rodadura de la vía Lligo Tahuaicha, San Jorge mejorará con el diseño del pavimento proporcionando al usuario una superficie de rodadura segura y cómoda, y su posterior construcción permitirá agilizar la circulación vehicular, reducir tiempos de recorrido y contribuir a alcanzar la calidad de vida en la zona.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La vía en sus condiciones actuales causa problemas a la libre circulación vehicular afectando tiempos de recorrido, comodidad y seguridad de las personas por la variación del tipo de superficie de rodamiento, un 93.49% de vía está empedrada y el 6.51% de vía está lastrada.
- La vía no tiene un ancho de calzada constante, varía entre 3.80 m como mínimo y 5.30 m como máximo durante todo el trayecto desde K0+000 a K3+271.
- El pésimo estado de las cunetas o la inexistencia de ellas causa daños a la vía ocasionando erosión superficial en sectores donde la vía se encuentra lastrada y desmoronamiento de las hileras laterales en el empedrado.
- La capa de rodadura no tiene un buen funcionamiento, lo cual impide que mejore la calidad de vida de quienes viven en el sector, esto lo afirma un 74.44% de los moradores encuestados.
- Los vehículos que circulan por la vía son de tipo liviano representados por automóviles y camionetas en un 89.47%, y pesados como camiones que representan un 10.53%.

- Una vez determinado el periodo de análisis de 20 años para la vía, ésta se clasifica según el MTOP como una vía de III orden ( $300 < TPDA < 1000$ ).
- Del estudio realizado en la subrasante de la vía de acceso a las comunidades de Lligo, Tahuaicha y San Jorge del Cantón Patate se concluye que el valor de CBR promedio obtenido es 12%, lo que indica que la estructura del pavimento tendrá un buen suelo de fundación.
- Debido a que la vía está empedrada, la subrasante se encuentra pre-consolidada es decir tiene alta densidad, esto favorece a la estabilidad de la vía y reduce la posibilidad de asentamientos.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Es indispensable que se lleve a cabo el mejoramiento, a fin de que exista uniformidad en el tipo de capa de rodadura y así disminuir los tiempos de recorrido, mejorar la comodidad al momento de circular.
- Con el fin de evacuar las aguas lluvias y evitar el daño de la capa de rodadura es necesario dar mantenimiento a las cunetas obstruidas.
- Para el diseño de pavimentos se recomienda utilizar periodos de diseño cortos (10 años) para este tipo de vías, si la vía sufre daños posteriores al mejoramiento por consecuencia del intemperismo, aumento de usuarios, etc, ésta se encuentra en un periodo en la cual puede ser recuperada.
- La colocación de una capa de base sobre el empedrado y luego la carpeta asfáltica es la solución más adecuada, debido a que la estructura actual (empedrado) se encuentra en condiciones aceptables y los valores de CBR obtenidos cumplen con las especificaciones del MTOP.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

**Tema:** DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LLIGO –TAHUAICHA- SAN JORGE DEL CANTÓN PATATE.

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1 Beneficiarios**

Los habitantes de los sectores de Lligo, Tahuaicha y San Jorge pertenecientes a la Parroquia La Matriz del Cantón Patate se verán beneficiados de forma directa, ya que se dedican a la producción de hortalizas, tomate de árbol, maíz, fréjol, papas entre otros y la mayoría de agricultores presentan dificultades en materia de transporte y comercialización. Esto debido a que el estado de la capa de rodadura de la vía no permite que camiones o camionetas utilicen toda su capacidad de carga, teniendo que transportar el producto varias veces en cantidades pequeñas o en grandes cantidades pero aumentando el tiempo de recorrido por temor a sufrir daños mecánicos o maltratar los productos todo esto puede mejorar con el diseño del pavimento de la vía.

Los habitantes de los sectores aledaños al proyecto se beneficiarán de forma indirecta, debido a que una vía en buenas condiciones brinda seguridad y comodidad en la circulación vehicular para el traslado de personas y productos

agrícolas entre lo más importante. El Cantón tiene una población total de 11790 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional anual de 1.20%, estos datos fueron recopilados del Plan de Desarrollo Estratégico Agrícola y Pecuario.

<b>CANTÓN PATATE - PARROQUIA LA MATRIZ</b>			
<b>SECTOR</b>	<b>N° DE HABITANTES</b>	<b>N° DE FAMILIAS</b>	<b>COMPOSICIÓN FAMILIAR</b>
LLIGO	152	31	5
TAHUAICHA	221	58	4
SAN JORGE	1195	320	4
<b>TOTAL</b>	<b>1568 hab.</b>		

Tabla 6.1 Beneficiarios Directos

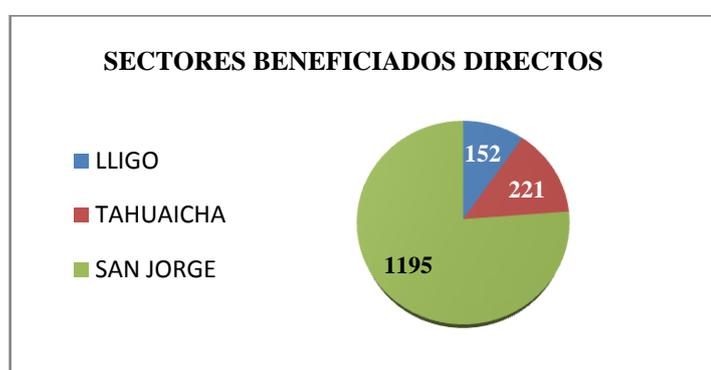


Gráfico 6.1 Representación de los sectores directamente beneficiados

<b>CANTÓN PATATE - PARROQUIA LA MATRIZ</b>			
<b>SECTOR</b>	<b>N° DE HABITANTES</b>	<b>N° DE FAMILIAS</b>	<b>COMPOSICIÓN FAMILIAR</b>
MUNDUG	478	80	6
LA LIBERTAD	240	55	4
PATATE-CENTRO	1794	320	6
<b>TOTAL</b>	<b>2512 hab.</b>		

Tabla 6.2 Beneficiarios Indirectos

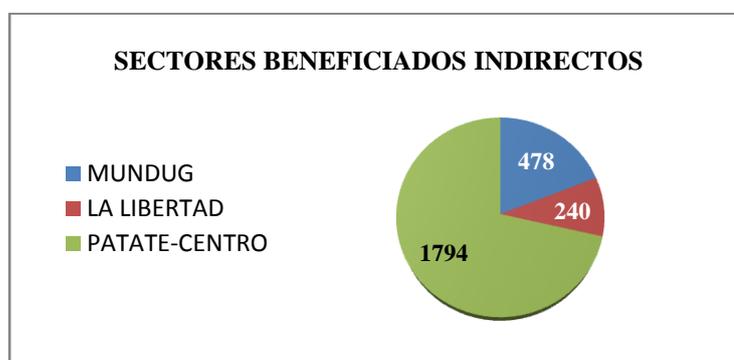


Gráfico 6.2 Representación de los sectores indirectamente beneficiados

### 6.1.2 Ubicación

El Cantón Patate ubicado en la zona centro oriente de la provincia de Tungurahua, tiene un extensión de 314.7 Km<sup>2</sup>. Sus límites son, al norte el Cantón Santiago de Píllaro, al sur y al este el Cantón Baños de Agua Santa y al oeste el Cantón San Pedro de Pelileo. La vía de acceso a las comunidades de Lligo, Tahuaicha, San Jorge se encuentra a las afueras del centro de Patate.

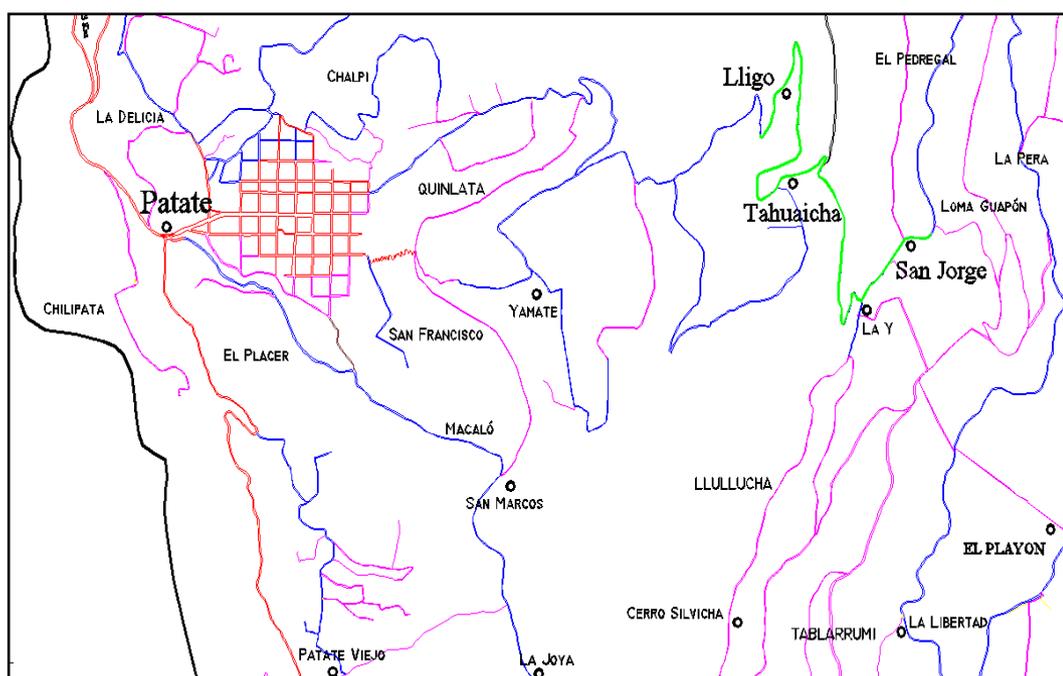


Gráfico 6.3 Ubicación del proyecto en el mapa cantonal

El Cantón Patate se ubica en una región montañosa con alturas que van desde los 2000 m.s.n.m. a las riveras del Río Patate y la altura máxima de 3600 m.s.n.m. en la parte más alta que corresponde a la Parroquia Sucre.

DESCRIPCIÓN	SECTOR	COORDENADAS		ELEVACIÓN
		E	N	Z
Comienzo de vía lastrada	INICIO	780026.24	9855603.82	2608.06
Población	LLIGO	780127.82	9855807.30	2629.16
Población	TAHUAICHA	780159.64	9855415.40	2730.63
Población	SAN JORGE	780684.21	9855073.46	2869.27
Escuela "Rubén Silva"	FIN	780867.51	9855205.69	2884.22

Tabla 6.3 Ubicación del proyecto según coordenadas

### 6.1.3 Características de la zona

Para un buen diseño del pavimento es necesario conocer la infraestructura vial, factores individuales del ambiente como son la temperatura, precipitación, entre lo más importante, influyen en la estabilidad y funcionalidad de una vía en general.

#### 6.1.3.1 Infraestructura vial

Es el aspecto más importante dentro de cualquier proyecto sea de construcción o mejoramiento vial pues de él se determina el tipo de solución a ejecutarse.

##### a. Clasificación de la vía

En base a la clasificación de las carreteras en nuestro país, la vía en estudio se considera:

- Según el tipo de terreno, de topografía montañosa (M).
- Según su jurisdicción, pertenece a la red vial cantonal.
- Según el tráfico proyectado, es de Clase III.
- Según la función jerárquica, es una vía colectora.

La vía que une a las comunidades de Lligo-Tahuaicha-San Jorge es de Clase III hay tramos que necesitan de mantenimiento para mejorar el funcionamiento de cunetas y calzada.

##### b. Condiciones del empedrado

Es considerado como un pavimento flexible, pues se acomoda de acuerdo a las deformaciones que presenta la subrasante, las deformaciones plásticas que en cualquier pavimento flexible produciría grietas, en los empedrados producen ondulaciones.

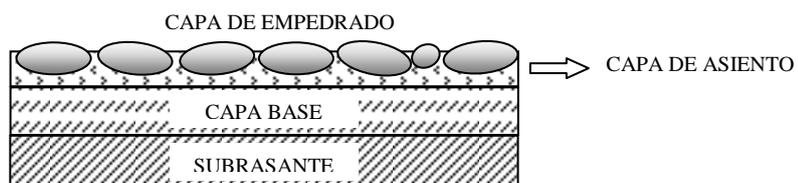


Gráfico 6.4 Pavimento tipo empedrado

Se entiende por empedrado al: recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o de piedra partida para formar una superficie de rodadura resistente, estable y económica.

Debido a que los empedrados se los construyen directamente sobre la subrasante o capa base, se debe determinar si la subrasante de la vía tiene buena capacidad de soporte o CBR. El empedrado de la vía presenta las siguientes características:

- Ondulaciones y baches en ciertos tramos del recorrido.
- La fricción entre las piedras, ayuda a soportar la carga que transmiten las llantas a la capa de rodadura pero es necesario rellenar las juntas por la presencia de agua superficial.
- Desmoronamiento de las hileras laterales del empedrado en la vía.

La **capa de asiento** absorbe las irregularidades y ayuda a mantener juntas a las piedras, sin embargo a simple vista esta capa por producto del elevado tránsito y escorrentía superficial no cumple con este propósito.

La **capa base** sirve de soporte del empedrado y a la vez protege a la subrasante de la presencia de agua lluvia evitando que penetre hasta erosionarla.

La **subrasante** de la vía en estudio posee un CBR promedio de 12%, y se encuentra pre-consolidada esto favorece a su estabilidad.

El empedrado de la vía tiene un espesor promedio de 25 cm a lo largo de todo el trayecto, un espesor promedio de 10 cm en la capa base, de 6 cm en la capa de asiento y de 8 cm en la capa de empedrado, es decir tiene un espesor regular.

CAPA	BUENA	REGULAR	POBRE
Empedrado	9	12	
Asiento	13		
Base granular	10	12	15
Base suelo- cemento	-	-	8
Espesor total (cm.)	26	28	31

Tabla 6.4 Espesor del empedrado- calles pequeñas desarrollo turístico- campestre

### c. Condiciones de las cunetas

Las cunetas son las depresiones en los extremos de las vías, calles o calzadas que recogen el escurrimiento pluvial que drena a éstas, en la vía se encontraron:

- Zanjas conformadas de tierra natural en el primer tramo del proyecto, sirven para la evacuación de aguas, y causan acumulación de agua en los costados de la vía por ende desmoronamiento del empedrado.
- Cuneta triangular (50x30 cm) ancho y calado respectivamente, construida en los siguientes tramos se encuentra cubierta por basura, maleza y escombros producto de derrumbes.

### 6.1.3.2 Clima

Los datos tomados corresponden al lapso junio 2009 a mayo 2010, de la estación meteorológica ubicada en el Colegio Agropecuario Benjamín Araujo de Patate.

MESES	TEMPERATURA °C			PRECIPITACIÓN (mm)		HUMEDAD RELATIVA	NUBOSIDAD EN OCTAS
	MÁX.	MIN.	MEDIA	TOTAL	MÁX. 24 Hs		
JUNIO. 2009	21.57	10.97	16.27	84.50	29.50	82.00	5.00
JULIO	22.22	10.78	16.50	57.20	6.50	80.00	5.00
AGOSTO	22.87	10.59	16.73	58.40	4.50	80.00	5.00
SEPTIEMBRE	23.00	8.39	15.70	42.80	3.20	74.00	3.00
OCTUBRE	24.50	10.41	17.46	56.60	27.40	80.00	4.00
NOVIEMBRE	25.00	10.13	17.57	36.10	4.70	78.00	4.00
DICIEMBRE	24.70	11.66	18.18	47.30	3.20	79.00	4.00
ENERO. 2010	24.31	11.32	17.82	32.40	22.20	78.00	5.00
FEBRERO	23.93	10.98	17.46	34.70	15.70	79.00	4.00
MARZO	24.67	11.79	18.23	55.50	4.70	81.00	4.00
ABRIL	24.15	11.96	18.06	57.10	17.00	80.00	4.00
MAYO	23.65	11.55	17.60	66.20	10.00	80.00	4.00
ANUAL	23.71	10.88	17.30	628.80	12.38	79.25	4.25

Tabla 6.5 Resumen del Clima - Estación Patate

Según referencias del INAMHI el transcurso relativo de precipitación es; MLL – Muy lluvioso del 15 - 20 %, LL – Lluvioso del 11.5 - 15 %, LLV – Lluvioso variable de 8.5 - 11.5 %, SV – Seco variable 5 - 8.5 %, S – Seco 2.5 – 5 % y MS – Muy seco 0 - 2.5 %.

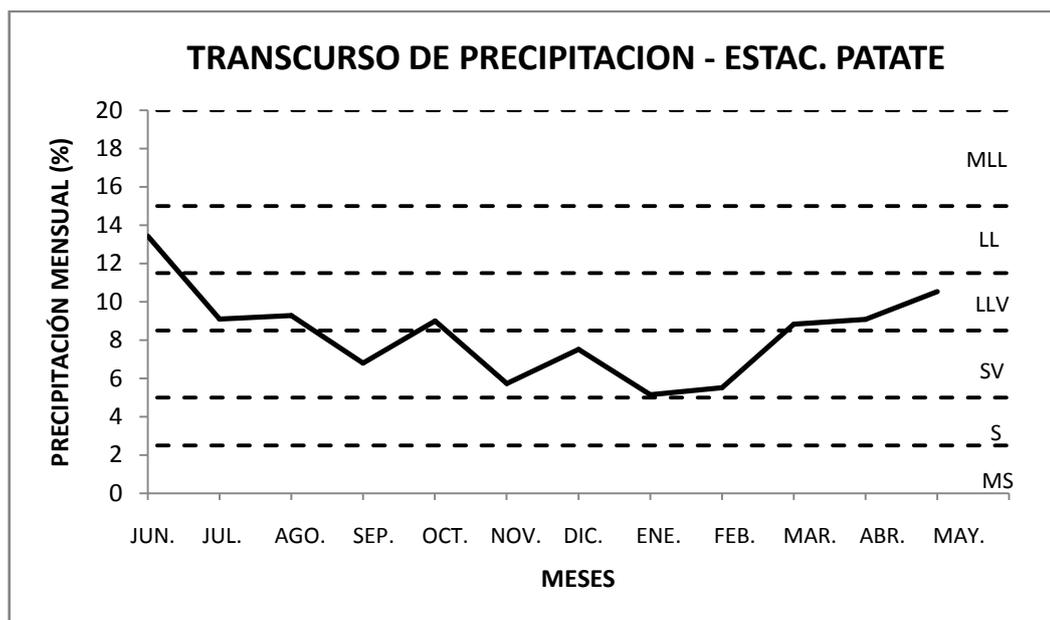


Gráfico 6.5 Transcurso de Precipitación Mensual (%). Estación Patate

De lo anterior se desprende que el mes de junio 2009 se lo considera lluvioso (LL) con 13.44%, julio desciende a lluvioso variable (LLV) con 9.1%, al igual que agosto con 9.29%, baja a 6.81% en septiembre a seco variable (SV), sube a 9 % en octubre a lluvioso variable (LLV), desciende nuevamente en el mes de noviembre a seco variable (SV) con 5.74%, en diciembre se incrementa a 7.52% aún manteniéndose en (SV). En enero 2010 con 5.15% y febrero con 5.52% continúan en (SV), marzo con 8.83% y abril con 9.08% suben a (LLV) y en mayo con 10.53% se mantiene en (LLV).

## 6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La provincia del Tungurahua se encuentra localizada en el centro del país constituyéndose en una zona de comunicación entre las provincias tanto de la sierra como del oriente, por ello la intervención y posterior recuperación de las vías es una prioridad a nivel provincial para mejorar la intercomunicación y generar desarrollo socio económico.

Patate es uno de los cantones que posee gran variedad de producción agrícola, esto debe ser aprovechado mediante el mejoramiento de las vías existentes, manteniendo seguridad, comodidad y accesibilidad a las propiedades.

En la parroquia Sucre del cantón Patate el Gobierno Provincial de Tungurahua realizó la colocación de la carpeta asfáltica en la vía de acceso a esta parroquia en una longitud de 7 Km.

Al ser la vialidad el eje motor del desarrollo, se impulsa a que los habitantes lideren su propio cambio generando mayores oportunidades en varias áreas como; agricultura, producción, turismo, ganadería entre otras.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

La tendencia turística y agropecuaria del cantón hace imprescindible optimizar el potencial que Patate posee, priorizando la adecuación y mejoramiento de las vías como es el caso de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge.

El potencial agrícola del sector lleva consigo aumento en el flujo vehicular haciendo que la vía actual sea insuficiente y se formen daños en ella como desmoronamiento de las bermas laterales y baches en el empedrado, tomando en consideración que un 93.49% está empedrada y el 6.51% lastrada.

La vía no provee de la comodidad necesaria para la circulación vehicular por lo tanto, existe aumento en los tiempos de recorrido y posibles daños mecánicos, agravándose esto en época de invierno debido a que un 30.57% de la longitud total de la vía no tiene cunetas en buenas condiciones.

La solución al estado de la capa de rodadura actual es el diseño del pavimento, ya que el pavimento proporciona al usuario regularidad superficial siendo cómoda, segura y cuyas características permanecen durante el periodo de servicio; tendrá mayor resistencia a la fatiga producida por las cargas de tránsito, además protegerá a la subrasante de la acción del clima generada por la intemperie, el nivel de ruido que provocan los vehículos al transitar sobre el empedrado y que afecta no solo a pasajeros sino al medio exterior a ellos, disminuirá notablemente.

El pavimento brindará mayor resistencia al deslizamiento ésto dependerá de la textura superficial de la capa de rodadura, facilitará el drenaje superficial

disminuyendo la posibilidad de salpicaduras que pueden influir en la seguridad al momento del manejo.

La influencia que tendrá el cambio de la capa de rodadura en el sector será positiva debido a que se creará un eje de transferencia comercial cómodo, rápido y sobre todo seguro, que integre a las comunidades de Lligo, Tahuaicha y San Jorge con el centro poblado de Patate y de ahí hacia los distintos centros de acopio de productos agrícolas en la provincia del Tungurahua.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 General**

- Diseñar la estructura de pavimento flexible de la vía Lligo – Tahuaicha – San Jorge del Cantón Patate.

### **6.4.2 Específicos**

- Analizar los estudios de suelos para identificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo que servirá como soporte a la estructura del pavimento.
- Determinar el volumen de tráfico para el periodo de diseño.
- Diseño de la capa de rodadura
- Presupuesto referencial

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La propuesta contempla un estudio ordenado priorizando cuestiones económicas, sociales y políticas del lugar en el que se va a efectuar el proyecto.

Referente a lo económico el aprovechar la estructura vial existente colocando carpeta asfáltica sobre el empedrado en base a especificaciones técnicas, ofrece a más de seguridad y comodidad, la reducción de costos en construcción de la

estructura del pavimento, además la agilidad en su ejecución disminuirá el impacto en la economía de las familias dedicadas al cultivo y posterior traslado de sus productos a centros poblados aledaños.

Ahora bien en lo social actualmente no existe un buen sistema vial en los sectores involucrados, pero en el futuro habrá un crecimiento poblacional notable y por lo tanto se requerirá de un sistema vial acorde con las exigencias y necesidades de la población como; desarrollo económico en base a comercialización de productos agrícolas y turismo, prestación de servicios básicos, etc.

La ejecución del proyecto no afectará de manera significativa las condiciones ambientales del lugar y mucho menos la salud de sus habitantes, sin el apoyo de la población cualquier tipo de proyecto pierde el sentido para el cual fue ideado.

En lo político, la municipalidad de Patate por medio del presupuesto designado por el Estado para la ejecución de obras prioritarias, busca el bienestar de sus habitantes con la ejecución de este tipo de obras que permiten un mejor desarrollo socio económico de la zona.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

La estructura del pavimento asfáltico o pavimento flexible, es el conjunto de capas de materiales seleccionados destinados a distribuir y transmitir cargas aplicadas por el tránsito a la subrasante. La palabra flexible, empleada a veces en relación con los pavimentos asfálticos, se refiere a la posibilidad que estas estructuras se adapten a los asentamientos de la cimentación.

Para el diseño del pavimento de la vía de acceso a las comunidades de Lligo, Tahuacha y San Jorge se utilizó el método AASHTO 93 y el programa “Ecuación AASHTO 93” para el cálculo del número estructural SN del pavimento flexible. (ANEXO 4)

## 6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO

### 6.7.1 Diseño De Pavimento Flexible Método AASHTO 93

#### 6.7.1.1 Cálculo de Tráfico

##### 6.7.1.1.1 Tráfico Actual

El conteo vehicular se realizó por un periodo de 9 horas (08:00 a 17:00 horas), por ello es necesario tomar en cuenta las variaciones en el movimiento vehicular a lo largo de las 24 horas del día, seleccionando la hora de máxima demanda 12:00 – 13:00 horas como base para el cálculo del tráfico. (ANEXO 2)

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	6	5	2	13
	5	3	1	9
	4	6	0	10
	6	5	0	11
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>		<b>3</b>	<b>43</b>
%	81.63%		18.37%	100.00%

Tabla 6.6 Hora pico día lunes 1 de febrero 2010

Factor de la Hora Pico (FHP)

$$\text{FHP} = \frac{\text{Total Vehículos} / \text{cuarta parte de la hora pico}}{\text{mayor volumen registrado en el lapso de la hora pico}}$$

$$\text{FHP} = \frac{43/4}{13} = 0.83 \leq 1$$

En carreteras rurales el volumen de tránsito de la hora pico está entre 12 – 18 %, se toma como término medio 15%.

1. Vehículos livianos:

$$\text{TPDA}_L = \frac{\text{Total vehíc. livianos} * \text{FHP}}{15\%}$$

$$\text{TPDA}_L = \frac{40 * 0.83}{0.15} = 221 \text{ Vehículos/día}$$

2. Vehículos pesados:

$$TPDA_p = \frac{\text{Total vehíc. pesados} * FHP}{15\%}$$

$$TPDA_p = \frac{3 * 0.83}{0.15} = 17 \text{ Vehículos/día}$$

$$\text{Tráfico Actual} = TPDA_L + TPDA_p$$

$$\text{Tráfico Actual} = 221 + 17 \Rightarrow 238 \text{ Vehículos/ día}$$

El TPDS promedio de la primera semana de febrero es:

DÍAS	TIPO DE VEHÍCULO		TOTAL
	LIVIANOS	PESADOS CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A Vehículos/ día
LUNES	221	17	238
MARTES	43	12	55
MIÉRCOLES	98	9	107
JUEVES	43	12	55
VIERNES	80	10	90
SÁBADO	71	9	80
DOMINGO	155	16	171
<b>PROMEDIO</b>	<b>102</b>	<b>12</b>	<b>114</b>

Tabla 6.7 Tráfico Promedio

### 6.7.1.1.2 Tráfico Futuro

Pronóstico del volumen vehicular que la vía recibirá una vez que mejore su capa de rodadura, involucra al tráfico actual, tráfico generado, tráfico desviado o atraído y el crecimiento del tráfico por desarrollo

1. Vehículos livianos:

$$TPDS_{L \text{ promedio}} = 102 \text{ Vehículos/ día}$$

$$\text{Tráfico generado (TG)} = 20\% * TPDS_L$$

$$TG = 0.20 * 102 = 20 \text{ Vehículos/ día}$$

$$\begin{aligned}\text{Tráfico atraído (TA)} &= 10\% * TPDS_L \\ \text{TA} &= 0.10 * 102 = 10 \text{ Vehículos/ día}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tráfico por desarrollo (TD)} &= 5\% * TPDS_L \\ \text{TD} &= 0.05 * 102 = 5 \text{ Vehículos/ día}\end{aligned}$$

$$\text{Tráfico Futuro}_L = TPDS_L + TG + TA + TD$$

$$\text{Tráfico Futuro}_L = 102 + 20 + 10 + 5 \Rightarrow \mathbf{137 \text{ Vehículos/ día}}$$

## 2. Vehículos pesados:

$$TPDS_P_{\text{promedio}} = 12 \text{ Vehículos/ día}$$

$$\begin{aligned}\text{Tráfico generado (TG)} &= 20\% * TPDA_P \\ \text{TG} &= 0.20 * 12 = 2 \text{ Vehículos/ día}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tráfico atraído (TA)} &= 10\% * TPDA_P \\ \text{TA} &= 0.10 * 12 = 1 \text{ Vehículos/ día}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tráfico por desarrollo (TD)} &= 5\% * TPDA_P \\ \text{TD} &= 0.05 * 12 = 1 \text{ Vehículos/ día}\end{aligned}$$

$$\text{Tráfico Futuro}_P = TPDS_P + TG + TA + TD$$

$$\text{Tráfico Futuro}_P = 12 + 2 + 1 + 1 \Rightarrow \mathbf{16 \text{ Vehículos/ día}}$$

$$\text{Tráfico Futuro} = \text{Tráfico Futuro}_L + \text{Tráfico Futuro}_P$$

$$\text{Tráfico Futuro} = 137 + 16$$

$$\text{Tráfico Futuro} = \mathbf{153 \text{ Vehículos/ día}}$$

### 6.7.1.1.3 Tráfico proyectado

Se proyectó el volumen vehicular para un periodo de 20 años como máximo, el periodo para el diseño del pavimento de la vía es 10 años.

AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN (C-2-P)	LIVIANOS	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
2010	4.00	3.50	5.00	137	16	153
2011	4.00	3.50	5.00	142	17	159
2012	4.00	3.50	5.00	148	18	166
2013	4.00	3.50	5.00	154	19	173
2014	4.00	3.50	5.00	160	20	180
2015	4.00	3.50	5.00	166	21	187
2016	4.00	3.50	5.00	173	22	195
2017	4.00	3.50	5.00	180	23	203
2018	4.00	3.50	5.00	187	24	211
2019	4.00	3.50	5.00	194	25	219
<b>2020</b>	<b>4.00</b>	<b>3.50</b>	<b>5.00</b>	<b>203</b>	<b>26</b>	<b>229</b>
2021	4.00	3.50	5.00	211	27	238
2022	4.00	3.50	5.00	219	28	247
2023	4.00	3.50	5.00	228	29	257
2024	4.00	3.50	5.00	237	30	267
2025	4.00	3.50	5.00	246	32	278
2026	4.00	3.50	5.00	256	34	290
2027	4.00	3.50	5.00	266	36	302
2028	4.00	3.50	5.00	277	38	315
2029	4.00	3.50	5.00	288	40	328
2030	4.00	3.50	5.00	300	42	342

Tabla 6.8 Tráfico proyectado a 20 años

Aplicando la siguiente fórmula tenemos:

$$T_p = T_a (1 + i)^n$$

1. Periodo de diseño  $n = 10$  años (año 2020)

Vehículos livianos:

$$T_{P1} = 137 * (1 + 4\%)^{10}$$

$$T_{P1} = \mathbf{203 \text{ Vehículos/ día}}$$

Vehículos pesados:

$$T_{P2} = 16 * (1 + 5\%)^{10}$$

$$T_{P2} = \mathbf{26 \text{ Vehículos/ día}}$$

$$\text{Tráfico Proyectado} = 203 + 26 \Rightarrow \mathbf{229 \text{ Vehículos/ día}}$$

2. Periodo máximo  $n = 20$  años (año 2030)

Vehículos livianos:

$$T_{PLI} = 137 * (1 + 4\%)^{20}$$

$$T_{PLI} = \mathbf{300 \text{ Vehículos/ día}}$$

Vehículos pesados:

$$T_{PLI} = 16 * (1 + 5\%)^{20}$$

$$T_{PLI} = \mathbf{42 \text{ Vehículos/ día}}$$

$$\text{Tráfico Proyectado} = 300 + 42 \Rightarrow \mathbf{342 \text{ Vehículos/ día}}$$

#### 6.7.1.1.4 Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes de 8.2 Ton. ( $W_{18}$ )

En la determinación del tránsito para el diseño de pavimentos asfálticos es fundamental la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton que circularán por el carril de diseño durante el periodo de diseño.

Los factores de daño (FD) fueron recopilados del cuadro demostrativo de cargas útiles permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MTOP en el Ecuador.

FACTORES DE DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	ton	(P/6.6) ^4	ton	(P/8.2) ^4	ton	(P/15) ^4	ton	(P/23) ^4	
<b>BUS</b>	4.0	0.13	8.0	0.91					1.04
<b>C-2P</b>	2.5	0.02							1.29
	7.0	1.27							
<b>C-2G</b>	6.0	0.68	11.0	3.24					3.92
<b>C-3</b>	6.0	0.68			18	2.08			2.76
<b>C-4</b>	6.0	0.68					25	1.40	2.08
<b>C-5</b>	6.0	0.68			18	2.08			2.76
<b>C-6</b>	6.0	0.68			18	2.08	25	1.40	4.16

Tabla 6.9 Factores de Daño (FD)

La vía en estudio tiene dos carriles, se consideró 50% del tránsito de camiones para el carril de diseño (Fd), así que cualquier carril puede ser utilizado para el diseño, la cantidad de automóviles (livianos) no se considera para los cálculos.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TON.									
AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL			W18		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN (C-2-P)	LIVIANOS	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL	Parcial	Acumulado	Un carril
2010	4	3.5	5	137	16	153	7534.0	7534.0	3767.0
2011	4	3.5	5	142	17	159	8004.0	15538.0	7769.0
2012	4	3.5	5	148	18	166	8475.0	24013.0	12007.0
2013	4	3.5	5	154	19	173	8946.0	32959.0	16480.0
2014	4	3.5	5	160	20	180	9417.0	42376.0	21188.0
2015	4	3.5	5	166	21	187	9888.0	52264.0	26132.0
2016	4	3.5	5	173	22	195	10359.0	62623.0	31312.0
2017	4	3.5	5	180	23	203	10830.0	73453.0	36727.0
2018	4	3.5	5	187	24	211	11300.0	84753.0	42377.0
2019	4	3.5	5	194	25	219	11771.0	96524.0	48262.0
<b>2020</b>	<b>4</b>	<b>3.5</b>	<b>5</b>	<b>203</b>	<b>26</b>	<b>229</b>	<b>12242.0</b>	<b>108766.0</b>	<b>54383.0</b>
2021	4	3.5	5	211	27	238	12713.0	121479.0	60740.0
2022	4	3.5	5	219	28	247	13184.0	134663.0	67332.0
2023	4	3.5	5	228	29	257	13655.0	148318.0	74159.0
2024	4	3.5	5	237	30	267	14126.0	162444.0	81222.0
2025	4	3.5	5	246	32	278	15067.0	177511.0	88756.0
2026	4	3.5	5	256	34	290	16009.0	193520.0	96760.0
2027	4	3.5	5	266	36	302	16951.0	210471.0	105236.0
2028	4	3.5	5	277	38	315	17892.0	228363.0	114182.0
2029	4	3.5	5	288	40	328	18834.0	247197.0	123599.0
2030	4	3.5	5	300	42	342	19776.0	266973.0	133487.0

Tabla 6.10 Número de Ejes Simples Equivalentes de 8.2 Ton. (W<sub>18</sub>)

Periodo de diseño n = 10 años (año 2020)

Camión C-2-P:

$$W_{18} \text{ Parcial} = \text{TPDA} * \# \text{ días} * \text{FD}$$

FD = Factor de daño

$$W_{18} \text{ Parcial} = 16 * 365 * 1.29$$

$$W_{18} \text{ Parcial} \cong \mathbf{7534.00}$$

$$W_{18} \text{ Acumulado} = \sum W_{18} \text{ hasta el periodo de diseño} = 108766.00$$

$$W_{18} \text{ Un carril} = W_{18} \text{ Acumulado} * F_d$$

$$W_{18} \text{ Un carril} = 108766 * 0.5 \quad F_d = \text{Factor de carril de diseño (50\%)}$$

$$W_{18} \text{ Un carril} \cong \mathbf{54383.00}$$

### **6.7.1.2 Datos iniciales para establecer el diseño**

#### **6.7.1.2.1 Desempeño del pavimento y propiedades de la subrasante**

##### **a. Confiabilidad “R”**

El  $W_{18}$  acumulado es un dato importante en todo método de diseño, sin embargo, la determinación de este dato se basa en tasas de crecimiento que pueden variar, por ello la guía AASHTO 93 utiliza un factor de confiabilidad, es decir la probabilidad del buen funcionamiento de la estructura. El valor de **R%** está asociado a un valor del coeficiente **Z<sub>r</sub>** (Desviación Estándar Normal).

La vía en estudio según la función jerárquica se clasificó como “vía colectora rural”. El nivel de confiabilidad R% recomendado para este tipo de vía está entre 75 – 95%.

Para el diseño se escogió **R = 80%**, dando **Z<sub>r</sub> = -0.841**

##### **b. Desviación estándar global “So”**

Ante las posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y predicción del tránsito en el periodo de diseño. Para pavimentos flexibles: **0,40 < So < 0,50**.

Se recomienda usar **So = 0,45**

##### **c. Índice de serviciabilidad “PSI”**

Para el cálculo se usan dos índices: inicial **PSI<sub>inicial</sub>** y el índice final **PSI<sub>final</sub>**, mediante la siguiente ecuación:

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

La AASHTO recomienda para pavimentos flexibles: **PSI inicial = 4.2** y para caminos secundarios un **PSI final = 2.0**, siendo éste el caso de la vía en estudio.

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

$$\Delta \text{PSI} = 4.2 - 2.0 \quad \Rightarrow \quad \Delta \text{PSI} = \mathbf{2.2}$$

#### **d. Módulo de resiliencia de la subrasante “Mr”**

La guía AASHTO propone 3 ecuaciones para transformar el valor CBR del suelo, en un valor equivalente de Mr.

El estudio de suelos realizado en la vía dio como resultado que la subrasante tiene un CBR de 11% en K1+000, 2+000 y 13% en K0+000, 3+000.

Para el diseño del pavimento en toda la vía se utilizará el menor valor de CBR, esto implica mayor espesor en las capas de la estructura, pero al no haber mucha diferencia entre los CBR no cambiarán los espesores. Se utilizó la 2<sup>da</sup> ecuación para CBR de 7.2 - 20%:

$$\mathbf{Mr \text{ (psi)} = 3000 \times \text{CBR}^{0.65}}$$

Para el CBR = 11%

$$\text{Mr} = 3000 \times 11^{0.65}$$

$$\text{Mr} \cong 14257.00 \text{ psi} \quad \Rightarrow \quad 14,257 \text{ Ksi}$$

#### **6.7.1.2.2 Características de los materiales**

Los materiales que se usan para conformar la estructura de pavimento se pueden clasificar en tres grupos generales; la sub-base, base y carpeta asfáltica.

Se determina la calidad del material por medio de coeficientes estructurales o de capa, que se usan para convertir el espesor real en un SN (número estructural) equivalente.

La vía en estudio está empedrada, compuesta por una capa base, capa de asiento y capa de empedrado. Debido a valores altos de CBR en la subrasante y a que gran parte del empedrado se encuentra en condiciones aceptables, la estructura del pavimento constará de base y carpeta asfáltica, el empedrado cumplirá la función de la sub-base.

**a. Coeficiente estructural de la Carpeta asfáltica ( $a_1$ )**

Con la Estabilidad de Marshall mínima 1800 lbs., para tráfico pesado se determina el coeficiente de la carpeta. (1ksi = 1000 psi)

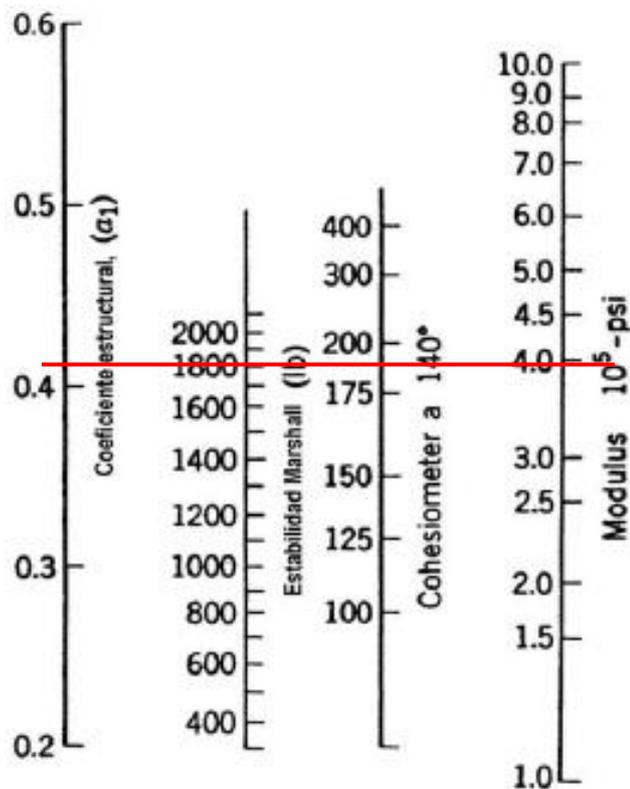


Gráfico 6.6 Variación del coeficiente de la carpeta asfáltica  $a_1$

La lectura dio como resultado:

Módulo de la carpeta asfáltica =  $3.95 \times 10^5$  psi  $\Rightarrow$  395 Ksi

Coeficiente estructural  $a_1 = 0.41$

Teniendo en cuenta el error de apreciación en la lectura del coeficiente, se utiliza la siguiente tabla de la Guía AASHTO 93 para obtener por medio de interpolación el valor de  $a_1$ .

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES DE $a_1$
psi	MPa	
125.000	875	0.220
150.000	1.050	0.250
175.000	1.225	0.280
200.000	1.400	0.295
225.000	1.575	0.320
250.000	1.750	0.330
275.000	1.925	0.350
300.000	2.100	0.360
325.000	2.275	0.375
350.000	2.450	0.385
375.000	2.625	0.405
400.000	2.800	0.420
425.000	2.975	0.435
450.000	3.150	0.440

Tabla 6.11 Coeficientes de la Carpeta Asfáltica ( $a_1$ )

Interpolación:

	Módulo Elástico		Valor de $a_1$	
	375.000		0.405	
	400.000		0.420	
Diferencia	25.000	—————	0.015	
	5.000	—————	x	= 0.003

$$a_1 = 0.420 - 0.003 \Rightarrow a_1 = \mathbf{0.417}$$

**b. Coeficiente estructural de la Capa base ( $a_2$ )**

El MTOP especifica que la capa base deberá tener un valor de soporte CBR igual o mayor al 80%, además que el límite líquido deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

Ingresando el valor de CBR = 80% en el siguiente nomograma, se obtiene el módulo y el coeficiente  $a_2$ .

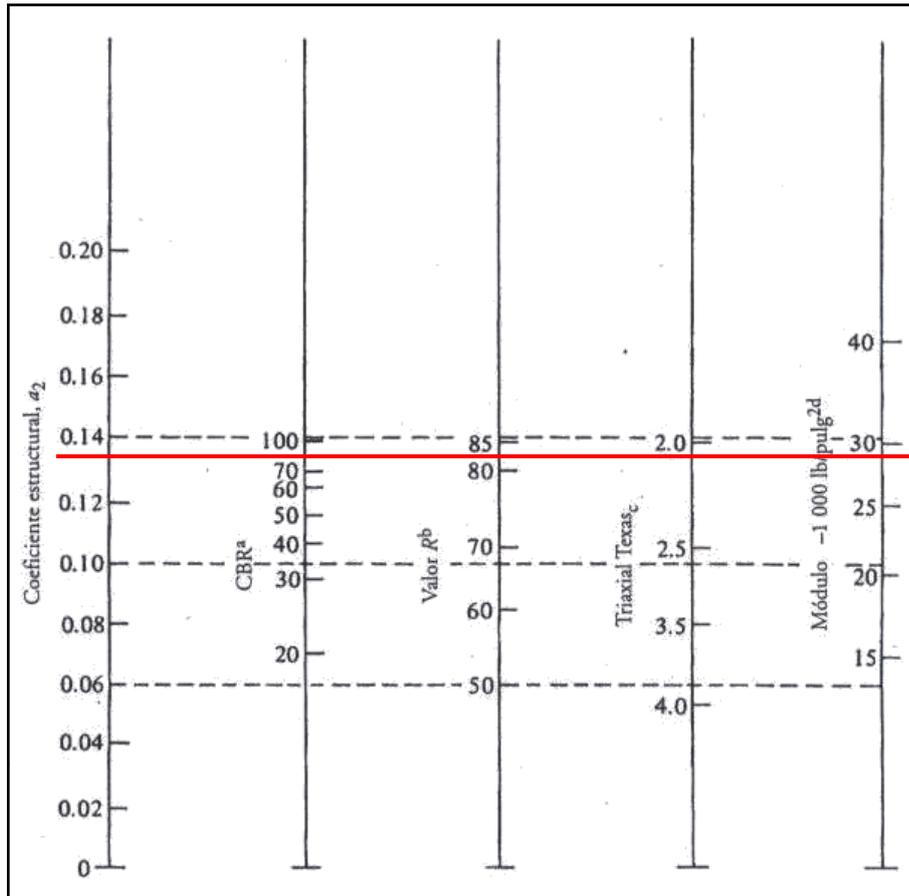


Gráfico 6.7 Variación del coeficiente de la capa base  $a_2$

Los valores obtenidos son:

Módulo de la capa base = 29000 psi  $\Rightarrow$  **29 Ksi**

Coficiente estructural  $a_2 = \mathbf{0.133}$

BASE DE AGREGADOS	
CBR (%)	$a_2$
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

Tabla 6.12 Coeficientes de la Capa Base ( $a_2$ )

### c. Coeficiente estructural de la Capa Sub-base ( $a_3$ )

Las especificaciones del MTOP para la sub-base indican que el límite líquido deberá ser menor de 25, índice de plasticidad menor de 6 y el valor de soporte CBR igual o mayor a 30%.

El estudio de suelos realizado a la Capa base del empedrado determinó; CBR de 32% en K0+000, CBR de 37% en K1+000, 2+000 y CBR de 44% en K3+000. Por esta razón se puede asumir al empedrado como sub-base, se utilizará para los cálculos el CBR = 32%.

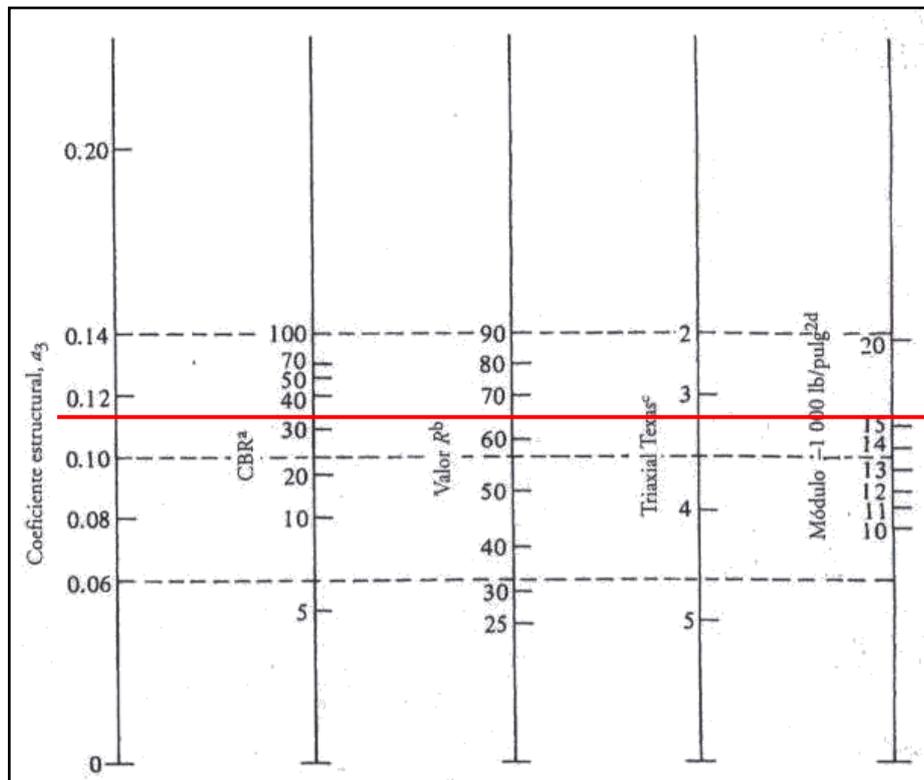


Gráfico 6.8 Variación del coeficiente de la capa sub-base  $a_3$

La lectura es:

Módulo de la sub-base = 15100 psi  $\Rightarrow$  **15.10 Ksi**

Coeficiente estructural  $a_3 =$  **0.111**

### 6.7.1.2.3 Coeficientes de drenaje de capa ( $m_2$ , $m_3$ )

El efecto del drenaje sobre el funcionamiento de los pavimentos se toma en cuenta en la guía AASHTO 93, respecto al efecto que tiene el agua sobre la resistencia del material de base, sub-base y subrasante. El método que se usa es proporcionar drenaje rápido del agua libre (no capilar) de la estructura del pavimento, proporcionando una capa adecuada de drenaje, que modifica el coeficiente estructural de capa. La modificación se hace incorporando un factor  $m_i$  a los coeficientes de las capas de base y sub-base.

Los factores ( $m_2$ ,  $m_3$ ) para la vía en estudio se determinaron en base a datos del clima de la Tabla 6.5, en la cual indica el tiempo (mes) que la estructura estará expuesta a una elevada precipitación de 84.50 mm (junio), la precipitación anual es de 628.80 mm. La calidad del drenaje, es decir el tiempo que tarda el agua en ser eliminada de la vía es **regular**, debido a la constante humedad en el lugar.

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Tabla 6.13 Calidad del drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Tabla 6.14 Valores Recomendados para  $m_2$  y  $m_3$

El porcentaje del tiempo que la estructura está expuesta a humedad es = 5 – 25% y según la Tabla 6.14 los coeficientes de drenaje:  $m_2$  y  $m_3 = 0.80$

### 6.7.1.3 Diseño de la Estructura de Pavimento

#### a. Cálculo del Número Estructural (SN)

Determinados los parámetros necesarios que intervienen en la ecuación general de diseño, se procede a encontrar un número estructural (SN) que soporte el  $W_{18}$  proyectado para el diseño, dos maneras de encontrar el SN:

##### 1. Por tanteo en la ecuación general

$$\log_{10}(W_{18}) = (Z_R * S_O) + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

$$W_{18} = 54383 \quad (\text{periodo de diseño} = 10 \text{ años})$$

$$Z_R = -0.841$$

$$S_O = 0.45$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

$$M_R = 14257 \text{ psi}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación tenemos:

$$\log(54383) = (-0.841 * 0.45) + 9.36 \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[ \frac{2.2}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log(14257) - 8.07$$

**Asumiendo SN = 1.52**

$$4.74 = 4.74 \text{ ok.}$$

##### 2. Programa “Ecuación AASHTO 93” para el cálculo del SN

Con la ayuda de esta aplicación, se determina el SN de una forma rápida.

Datos:

Tipo de pavimento: flexible

Confianza: R = 80 % se relaciona a  $Z_r = -0.841$

Desviación Estándar global:  $S_o = 0.45$

Serviciabilidad:

PSI inicial = 4.2

PSI final = 2.0

Módulo de la subrasante: Mr. = 14257 psi

Ejes equivalentes: W18 = 54383 para n = 10 años

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '80 % Zr=-0.841' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' (14257 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. All are currently empty.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. Below 'Calcular SN', it shows 'W18 = 54383'. To the right, under 'Número Estructural', it shows 'SN = 1.52'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Gráfico 6.9 Cálculo del SN – Programa Ecuación AASHTO 93

El número estructural requerido para el diseño es **SN = 1.52**

### b. Determinación de espesores por capa

Obtenido el SN para la sección estructural del pavimento, es necesario determinar una sección multicapa que provea la suficiente capacidad de soporte equivalente al SN calculado.

La siguiente ecuación se utilizó para obtener los espesores de cada capa;

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

$a_1, a_2$  y  $a_3$  = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub-base.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

$m_2$  y  $m_3$  = Coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente.

Tomando como referencia los valores mínimos de  $D_1, D_2$  (en pulgadas), que el método AASHTO 93 sugiere respetar en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados ( $W_{18}$ ) de la Tabla 6.10 para el periodo de diseño.

TRÁFICO, $W_{18}$	CARPETA ASFÁLTICA, $D_1$	CAPA BASE, $D_2$
< 50 000	1,0 (o tratamiento superficial)	4
50 001 a 150 000	2.0	4
150 001 a 500 000	2.5	4
500 001 a 2 000 000	3.0	6
2 000 001 a 7 000 000	3.5	6
7 000 000	4.0	6

Tabla 6.15 Valores mínimos  $D_1, D_2$  en función del tráfico  $W_{18}$

La vía en estudio tiene un número de ejes equivalentes  $W_{18} = 54383$ , por tal razón el espesor mínimo de la carpeta asfáltica  $D_1 = 2$  plg y de la capa base  $D_2 = 4$  plg.

El empedrado actual cumplirá la función de una sub-base; con un espesor promedio de 25 cm, en el diseño de la estructura se determinarán los espesores de dos capas; la superficial y la de base.

### Procedimiento:

$$SN_{\text{REQUERIDO}} = 1.52 \quad (\text{obtenido con } Mr. \text{ de la subrasante en la ecuación general})$$

$$SN_1 = 1.11 \quad (\text{obtenido con } Mr \text{ de la base, en la ecuación general})$$

$$SN_2 = 1.49 \quad (\text{obtenido con } Mr \text{ de la sub-base, en la ecuación general})$$

$$SN_{\text{calculado}} = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Se calcularon los espesores de las capa por separado:

### Espesor de la carpeta asfáltica $D_1$

#### Teórico

$$D_1 = SN_1 / a_1$$

$$D_1 = 1.11 / 0.417$$

$$D_1 = 2.66'' \Rightarrow \mathbf{6.8 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$\text{Asumiendo } D_1' = 5.0 \text{ cm}$$

$$SN_1' = a_1 * D_1'$$

$$SN_1' = 0.417 * 5 \text{ cm}$$

$$SN_1' = 2.09 \text{ cm} \Rightarrow 0.82''$$

### Espesor de la capa base $D_2$

#### Teórico

$$D_2' \geq (SN_2 - SN_1') / (a_2 * m_2)$$

$$D_2' \geq (1.49 - 0.82) / (0.133 * 0.8)$$

$$D_2' \geq 6.30'' \Rightarrow \mathbf{16.0 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$\text{Asumiendo } D_2' = 10.0 \text{ cm}$$

$$SN_2' = a_2 * m_2 * D_2'$$

$$SN_2' = 0.133 * 0.8 * 10 \text{ cm}$$

$$SN_2' = 1.06 \text{ cm} \Rightarrow 0.42''$$

### Espesor de la capa sub-base $D_3 = 25 \text{ cm}$

#### Teórico

$$D_3' \geq SN_3 - (SN_1' + SN_2') / (a_3 * m_3)$$

$$D_3' \geq 1.52 - (0.82 + 0.42) / (0.111 * 0.8)$$

$$D_3' \geq 3.15'' \Rightarrow \mathbf{8.0 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$D_3' = 25.0 \text{ cm}$$

$$SN_3' = a_3 * m_3 * D_3'$$

$$SN_3' = 0.111 * 0.8 * 25 \text{ cm}$$

$$SN_3' = 2.22 \text{ cm} \Rightarrow 0.87''$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} = SN_1' + SN_2' + SN_3'$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} = 0.82 + 0.42 + 0.87$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} = \mathbf{2.11''}$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} \geq SN_{\text{REQUERIDO}} \quad \text{ok.}$$

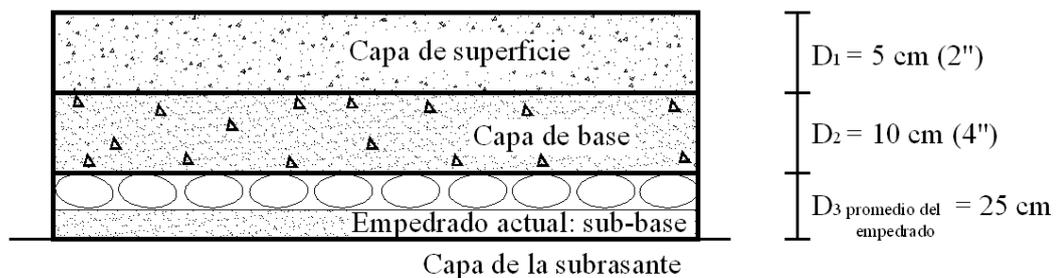


Gráfico 6.10 Estructura del pavimento para la vía en estudio

**DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES  
METODO AASHTO 1993**

**PROYECTO** : Vía Lligo - Tahuaiicha - San Jorge  
**SECCION** : km 0+ 000 - km 3+270

**LUGAR** : Cantón Patate  
**FECHA** : Mayo de 2011

**DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :**

<b>1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>	<b>DATOS</b>
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	395.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	29.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	15.10
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	<b>5.44E+04</b>
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.841
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	<b>14.26</b>
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Carpeta Asfáltica Convencional (a <sub>1</sub> )	0.417
Base granular (a <sub>2</sub> )	0.133
Sub-base (a <sub>3</sub> )	0.111
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m <sub>2</sub> )	0.800
Sub-base (m <sub>3</sub> )	0.800

**DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :**

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )	<b>1.52</b>
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	<b>1.11</b>
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	<b>0.38</b>
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	<b>0.03</b>

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA**

	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6.8 cm	5.0 cm	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	16.0 cm	10.0 cm	0.42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	8.0 cm	25.0 cm	0.87
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	<b>2.11</b>

## 6.7.2 Presupuesto Referencial

Determinados los volúmenes de obra para cada rubro se estableció el siguiente presupuesto referencial su resumen consta como cantidades de obra.

Las cantidades de obra que hayan sido determinadas de los planos se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Los precios unitarios se ajustan a los establecidos por la cámara de la construcción de Ambato para el año 2011, estos precios pueden variar considerando especificaciones y características propias de la zona del proyecto.

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					
<b>PROYECTO:</b> Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge					
<b>UBICACIÓN:</b> Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua					
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DEL RUBRO</b>	<b>U</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>P.TOTAL</b>
1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	km	3.271	217.05	709.97
2	Excavación sin clasificar. Incl. Desalojo	m3	150.00	3.76	564.25
3	Base Clase 2 e = 0.15 m	m3	1733.63	19.36	33556.45
4	Carpeta asfáltica en caliente e = 2.5" Incl. Imprimación	m2	17336.30	10.40	180261.7
5	Cuneta Revestida H.S. f'c = 180 kg/cm2.	m	1000.00	10.63	10625.45
6	Señalización Horizontal	m	9813.00	2.87	28154.49
				<b>TOTAL</b>	<b>253872.31</b>
Son doscientos cincuenta y tres mil ochocientos setenta y dos con 31/100 dólares					

Tabla 6.16 Presupuesto Referencial

### 6.7.3 Cronograma valorado de trabajo

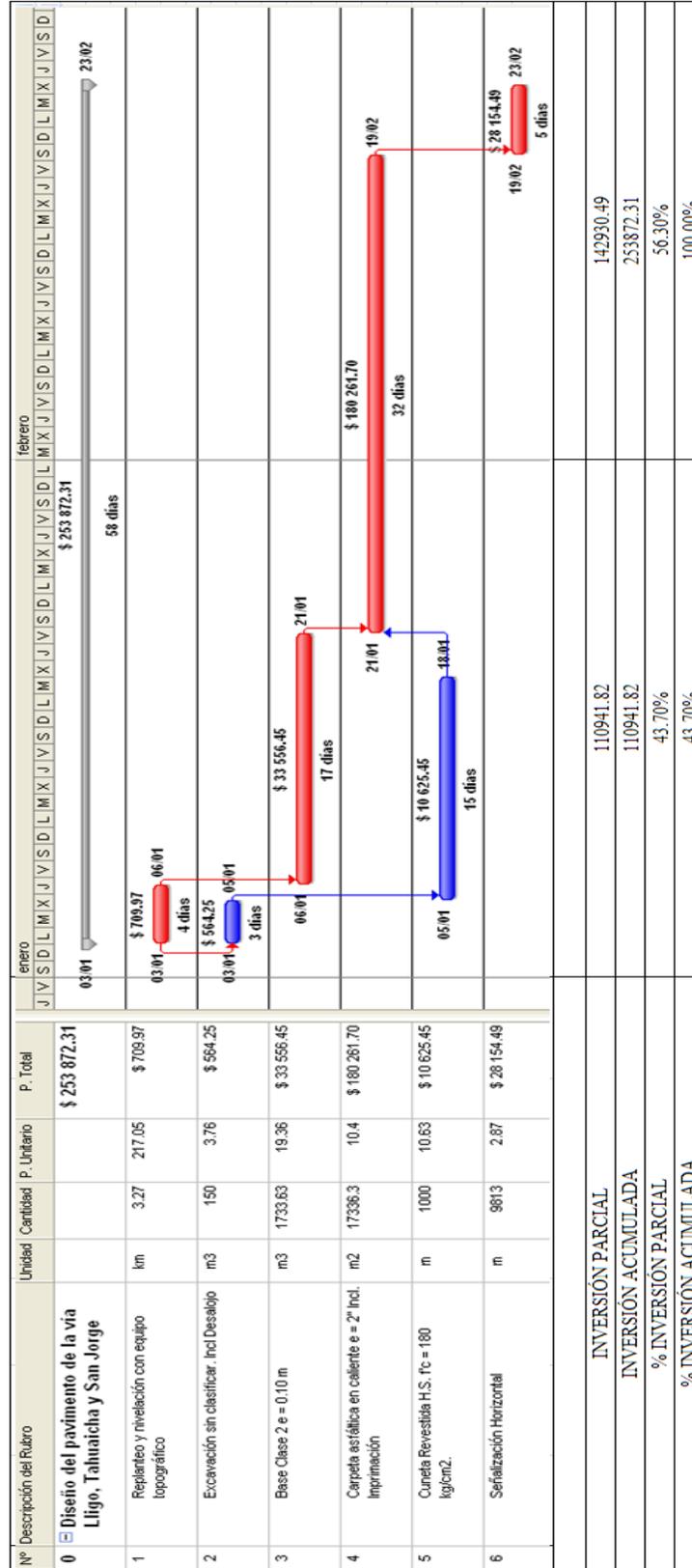


Gráfico 6.11 Cronograma valorado de trabajo

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

### **6.8.1 Recursos Económicos**

La entidad encargada de la asignación de recursos económicos tanto para los estudios preliminares como para las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto es el Gobierno Municipal por medio del presupuesto que asigna el Estado para obras prioritarias, o recursos adicionales por parte de entidades No Gubernamentales (ONG), que buscan el bienestar y desarrollo de los pueblos.

### **6.8.2 Recursos Técnicos**

En este aspecto la supervisión de profesionales especializados en el diseño, construcción y mantenimiento de vías es necesaria, ya que con sus conocimientos ayudarán a cumplir los requerimientos técnicos y contrarrestar posibles problemas que se presenten durante la ejecución del proyecto.

### **6.8.3 Recursos Administrativos**

La importancia de la administración se ve reflejada en la planificación, organización y sobre todo en la dirección del proyecto, es la base sobre la que se sustenta la logística encargada del personal, equipo técnico y maquinaria necesaria para el desarrollo del proyecto. Estará bajo la supervisión del Gobierno Municipal o en su defecto de la empresa ejecutora del proyecto.

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Para efectos de evaluación del pavimento en la etapa de construcción es necesario cumplir las especificaciones generales previstas por el MTOP.

### **6.9.1 Conformación de la Estructura de Pavimento**

La nivelación de la superficie del empedrado con material granular es necesaria ya que éste actuará como sub-base en la estructura de pavimento propuesto:

### **6.9.1.1 Bacheo de Empedrado**

Trabajo de reparación a mano de áreas pequeñas de superficies empedradas para corregir baches, depresiones y otros peligros potenciales.

Los baches en superficies empedradas representan un peligro al tráfico, el deterioro del empedrado debe ser evitado tan pronto como sea posible, siempre asegurando que el área esté seca, cuando se repare.

La piedra es el material principal para la ejecución de estos trabajos, por lo que la identificación de minas o fuentes de materiales adecuadas a una distancia aceptable del centro de gravedad del proyecto garantiza el éxito del trabajo con un buen estándar económico.

El mejor material se lo puede obtener en terrazas aluviales, localizadas a lo largo de las orillas de los ríos, en estos sitios se depositan grandes cantidades de cantos rodados, ahí la explotación se la puede realizar inclusive manualmente, obteniendo la máxima eficiencia además de lograr una altísima ocupación de mano de obra.

### **6.9.1.2 Capa Base de material granular**

Este trabajo consistirá en la construcción de la capa base compuesta por agregados triturados total o parcialmente cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración. La base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, de acuerdo con pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

**Materiales.-** Las bases de agregados podrán ser de clase 1, 2, 3 y 4 de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

Sin considerar la clase y tipo de material que se emplee el límite líquido deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, libres de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- **Clase 1.-** Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% en peso y graduados uniformemente.
- **Clase 2.-** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso y graduados uniformemente.
- **Clase 3.-** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso y graduados uniformemente.
- **Clase 4.-** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y graduados uniformemente.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberán realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147 o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida en los ensayos de laboratorio de la Densidad Máxima y Humedad Óptima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

### **6.9.1.3 Capa de Rodadura**

#### **a. Riego de Imprimación**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio sobre la superficie de una base, que deberá hallarse con los anchos y pendientes indicados en los planos.

En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

**Materiales.-**El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido cuyo tipo será fijado en las disposiciones del contrato.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, libre de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. La arena deberá hallarse seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia.

**Distribución del material bituminoso.-** El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado.

**Aplicación de la arena.-** La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

**Circulación de vehículos.-** No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento.

#### **b. Carpeta Asfáltica Mezclada en Sitio**

Este trabajo consistirá en la construcción de la capa de rodadura de carpeta asfáltica mezclada en sitio y colocado sobre una base debidamente preparada de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

**Materiales.-** El tipo y grado de material asfáltico que deba emplearse en la mezcla en sitio, estará determinado en el contrato. Los cementos asfálticos mezclados con agregados forman la carpeta asfáltica, empleada en pavimentos, en las capas de rodadura o base.

El cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60 - 70 u 85 - 100, los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan,

ENSAYOS	60 - 70		85 - 100	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Betún original				
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
Ensayos al residuo del TFOT:				
Variación de masa, %	–	0.8	–	1.0
Penetración, % de penetración original	54	–	50	–
Ductilidad, cm	50	–	75	–
Resistencia al endurecimiento (***)	–	5.0	–	5.0
TFOT (Thin Film Oven Test) = Ensayo en horno sobre película delgada				
(*) 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 y del punto de ablandamiento, °C.				
(**) Deberá indicarse el tipo de solvente. Si se usan solventes con xileno debe especificarse el % a emplear.				
(***) La resistencia al endurecimiento es la relación entre la viscosidad absoluta a 60 °C después del ensayo TFOT y dicha viscosidad a 60 °C en el betún original (antes de la prueba).				

Tabla 6.17 Requisitos para cementos asfálticos

Dado que existen diferentes niveles de complejidad en los ensayos que se necesitan para evaluar las propiedades requeridas, así como de prioridades para clasificar y estimar el comportamiento del asfalto, se establecen dos categorías de control:

**Categoría 1.** Comprende el chequeo sobre el betún original de:

- Penetración
- Punto de ablandamiento
- Índice de penetración
- Punto de inflamación
- Densidad relativa

**Categoría 2.** Comprende el control sobre el betún original de:

- Ductilidad
- Contenido de agua
- Solubilidad
- Ensayo de la mancha
- Contenido de parafinas
- y todos los ensayos previstos sobre el residuo del TFOT.

En el contrato para la venta del producto, el proveedor se deberá comprometer a cumplir los parámetros de calidad exigidos en las Categorías 1 y 2, con las implicaciones legales que esto conlleva.

Los agregados que se emplearán en este trabajo estarán determinados en el contrato o deberán cumplir lo señalado:

- **Relleno mineral:** Porción de material que pasa el tamiz N° 200.
- **Densidad:** Es la masa de la unidad de volumen de las partículas del árido a una temperatura especificada. El volumen no incluye los poros saturables de las partículas ni los huecos entre éstas.
- **Agregado fino:** Porción de material que pasa el tamiz N° 4 y es retenida en el tamiz N° 200.
- **Agregado grueso:** Agregado cuyas partículas son retenidas por el tamiz N° 4.

En todo caso, antes de añadir el asfalto a la mezcla en sitio, las varias fracciones de agregados deberán estar completamente mezcladas y secas.

**Obra terminada.-** El espesor de la carpeta asfáltica terminada en sitio no deberá variar en más de 5 mm de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de 1.2 cm. de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá

ser uniforme y sin rugosidades, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 8 mm, con el perfil establecido.

Terminada la compactación de la carpeta asfáltica mezclada en sitio, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 300 a 500 metros lineales, en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino.

Cuando el tiempo sea demasiado frío, lluvioso o existan amenazas de lluvias inminentes, no se deberá realizar la mezcla para la carpeta asfáltica; asimismo, si el contenido de humedad de los agregados es mayor que el 1% del peso de los agregados secos, deberán previamente revolverse los agregados con moto-niveladoras o rastras de discos hasta conseguir secarlos, antes de preparar la carpeta asfáltica.

**Sellado.-** Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta asfáltica haya sido abierta al tránsito público.

Los riegos de sello son útiles y eficaces para proteger la superficie de rodamiento de la entrada del agua y mejorar la adherencia o fricción entre llantas y pavimento.

## **6.9.2 Parámetros generales para la evaluación**

### **a. Estrategia de mantenimiento**

Es conocido por las autoridades viales que el tipo, frecuencia y nivel de mantenimiento pueden influenciar significativamente sobre el desempeño de los pavimentos. La definición de mantenimiento puede variar entre las diferentes agencias viales. Básicamente se considera a esta actividad como un conjunto de acciones que deben realizarse para salvaguardar la estructura del pavimento y su grado de serviciabilidad.

Para efectos de evaluación del pavimento durante el periodo de diseño estructural es importante crear estrategias de mantenimiento vial básico como:

- **Limpieza de cunetas.**- Consistirá en la remoción, transporte y disposición final de los desechos depositados en las cunetas revestidas, laterales a la calzada de la vía, con la finalidad de que el agua fluya libremente y se evacúe hacia sitios que evite la erosión en las capas del pavimento, las cunetas se deben mantener libres de limo, desechos o cualquier otro material que restrinja el libre flujo de las aguas.
- **Bacheo** inmediato de la mayoría de baches que vayan apareciendo.

Estos son los ejes para un buen mantenimiento, sin dejar de lado la limpieza de derrumbes, remoción de la vegetación en alcantarillas.

#### **b. Rehabilitación al término del período de diseño estructural**

La rehabilitación al término del periodo de diseño estructural del pavimento, está en función del  $W_{18}$  (ejes equivalentes acumulados) y del estado del pavimento.

Se analizó si durante el periodo de diseño se producirá falla por fatiga, es decir la pérdida de resistencia por esfuerzos repetitivos o hundimiento, para ello se utilizó el programa WESLEA:



Los datos necesarios para determinar la fatiga son:

#### **Determinación de la estructura de pavimento:**

- Número de capas que componen la estructura: 4  
Carpeta asfáltica (AC), base (GB), sub-base (GB) y subrasante (Soil).
- Los módulos de resiliencia para cada capa con sus respectivos espesores obtenidos anteriormente. (Layer Modulus, psi)
- Los módulos de Poisson aparecen automáticamente dependiendo del tipo de material en las capas.

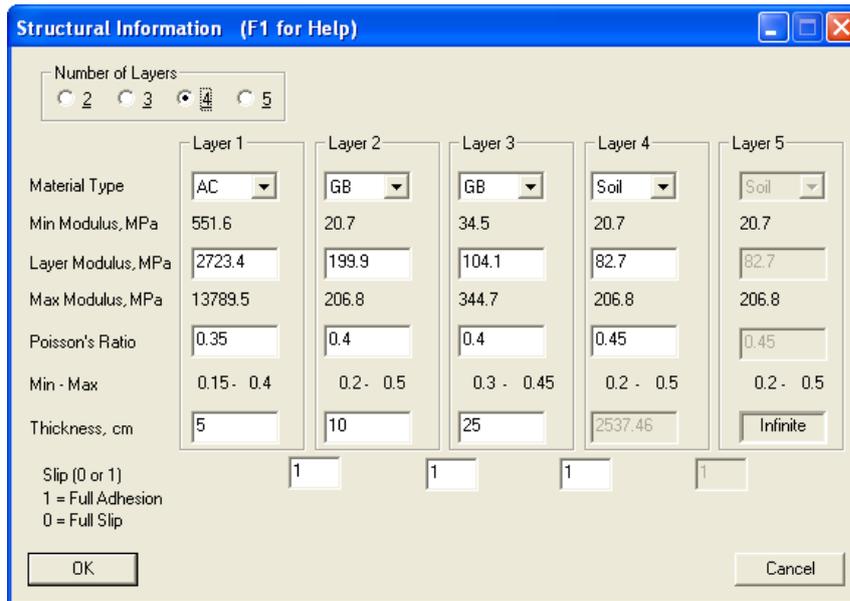


Gráfico 6.12 Programa WESLEA- Información Estructural

### Asignación de cargas:

- Configuración de la carga: Eje Simple (Single)
- Número total de la carga aplicada para el periodo de diseño (W18) : 54383
- Magnitud de la carga 4500 lb. (Eje simple = 18000 lb. / 4 llantas).
- Presión del neumático 100 psi, por defecto.

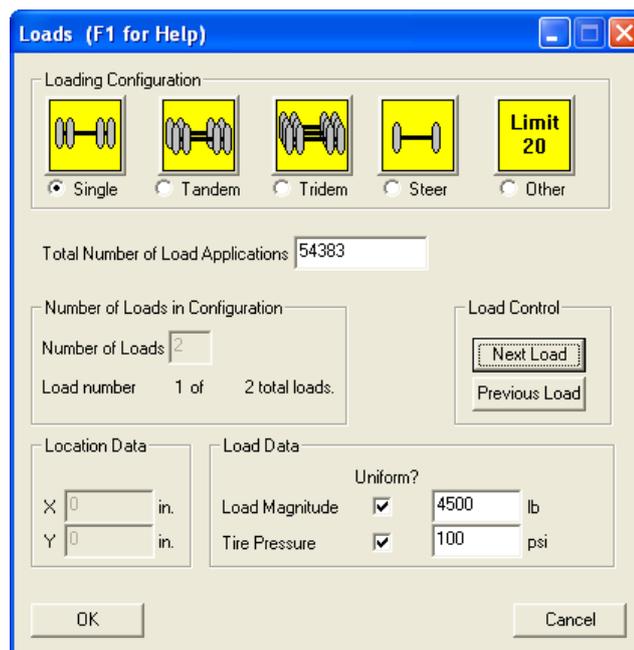


Gráfico 6.13 Programa WESLEA- Cargas

## Salida de Información:

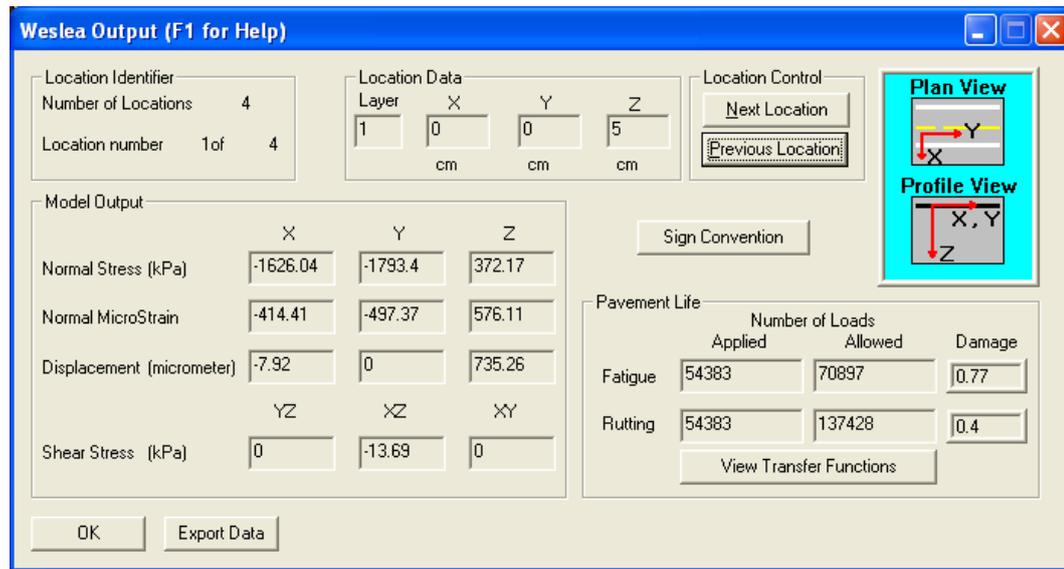


Gráfico 6.14 Programa WESLEA- Resultados

En Pavement Life (vida del pavimento) muestra que el daño es 0.77 y 0.4 lo cual cumple con esta condición ( $\text{Damage} \leq 1$ ), es decir no habrá falla por hundimiento o fatiga durante el periodo de diseño adoptado. Los espesores obtenidos en el diseño soportarán una carga de 70897 ejes equivalentes, siendo superior a 54383 ejes equivalentes previsto en el periodo de diseño, esto indica que la estructura tendrá mayor resistencia a los esfuerzos.

En la vía de acceso a las comunidades de Lligo, Tahaicha y San Jorge, el periodo de diseño estructural escogido fue 10 años. La rehabilitación estructural al final de dicho tiempo no será necesaria como se demostró anteriormente, los efectos por fatiga aparecerán cuando se supere la carga de 70897 ejes equivalentes, en la Tabla 6.10 se selecciona el periodo en el cual sobrepasaría este valor (año 2023).

La rehabilitación debe ser definida mediante estudios específicos en las capas que conforman la estructura, si ésta ha sufrido daños graves y también se deberá realizar un nuevo estudio de tráfico si el tránsito varía mucho, de no ser así se cuenta con una proyección a 20 años del tráfico y con ello se puede determinar el espesor que se deberá agregar a la carpeta asfáltica, o realizar un riego de sellado para cubrir las fisuras que se presenten al termino del periodo de diseño.

### 6.9.3 Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se pretende comprender de manera integral las posibles interrelaciones de los sistemas biofísicos y sociales y sus posibles respuestas ante el proyecto, con el objeto de optimizarlo mediante la prevención, mitigación o compensación de los efectos adversos y prevenir posibles daños al entorno.

Para cumplir con este objetivo es necesario identificar los impactos ocasionados por la construcción y posterior operación del pavimento en la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge del Cantón Patate, evaluar su magnitud e importancia para definir las medidas necesarias para contrarrestar los impactos negativos en cada una de las áreas afectadas y proponer un plan de manejo ambiental que permita implementar estrategias y acciones, a fin de prevenir, minimizar, mitigar y/o compensar los impactos adversos que se podrían presentar, o para maximizar aquellos impactos positivos, para las etapas de construcción y operación.

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO	MEDIO SOCIAL
Recurso Clima Recurso Aire Calidad del Aire Ruido Recurso Agua Recurso Suelo Uso del suelo	Recurso Fauna  Recurso Flora	Área del Proyecto

Tabla 6.18 Factores del Medio Ambiente

#### 6.9.3.1 Características ambientales en las comunidades de Lligo, Tahuacha y San Jorge

##### 6.9.3.1.1 Medio Abiótico

###### a. Recurso Clima

Según los datos meteorológicos la temperatura anual permanece prácticamente constante, alcanzando un valor promedio anual de 17.30 °C, un valor mínimo

promedio de 10.88 °C y un valor máximo promedio de 23.71 °C, con una pequeña amplitud promedio anual de aproximadamente, 0.57 °C.

En cambio la época seca del año comprende los meses de septiembre, noviembre a febrero, meses en los cuales se presenta la menor precipitación con valores que oscilan entre los 34.70 a 47.30 mm., durante este periodo la nubosidad disminuye en 4/8 y la humedad relativa de 74 a 79%.

La época lluviosa comprende los meses de marzo hasta agosto y octubre, con valores mensuales comprendidos entre los 55.50 y 84.50 mm., este periodo se caracteriza por el incremento en la cantidad de nubosidad con 5/8 y la humedad relativa con valores mensuales entre 80 a 82 %.

#### **b. Recurso Aire**

**Calidad del Aire.-** Debido a que la vía que une estos sectores se encuentra lastrada y empedrada en ciertas zonas, incluyendo la frecuente circulación de vehículos, genera que el aire se vea contaminado de polvo, afectando a peatones y viviendas aledañas a la vía.

El clima de la zona ayuda de una manera lenta a la dispersión y ventilación de dicho contaminante, la ausencia de industrias contribuye a mantener un estado casi natural del aire.

**Ruido.-** El nivel de ruido ambiental es muy bajo debido a que el sector no se encuentra confinado por montañas permitiendo que la propagación sonora sea nula.

#### **c. Recurso Agua**

El agua que los sectores antes mencionados consumen es de vertientes su calidad es aceptable para el consumo humano, además es canalizada para su uso en actividades agrícolas, domésticas entre otras.

#### **d. Recurso Suelo**

**Uso del suelo.-** El Cantón Patate presenta un potencial agrícola y sobre todo en los sectores de Lligo, Tahuaicha y San Jorge que cuentan con cultivos de ciclo corto como maíz, tomate de árbol, papas, sambo, habas. Sin embargo una parte del suelo está cubierto por arbustos, pastos propios de la zona que sirven como alimento del ganado. El suelo tiene una estructura granular de arenas limosas en la superficie que lo hacen adecuado para el cultivo.

#### **6.9.3.1.2 Medio Biótico**

##### **a. Recurso Flora**

El proyecto se ubica en una zona rodeada de árboles de eucalipto, arbustos espinosos, ortiga, cabuya, pastizales de kikuyo, alfalfa, flores silvestres en gran variedad.

##### **b. Recurso Fauna**

Las especies que predominan son las que los moradores de los sectores cuidan para su posterior venta como; cuyes, conejos, aves criollas, bovinos y porcinos. Sin dejar de lado especies propias del lugar como aves y mamíferos silvestres, quindes y tórtolas.

#### **6.9.3.1.3 Medio Social**

**Área de Influencia.-** Los sectores de Lligo, Tahuaicha y San Jorge pertenecen a la Parroquia La Matriz del Cantón Patate, estas comunidades tienen una población total de 1568 habitantes.

Los tipos de vivienda característicos en esta zona son; viviendas de adobe y mediaguas, las que se encuentran en zonas retiradas, hay algunos departamentos, ranchos, fincas y/o haciendas. Lligo posee una guardería “Gabriela UHL”, Tahuaicha y San Jorge no tienen este servicio, estos sectores poseen luz eléctrica, agua entubada clorada, no disponen de redes telefónicas, alumbrado y transporte público.

La principal actividad económica en la zona es la comercialización de productos agrícolas, con la cual solventan sus gastos aunque este rubro sea bajo debido a que no cuentan con la necesaria capacitación sobre nuevas técnicas para el proceso de siembra y riego.

### **6.9.3.2 Descripción del proyecto**

#### **a. Etapa de construcción**

Es evidente que en la etapa de construcción se produzca la mayor cantidad de impactos negativos sobre el ambiente, entorno y paisaje de la zona, sin embargo éstos son de carácter transitorio.

La población se verá afectada cuando se realicen: movimiento de tierras, transporte de materiales desde y hacia la zona del proyecto, la creación de fuentes de empleo será positiva ya que ayudará a la economía del sector.

#### **b. Etapa de operación y mantenimiento**

En esta etapa se aprecian los impactos positivos del proyecto como; la optimización de la circulación vehicular, adecuación y mantenimiento de cunetas existentes, señalización vertical y horizontal, cambio del paisaje y el desarrollo del sector.

### **6.9.3.3 Identificación y Evaluación de impactos**

Tiene como objetivo identificar los impactos ambientales positivos y negativos que se generarán en el desarrollo del proyecto vial y evaluar la magnitud e importancia de los mismos, en las diferentes fases del proyecto, como son la de construcción, operación y mantenimiento.

Adicionalmente, se han priorizado los impactos de mayor magnitud y relevancia, los mismos que cuentan con medidas correctivas.

Tabla 6.19 Identificación de principales impactos – Etapa de construcción

ACCIÓN		EFEECTO	FACTOR AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Movimiento de Tierra	Excavación y Relleno	Destrucción de la cubierta vegetal	Flora	Reposición de la cubierta vegetal y así evitar la erosión del suelo, además remojar periódicamente las superficies donde se esté trabajando para disminuir la producción de polvo.
		Erosión del suelo	Calidad del suelo	
		Producción de polvo	Calidad del Aire	
		Empleo	Social	
	Transporte de material	Ruido	Calidad del Aire	Reducir la velocidad en zonas pobladas y cubrir con lonas para reducir los efectos de la emisión de partículas al aire.
		Producción de polvo		
		Baja resistencia de las plantas	Flora	
		Infecciones respiratorias	Salud	
	Operación de maquinaria	Emisiones (smock)	Calidad del Aire	Seleccionar maquinaria que esté en buenas condiciones y así reducir el ruido, emisiones y no afectar el paisaje.
		Ruido		
Modificación del paisaje		Estético		
Estructura	Cunetas	Erosión del suelo	Calidad del suelo	Disponer adecuadamente de los materiales pétreos, escombros en un lugar específico para su posterior retiro permanente.
		Alteración del agua superficial	Calidad del Agua	
		Pérdida de la vegetación secundaria	Flora	
		Empleo	Social	
Obras Exteriores	Estructura del pavimento	Modificación del suelo	Calidad del suelo	Señalización adecuada para minimizar la probabilidad de accidentes durante su ejecución.
		Variación de la imagen rural	Estético	
	Imprimación	Evita la generación de polvo	Calidad del Aire	Supervisión al personal para evitar la alteración del suelo, agua y vegetación aledaña a la zona de imprimación.
		Disminuye la erosión de la vía	Calidad del Suelo	
		Alteración del agua superficial	Calidad del Agua	
	Tendido de carpeta asfáltica	Emisiones del asfalto	Calidad del Aire	Colocar señales viales, controlar la calidad del asfalto, limpiar los sobrantes de la mezcla asfáltica dejados en la vía.
		Disminuye la vegetación	Flora	
Causa incomodidad a los moradores		Social		

Tabla 6.20a Identificación de principales impactos – Etapa de Operación

ACCIÓN	EFEECTO	FACTOR AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Tránsito vehicular	Emisiones vehiculares	Calidad del Aire	Demarcación y señalización adecuada de zonas peatonales y vehiculares
	Ruido		
Residuos sólidos	Disminución de la vegetación secundaria	Flora	Cada sector tendrá su área para disposición de residuos sólidos y su posterior retiro.
	Erosión del suelo	Calidad del suelo	
	Alteración del agua superficial	Calidad del Agua	
	Modificación del paisaje	Estético	
Mantenimiento	Evita la destrucción de cunetas	Calidad del Agua	Debe ser dirigido por personas que conozcan la zona, para evitar la alteración en la vegetación u otro elemento
	Impide la destrucción de carpeta asfáltica	Social	
	Disminuye accidentes vehiculares	Social	

Movimiento de personas	Incremento de comercio interno	Social	Delimitar las zonas en las que se comercialice productos y así evitar confusiones
	Aparición de basura	Calidad del suelo	
	Desarrollo cultural	Social	
Disfrute del paisaje	Protección de especies vegetales	Flora y Fauna	Protección parcial con vegetación de preferencia de las zonas verdes
	Conservación del hábitad natural		
Turismo	Desarrollo económico	Social	Colocar señalización para identificar las zonas adecuadas para esa actividad.
	Emprendimiento local		
	Adecuación de servicios básicos		

Tabla 6.20b Identificación de principales impactos – Etapa de Operación (continuación)

#### 6.9.3.4 Cuantificación de impactos ambientales

Para ello se ha realizado la matriz de importancia del impacto tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación. Se han clasificado los impactos en horizontal el medio físico, socioeconómico y cultural en vertical. Los impactos se han puntuado y en las celdas de intersección se valoran. Además al principio hay una valoración si el impacto es positivo o negativo (ANEXO 5). La fórmula empleada para valorar la importancia del impacto es la siguiente:

$$I = +/- [3I + 2EX + DUR + INT + RV + RC + AI]$$

EX = Extensión

DUR= Duración

INT= Intensidad

RV= Reversibilidad

RC= Recuperabilidad

AI= Área de influencia

- Impactos irrelevantes:  $I < 25$  (Son compatibles)
- Impactos moderados:  $25 < I < 50$
- Impactos severos:  $50 < I < 75$
- Impactos críticos:  $I > 75$

En la etapa de construcción tenemos;  $I = 49$  indica un impacto moderado, en la etapa de operación y mantenimiento tenemos;  $I = 5$  indica un impacto irrelevante.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- MONTEJO, Alfonso. (2010). Ingeniería de Pavimentos, fundamentos, estudios básicos y diseño, 1<sup>era</sup> edición, Bogotá.
- GARBER J., Nicholas. (1998). Ingeniería de tránsito y carreteras, 3<sup>era</sup> edición.
- PÉREZ, Lorena Ing. (2010). UTA Tesis de Maestría: Manual de construcción de pavimentos asfálticos sobre empedrados que permita reducir costos de mantenimiento vial y riesgos de accidentes, Ecuador.
- ARGÜELLO, Julio Ing. (2004). Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de Empedrados, Ecuador
- THE ASPHALT INSTITUTE, (1997). The Pavement Design Manual, 1<sup>era</sup> edición.
- AASHTO Guide for Design of Paviment Structures, (1993). Washington D.C.
- MTOP (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras y especificaciones de construcción.
- NARANJO, Galo y demás. (2004). Tutoría de la Investigación Científica, Diemerino editores.
- MECÁNICA DE SUELOS I, II PARA EL INGENIERO CIVIL. (2007). UTA, Cátedra dictada por Ing. MSc. Lorena Pérez y el Ing. MSc. Francisco Mantilla.
- DISEÑO DE PAVIMENTOS. (2009). UTA, Cátedra dictada por el Ing. M.Sc. Fricson Moreira.
- MOYA, Nelson Ing. (2006). Plan Estratégico del Sector Agrícola y Pecuario del Cantón “San Cristóbal de Patate”.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**VALORES RECOMENDADOS DEL MTOP 2003**

**Para el Diseño Geométrico de carreteras**

<b>NORMAS</b>	<b>CLASE III TERRENO (M)</b>
	300 – 1000 TPDA
Velocidad de diseño (K/h)	40
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	42
Distancia de visibilidad para parada (m)	40
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	270
Peralte	máximo 10%
Coefficiente "K" para curvas verticales convexas (m)	4
Coefficiente "K" para curvas verticales cóncavas (m)	6
Gradiente longitudinal máxima (%)	9
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.50%
Ancho de pavimento (m)	6.0
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica D.T.S.B
Ancho de espaldones estables (m)	0.5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.0-4.0
Curva de transición	Úsense espirales cuando sea necesario

**Valores de la Estabilidad Marshall para la carpeta asfáltica**

<b>Ensayos de acuerdo al método Marshall</b>	<b>T R Á F I C O</b>					
	<b>PESADO</b>		<b>MEDIO</b>		<b>LIVIANO</b>	
	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
<b>Nº de golpes</b>	<b>75</b>		<b>50</b>		<b>35</b>	
Estabilidad (libras)	1.800	--	1.200	--	750	--
Flujo (pulgada/100)	8	16	8	18	8	20
% vacíos con aire:						
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

## ANEXO 1.2



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

**INVENTARIO VIAL**

**PROYECTO:** Estudio de la vía Lligo- Tahuacha - San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

**FECHA:** 04/25/2010

1/3

ABSCISA	ANCHO CALZADA (m)	CAPA DE RODADURA	CUNETA	OBSERVACIONES
0+000	4.0	Empedrado	No existe	INICIO DE PROYECTO
0+020	4.2	"	No	baches de 50cm de longitud
0+040	4.2	"	No	bache, desmoronamiento
0+060	3.8	"	No	baches pequeños
0+080	3.8	"	No	"
0+100	3.8	"	No	"
0+120	3.8	"	No	"
0+140	3.8	"	No	"
0+160	3.8	"	No	Zanja funciona como cuneta
0+180	3.8	"	No	"
0+200	4.0	"	No	"
0+220	4.0	"	No	"
0+240	4.0	"	No	"
0+260	4.0	"	No	"
0+280	4.0	"	No	SECTOR LLIGO (152 hab.)
0+300	4.0	"	No	Zanja, baches
0+320	4.0	"	No	Zanja obstruida para entrada a casa
0+340	4.0	"	No	Desmoronamiento del empedrado
0+360	4.0	"	No	Talud de 5m de alto
0+380	4.0	"	No	Kikuyo sobre el empedrado
0+400	4.0	"	No	Zanja, bache
0+420	4.0	"	No	"
0+440	4.0	"	No	"
0+460	4.0	"	No	Curva cerrada
0+480	4.0	"	No	Zanja, bache
0+500	4.0	"	No	Pendiente pronunciada
0+520	4.5	"	No	bache
0+540	4.5	"	No	"
0+560	5.0	"	No	"
0+580	5.0	"	No	"
0+600	5.0	"	No	"
0+620	5.0	"	No	"
0+640	5.1	"	No	"
0+660	5.1	"	No	"
0+680	5.1	"	No	"
0+700	5.1	"	No	Zanja obstruida
0+720	5.1	"	No	"
0+740	5.3	"	No	"
0+760	5.3	"	No	"
0+780	5.3	"	No	"
0+800	5.3	"	No	"
0+820	5.3	"	No	bache
0+840	5.3	"	No	"
0+860	4.8	"	No	"
0+880	4.8	"	No	"
0+900	4.8	"	No	"
0+920	4.8	"	No	"
0+940	4.5	"	No	"
0+960	4.5	"	No	"
0+980	4.5	"	No	"
1+000	4.5	"	No	"

INVENTARIO VIAL				2/3
ABSCISA	ANCHO CALZADA (m)	CAPA DE RODADURA	CUNETETA	OBSERVACIONES
1+020	4.5	Empedrado	Si existe	bache
1+040	4.5	"	Si	Cuneta triangular de 50x30 cm
1+060	4.5	"	Si	"
1+080	4.5	"	Si	"
1+100	4.5	"	Si	Empedrado en mal estado
1+120	4.5	"	Si	Kikuyo sobre el empedrado
1+140	3.9	"	Si	"
1+160	3.9	"	Si	Estancamiento de agua lluvia
1+180	3.9	"	Si	Cunetas en mal estado
1+200	3.9	"	Si	"
1+220	3.9	"	Si	"
1+240	3.9	"	Si	"
1+260	4.1	"	Si	"
1+280	4.1	"	Si	"
1+300	4.1	"	Si	baches, cunetas en mal estado
1+320	4.2	"	Si	SECTOR TAHUAICHA (221 hab.)
1+340	4.2	"	Si	cunetas obstruidas por vegetación
1+360	4.2	"	Si	"
1+380	4.2	Lastrada	Si	"
1+400	4.2	"	Si	"
1+420	4.2	"	Si	"
1+440	4.0	"	Si	"
1+460	4.0	"	Si	"
1+480	4.0	"	Si	Cunetas en mal estado
1+500	4.0	"	Si	baches pequeños
1+520	4.0	"	Si	"
1+540	4.2	"	Si	"
1+560	4.2	Empedrado	Si	"
1+580	4.2	"	Si	"
1+600	4.2	"	Si	"
1+620	4.2	"	Si	Vegetación en las cunetas
1+640	4.2	"	Si	"
1+660	4.8	"	Si	"
1+680	4.8	"	Si	"
1+700	4.8	"	Si	"
1+720	4.8	"	Si	"
1+740	4.2	"	Si	"
1+760	4.8	"	Si	"
1+780	4.8	"	No	Zanja actúa como cuneta
1+800	4.2	"	No	"
1+820	4.2	"	No	"
1+840	4.0	"	No	"
1+860	4.0	"	No	"
1+880	3.9	"	No	"
1+900	3.9	"	No	"
1+920	4.5	"	No	"
1+940	4.5	"	No	Zanja retiene agua lluvia
1+960	4.0	"	No	"
1+980	4.0	"	No	Humedad afecta empedrado
2+000	4.0	"	No	"
2+020	4.0	"	Si	Cuneta con recubrimiento fisurado
2+040	4.0	"	Si	"
2+060	4.1	"	Si	"
2+080	4.0	"	Si	"
2+100	4.0	"	Si	Cuneta cubierta por material
2+120	4.0	"	Si	"
2+140	4.0	"	Si	"
2+160	4.0	"	Si	"

INVENTARIO VIAL				3/3
ABSCISA	ANCHO CALZADA (m)	CAPA DE RODADURA	CUNETETA	OBSERVACIONES
2+180	4.3	Empedrado	Si	Cuneta con daños superficiales
2+200	4.3	"	Si	"
2+220	4.3	"	Si	"
2+240	4.3	"	Si	"
2+260	4.3	"	Si	"
2+280	4.1	"	Si	"
2+300	4.1	"	Si	"
2+320	4.1	"	Si	"
2+340	4.1	"	Si	"
2+360	4.1	"	Si	"
2+380	4.1	"	Si	"
2+400	4.0	"	Si	"
2+420	4.0	"	Si	baches
2+440	4.0	"	Si	Cuneta triangular de 50x30 cm
2+460	4.0	"	No	Entrada a vivienda
2+480	4.0	"	No	"
2+500	4.0	"	No	"
2+520	4.7	"	Si	Vegetación en las cunetas
2+540	4.7	"	Si	"
2+560	4.7	"	Si	"
2+580	4.7	"	Si	"
2+600	4.7	"	Si	Cunetas en mal estado
2+620	4.7	"	Si	"
2+640	4.7	"	Si	"
2+660	4.7	"	Si	"
2+680	4.4	"	Si	"
2+700	4.4	"	Si	Vegetación en las cunetas
2+720	4.4	"	Si	"
2+740	4.4	"	Si	"
2+760	4.4	"	Si	"
2+780	4.4	"	Si	"
2+800	4.4	"	Si	cuneta cubierta por escombros
2+820	4.0	"	Si	"
2+840	4.0	"	Si	"
2+860	4.0	"	Si	"
2+880	4.0	"	Si	Pendiente pronunciada
2+900	4.0	Empedrado	Si	"
2+920	4.0	"	Si	"
2+940	4.0	"	Si	Socavación por agua superficial
2+960	4.0	"	Si	"
2+980	4.2	"	Si	"
3+000	4.2	"	Si	"
3+020	4.2	"	Si	empedrado suelto
3+040	4.2	"	Si	"
3+060	4.2	"	Si	"
3+080	4.2	"	No	SECTOR SAN JORGE (1195 hab.)
3+100	5.0	"	No	
3+120	5.0	"	No	
3+140	5.0	"	No	
3+160	5.0	"	No	
3+180	5.0	"	No	
3+200	5.0	"	No	Escuela "Rubén Silva"
3+220	5.0	"	No	
3+240	5.0	"	No	Cancha de fútbol
3+260	5.0	"	No	
3+271	5.0	"	No	FIN PROYECTO

## ANEXO 1.3

### FOTOGRAFÍAS

Capa de rodadura actual en la mayoría del trayecto



Cunetas obstruidas por vegetación y escombros, inexistencia de ellas en el tramo inicial



Zona agrícola



**ANEXO 2**



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

**TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

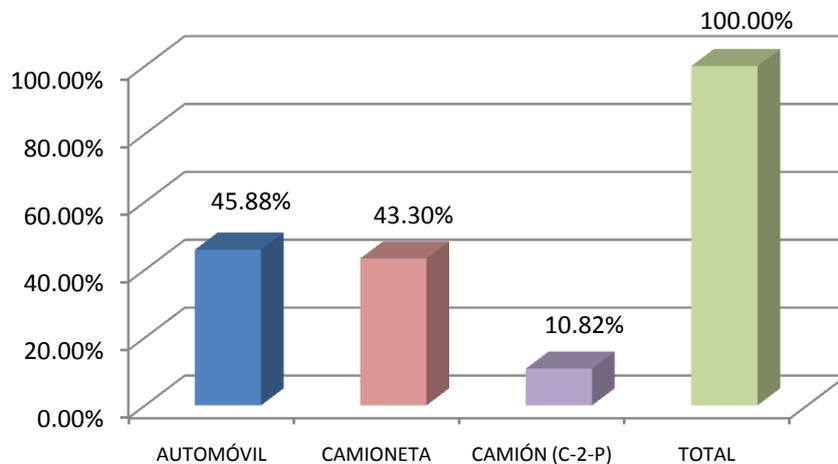
**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Lunes 1 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular en los dos sentidos.

**Conteo en lapsos de 1 hora**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	6	5	3	14
9:00 - 10:00	12	9	1	22
10:00 - 11:00	8	12	2	22
11:00 - 12:00	12	13	3	28
12:00 - 13:00	21	19	3	43
13:00 - 14:00	8	9	2	19
14:00 - 15:00	7	8	1	16
15:00 - 16:00	6	4	3	13
16:00 - 17:00	9	5	3	17
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>84</b>	<b>21</b>	<b>194</b>
%	45.88%	43.30%	10.82%	100.00%

**Representación Gráfica**

**CIRCULACIÓN VEHICULAR - LUNES 1 DE FEBRERO 2010**





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

2/7

**TRÁFICO VEHÍCULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Martes 2 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	2	1	0	3
9:00 - 10:00	2	1	1	4
10:00 - 11:00	1	2	0	3
11:00 - 12:00	1	2	2	5
12:00 - 13:00	5	6	3	14
13:00 - 14:00	3	1	0	4
14:00 - 15:00	2	2	1	5
15:00 - 16:00	1	1	1	3
16:00 - 17:00	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>44</b>
%	43.18%	38.64%	18.18%	100.00%

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	1	1	1	3
	1	1	0	2
	1	3	2	6
	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>		<b>3</b>	<b>14</b>
%	78.57%		21.43%	100.00%

FHP = 0.58 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
43	12	55

Vehículos/ día



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

3/7

**TRÁFICO VEHÍCULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Miércoles 3 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	3	2	1	6
9:00 - 10:00	1	1	2	4
10:00 - 11:00	2	0	1	3
11:00 - 12:00	9	5	1	15
12:00 - 13:00	12	10	2	24
13:00 - 14:00	8	7	2	17
14:00 - 15:00	5	4	1	10
15:00 - 16:00	2	1	0	3
16:00 - 17:00	1	2	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>87</b>
%	49.43%	36.78%	13.79%	100.00%

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	3	2	1	6
	2	3	0	5
	6	3	0	9
	1	2	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>		<b>2</b>	<b>24</b>
%	91.67%		8.33%	100.00%

FHP = 0.67 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
98	9	107

Vehículos/ día



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

4/7

**TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Jueves 4 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	1	1	0	2
9:00 - 10:00	0	1	1	2
10:00 - 11:00	2	0	0	2
11:00 - 12:00	4	2	1	7
12:00 - 13:00	7	4	3	14
13:00 - 14:00	3	1	1	5
14:00 - 15:00	1	0	1	2
15:00 - 16:00	1	1	0	2
16:00 - 17:00	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>39</b>
%	53.85%	28.21%	17.95%	100.00%

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	2	1	0	3
	2	1	3	6
	2	1	0	3
	1	1	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>		<b>3</b>	<b>14</b>
%	78.57%		21.43%	100.00%

FHP = 0.58 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
43	12	55

Vehículos/ día



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

5/7

**TRÁFICO VEHÍCULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Viernes 5 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	2	1	2	5
9:00 - 10:00	1	0	0	1
10:00 - 11:00	3	2	2	7
11:00 - 12:00	4	3	1	8
12:00 - 13:00	9	7	2	18
13:00 - 14:00	7	4	1	12
14:00 - 15:00	3	2	1	6
15:00 - 16:00	2	1	0	3
16:00 - 17:00	2	2	0	4
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>64</b>
%	51.56%	34.38%	14.06%	100.00%

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	2	1	1	4
	2	1	0	3
	3	2	1	6
	2	3	0	5
<b>TOTAL</b>	16		2	18
%	88.89%		11.11%	100.00%

FHP = 0.75 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
80	10	90

Vehículos/ día



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

6/7

**TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Sábado 6 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	2	3	0	5
9:00 - 10:00	3	2	1	6
10:00 - 11:00	1	2	0	3
11:00 - 12:00	4	5	1	10
12:00 - 13:00	7	8	2	17
13:00 - 14:00	2	3	1	6
14:00 - 15:00	1	2	1	4
15:00 - 16:00	2	3	0	5
16:00 - 17:00	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>59</b>
<b>%</b>	<b>40.68%</b>	<b>49.15%</b>	<b>10.17%</b>	<b>100.00%</b>

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	2	2	0	4
	1	2	1	4
	2	3	1	6
	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>		<b>2</b>	<b>17</b>
<b>%</b>	<b>88.24%</b>		<b>11.76%</b>	<b>100.00%</b>

FHP = 0.71 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
71	9	80

Vehículos/ día



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

7/7

**TRÁFICO VEHÍCULAR DE LA VÍA LLIGO- TAHUAICHA- SAN JORGE**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua  
**FECHA:** Domingo 7 de Febrero de 2010  
**CONTIENE:** Conteo del tráfico vehicular y Hora Pico de ambos sentidos.

**CONTEO EN LAPSOS DE 1 HORA**

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			C / HORA.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
8:00 - 9:00	4	3	1	8
9:00 - 10:00	5	2	0	7
10:00 - 11:00	6	4	2	12
11:00 - 12:00	5	6	1	12
12:00 - 13:00	12	17	3	32
13:00 - 14:00	8	9	2	19
14:00 - 15:00	4	4	1	9
15:00 - 16:00	6	3	1	10
16:00 - 17:00	7	2	2	11
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>50</b>	<b>13</b>	<b>120</b>
<b>%</b>	<b>47.50%</b>	<b>41.67%</b>	<b>10.83%</b>	<b>100.00%</b>

**HORA PICO**

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULO			C / 15 MIN.
	LIVIANOS		PESADOS	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
12:00 - 13:00	3	7	1	11
	2	3	0	5
	2	3	1	6
	5	4	1	10
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>		<b>3</b>	<b>32</b>
<b>%</b>	<b>90.63%</b>		<b>9.38%</b>	<b>100.00%</b>

FHP = 0.8 ≤ 1

**T.P.D.A**

LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
	CAMIÓN (C-2-P)	T.P.D.A
155	16	171

Vehículos/ día

ANEXO 3



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

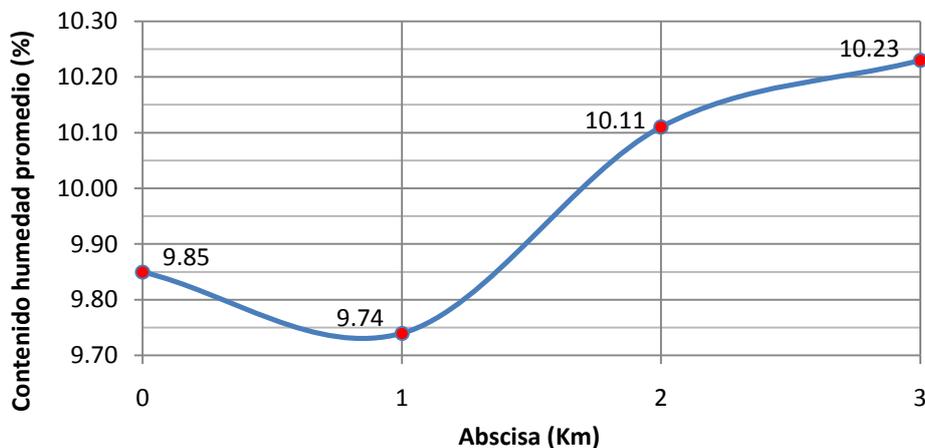
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge 1/1  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 15/06/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

Abscisa (Km)		k 0 + 000		k 1 + 000	
Recipiente número	( r )	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	56.80	54.30	55.90	54.90
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	51.30	51.90	51.80	51.20
Peso del agua	(Ww)	5.50	2.40	4.10	3.70
Peso del recipiente	(Wr)	11.40	11.30	11.60	11.30
Peso de la muestra seca	(Ws)	39.90	40.60	40.20	39.90
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	13.78	5.91	10.2	9.27
Contenido humedad promedio	(W%)	<b>9.85</b>		<b>9.74</b>	

Abscisa (Km)		k 2 + 000		k 3 + 000	
Recipiente número	( r )	5	6	7	8
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	47.90	52.10	46.70	45.80
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	44.80	48.10	44.10	42.00
Peso del agua	(Ww)	3.10	4.00	2.60	3.80
Peso del recipiente	(Wr)	11.30	11.60	11.40	11.60
Peso de la muestra seca	(Ws)	33.50	36.50	32.70	30.40
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	9.25	10.96	7.95	12.5
Contenido humedad promedio	(W%)	<b>10.11</b>		<b>10.23</b>	

VARIACIÓN DE LA HUMEDAD A LO LARGO DE LA VÍA





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

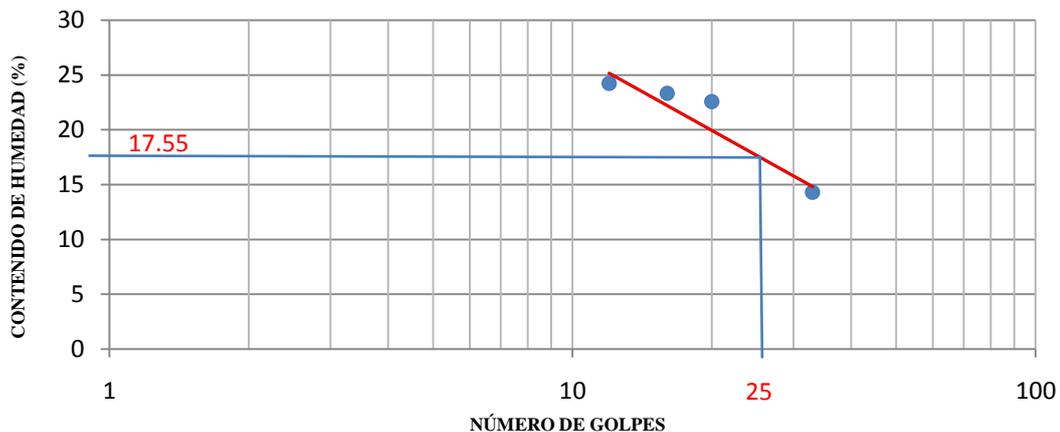
## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge 1/4  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 0 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 18/06/2010

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número	( r )	A0-1L	A0-2L	A0-3L	A0-4L
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	10.30	10.00	10.10	9.40
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	9.50	9.30	9.40	9.00
Peso del agua	(Ww)	0.80	0.70	0.70	0.40
Peso del recipiente	(Wr)	6.20	6.30	6.30	6.20
Peso de la muestra seca	(Ws)	3.30	3.00	3.10	2.80
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	24.24	23.33	22.58	14.29
Número de golpes		12	16	20	33

### CURVA DE ESCURRIMIENTO



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número	( r )	A0-1P	A0-2P	A0-3P	A0-4P
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	6.70	6.40	6.40	6.40
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	6.60	6.40	6.40	6.40
Peso del agua	(Ww)	0.10	0.00	0.00	0.00
Peso del recipiente	(Wr)	6.20	6.30	6.20	6.30
Peso de la muestra seca	(Ws)	0.40	0.10	0.20	0.10
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	25	0	0	0
Contenido humedad promedio	(LP%)	0			

LL % = 17.55

LP % = 0

IP = 17.55

REVISADO POR: Ing. Francisco Mantilla



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

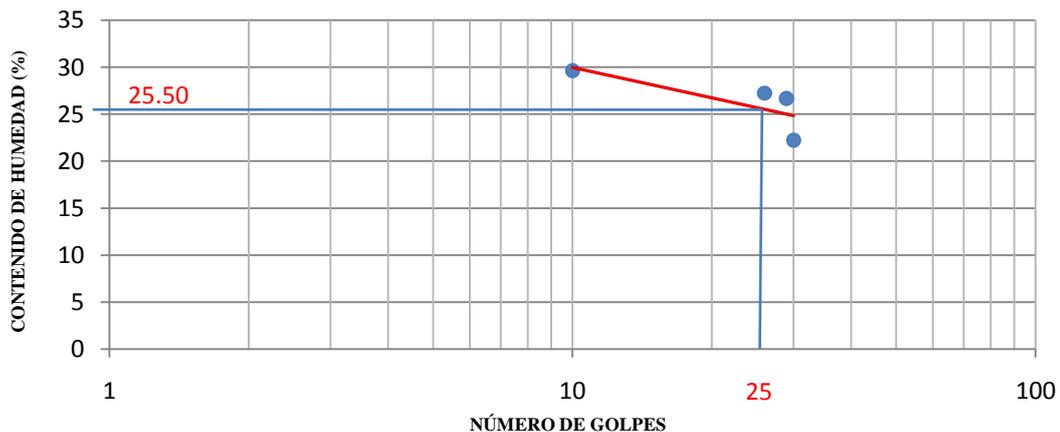
## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge 2/4  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 1 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 18/06/2010

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número	( r )	A1-1L	A1-2L	A1-3L	A1-4L
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	10.20	9.60	8.90	9.60
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	9.40	8.80	8.30	9.00
Peso del agua	(Ww)	0.80	0.80	0.60	0.60
Peso del recipiente	(Wr)	6.40	6.10	6.10	6.30
Peso de la muestra seca	(Ws)	3.00	2.70	2.20	2.70
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	26.67	29.63	27.27	22.22
Número de golpes		29	10	26	30

### CURVA DE ESCURRIMIENTO



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número	( r )	A1-1P	A1-2P	A1-3P	A1-4P
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	6.50	6.60	6.40	6.40
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	6.50	6.60	6.40	6.34
Peso del agua	(Ww)	0.00	0.00	0.00	0.06
Peso del recipiente	(Wr)	6.30	6.20	6.30	6.00
Peso de la muestra seca	(Ws)	0.20	0.40	0.10	0.34
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	0	0	0	17.65
Contenido humedad promedio	(LP%)	0			

LL % = 25.5

LP % = 0

IP = 25.5

REVISADO POR: Ing. Francisco Mantilla



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

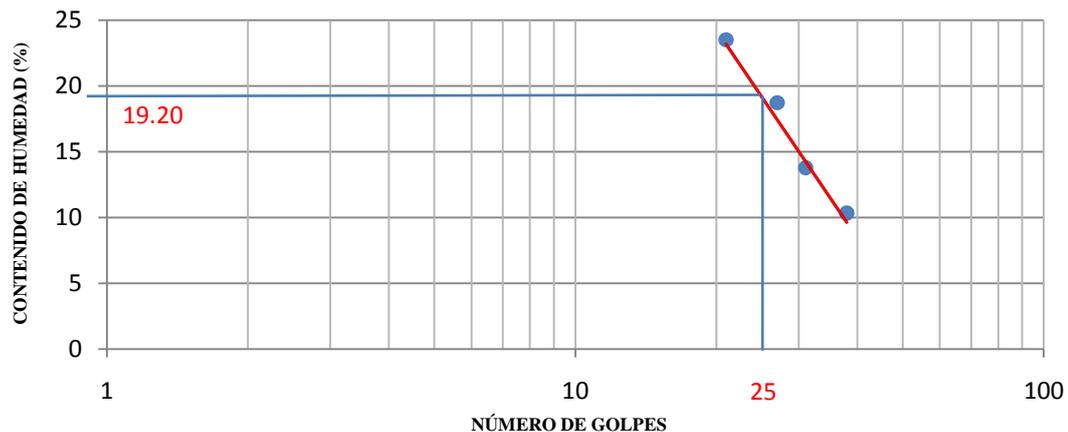
## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaicha- San Jorge 3/4  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 2 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 18/06/2010

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número	( r )	A2-1L	A2-2L	A2-3L	A2-4L
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	10.10	9.20	10.50	9.50
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	9.50	8.90	9.70	9.10
Peso del agua	(Ww)	0.60	0.30	0.80	0.40
Peso del recipiente	(Wr)	6.30	6.00	6.30	6.20
Peso de la muestra seca	(Ws)	3.20	2.90	3.40	2.90
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	18.75	10.34	23.53	13.79
Número de golpes		27	38	21	31

### CURVA DE ESCURRIMIENTO



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número	( r )	A2-1P	A2-2P	A2-3P	A2-4P
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	6.50	6.50	6.30	6.40
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	6.50	6.40	6.30	6.40
Peso del agua	(Ww)	0.00	0.10	0.00	0.00
Peso del recipiente	(Wr)	6.30	6.20	6.10	6.20
Peso de la muestra seca	(Ws)	0.20	0.20	0.20	0.20
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	0	50	0	0
Contenido humedad promedio	(LP%)	0			

LL % = 19.2  
 LP % = 0  
 IP = 19.2

REVISADO POR: Ing. Francisco Mantilla



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

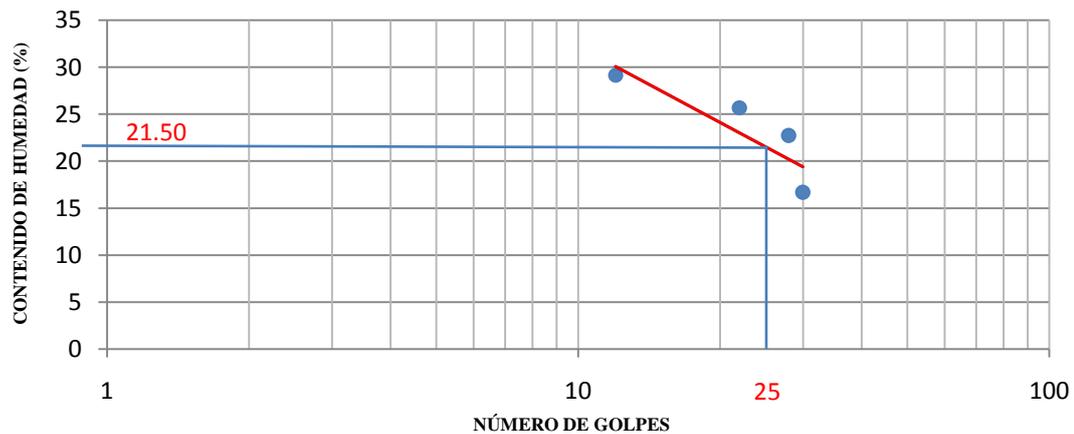
## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge 4/4  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 3 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 18/06/2010

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número	( r )	A1-1L	A1-2L	A1-3L	A1-4L
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	10.40	8.90	9.10	9.10
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	9.50	8.50	8.40	8.60
Peso del agua	(Ww)	0.90	0.40	0.70	0.50
Peso del recipiente	(Wr)	6.00	6.10	6.00	6.40
Peso de la muestra seca	(Ws)	3.50	2.40	2.40	2.20
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	25.71	16.67	29.17	22.73
Número de golpes		22	30	12	28

### CURVA DE ESCURRIMIENTO



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número	( r )	A1-1P	A1-2P	A1-3P	A1-4P
Peso muestra húmeda + rec	(Wm + Wr)	6.50	6.40	6.30	6.40
Peso muestra seca + rec	(Ws + Wr)	6.47	6.40	6.30	6.40
Peso del agua	(Ww)	0.03	0.00	0.00	0.00
Peso del recipiente	(Wr)	6.20	6.10	6.20	6.30
Peso de la muestra seca	(Ws)	0.27	0.30	0.10	0.10
Contenido de humedad	(Ww/Ws)*100	11.11	0	0	0
Contenido humedad promedio	(LP%)	0			

LL % = 21.5

LP % = 0

IP = 21.5

REVISADO POR: Ing. Francisco Mantilla



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

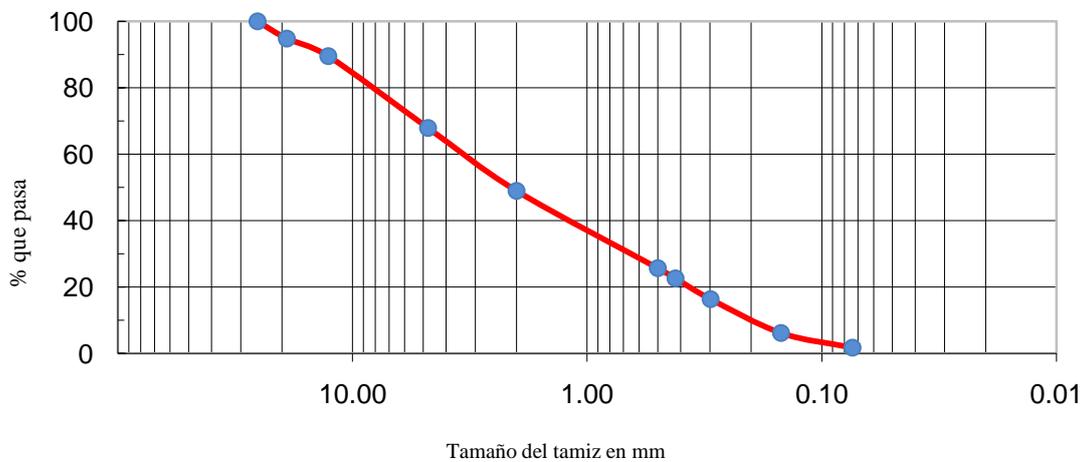
## DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate. 1/4  
**ABSCISA:** k 0 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 23/06/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRIA DEL SUELO

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	51.82	5.18	94.82
1/2"	12.700	104.96	10.50	89.50
N 4	4.760	320.84	32.10	67.90
<b>PASA N 4</b>				
N 10	2.000	510.12	51.03	48.97
N 30	0.500	743.14	74.35	25.65
N 40	0.420	773.74	77.41	22.59
N 50	0.298	836.41	83.68	16.32
N100	0.149	938.23	93.86	6.14
N200	0.074	982.36	98.28	1.72
<b>PASA N200</b>		17.21	1.72	
<b>TOTAL</b>		<b>999.57</b>		
Peso inicial	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des tamizado	999.57	Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia	0.43	Diferencia o pasa el tamiz # 200		

### GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA



### CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMA SUCS	
GRAVA BIEN GRADUADA	GW



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

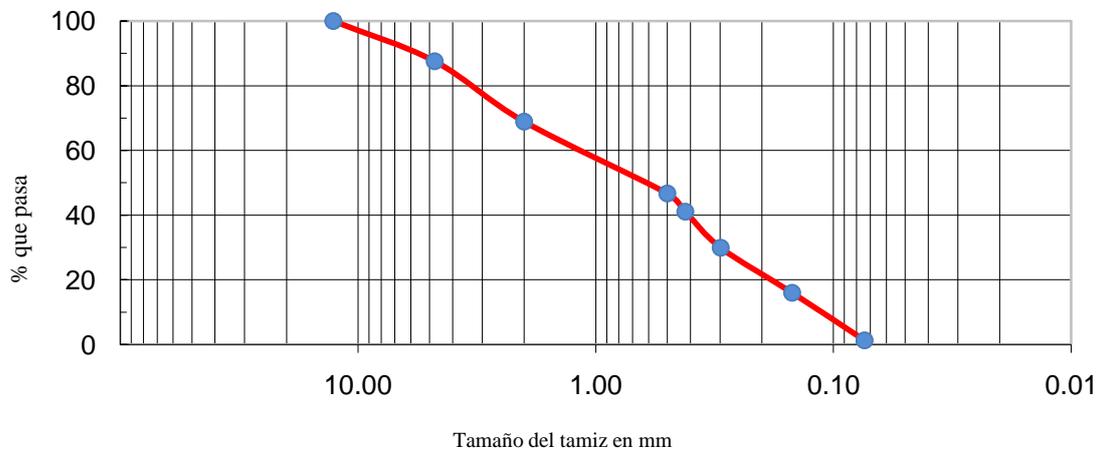
## DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate. 2/4  
**ABSCISA:** k 1 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 23/06/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRIA DEL SUELO

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
N 4	4.760	124.32	12.44	87.56
<b>PASA N 4</b>				
N 10	2.000	311.48	31.16	68.84
N 30	0.500	533.25	53.35	46.65
N 40	0.420	589.21	58.95	41.05
N 50	0.298	700.27	70.06	29.94
N100	0.149	839.74	84.02	15.98
N200	0.074	986.36	98.69	1.31
PASA N200		13.14	1.31	
<b>TOTAL</b>		<b>999.50</b>		
Peso inicial	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des tamizado	999.50	Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia	0.50	Diferencia o pasa el tamiz # 200		

### GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA



### CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMA SUCS	
ARENAS SIN FINOS	SW



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

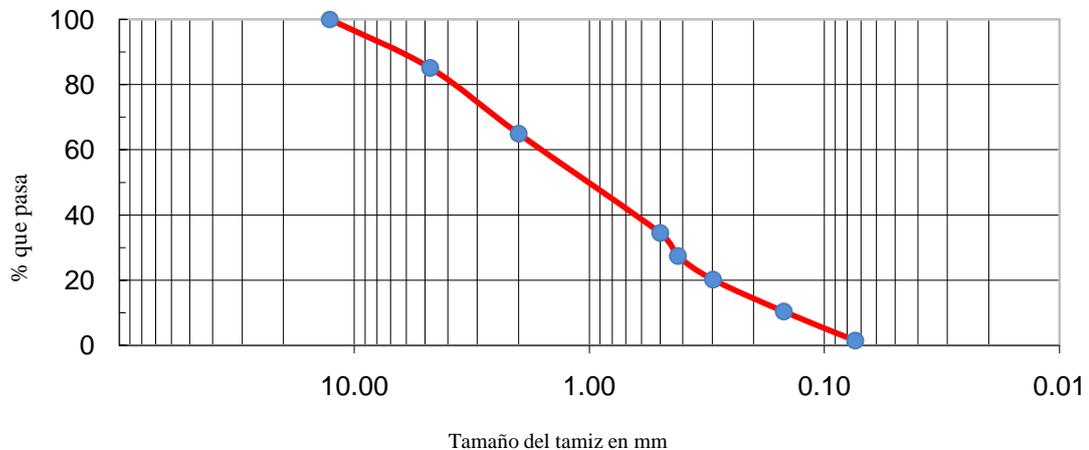
## DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge 3/4  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 2 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 23/06/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRIA DEL SUELO

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
N 4	4.760	148.96	14.91	85.09
<b>PASA N 4</b>				
N 10	2.000	350.85	35.11	64.89
N 30	0.500	655.24	65.58	34.42
N 40	0.420	725.32	72.59	27.41
N 50	0.298	798.32	79.90	20.10
N100	0.149	896.21	89.69	10.31
N200	0.074	985.23	98.60	1.40
<b>PASA N200</b>		13.98	1.40	
<b>TOTAL</b>		<b>999.21</b>		
Peso inicial	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des tamizado	999.21	Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia	0.79	Diferencia o pasa el tamiz # 200		

### GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA



### CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMA SUCS	
ARENAS SIN FINOS	SW



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

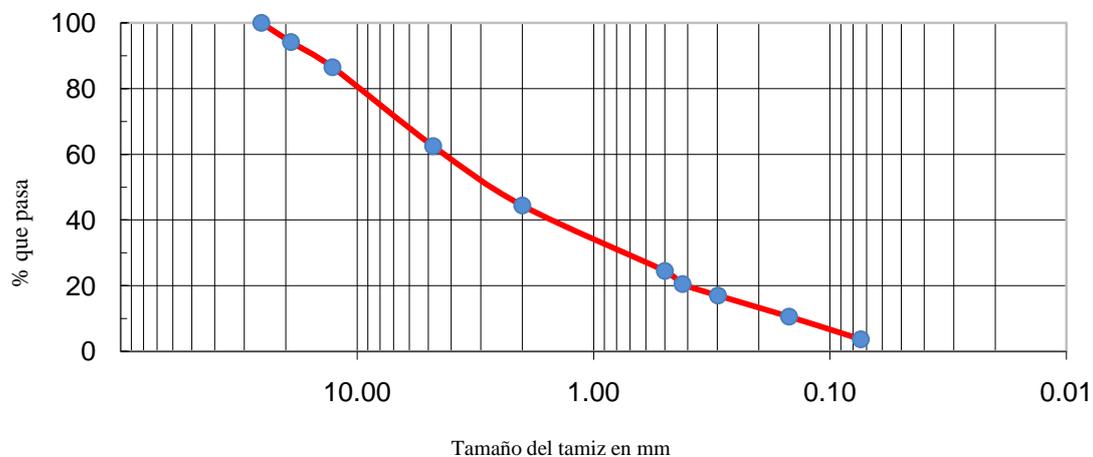
## DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate. 4/4  
**ABSCISA:** k 3 + 000  
**PROF. MUESTRA:** 1.10 m bajo la rasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 23/06/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRIA DEL SUELO

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	58.13	5.81	94.19
1/2"	12.700	135.36	13.54	86.46
N 4	4.760	375.28	37.53	62.47
PASA N 4				
N 10	2.000	555.96	55.60	44.40
N 30	0.500	755.63	75.56	24.44
N 40	0.420	795.36	79.54	20.46
N 50	0.298	830.25	83.03	16.97
N100	0.149	894.37	89.44	10.56
N200	0.074	963.28	96.33	3.67
PASA N200		36.70	3.67	
<b>TOTAL</b>		<b>999.98</b>		
Peso inicial	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des tamizado	999.98	Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia	0.02	Diferencia o pasa el tamiz # 200		

### GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA



### CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMA SUCS	
GRAVA BIEN GRADUADA	GW



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA Y EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 0 + 000  
**PROFUND. DE MUESTRA:** Subrasante  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

1/4

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	16475.00 gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2369.03 cm <sup>3</sup>
<b>Normas:</b>	AASHTO T-180				
<b>Peso inicial deseado</b>	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos

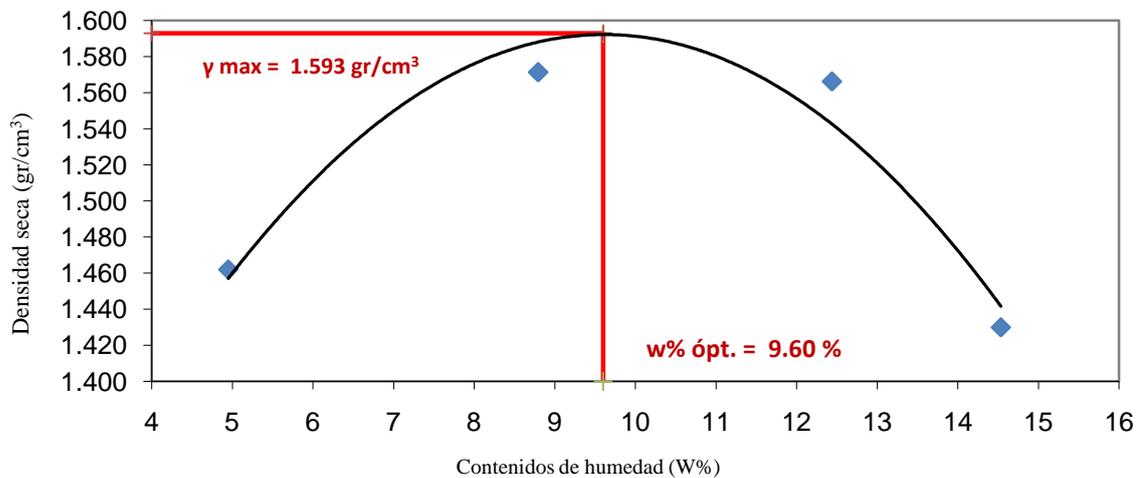
### COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20110.00	20525.00	20647.00	20355.00
Peso del suelo húmedo	3635.00	4050.00	4172.00	3880.00
Peso volumetrico en gr/cm <sup>3</sup>	1.534	1.710	1.761	1.638

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+rec</b>	140.60	134.30	118.90	127.50	120.10	127.40	146.60	140.90
Peso seco + recipiente <b>Ws+rec</b>	135.00	129.90	111.90	119.70	110.10	117.10	132.40	126.70
Peso recipiente <b>rec</b>	31.80	31.60	31.90	31.50	31.90	31.90	31.50	32.00
Peso del agua <b>Ww</b>	5.60	4.40	7.00	7.80	10.00	10.30	14.20	14.20
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	103.20	98.30	80.00	88.20	78.20	85.20	100.90	94.70
Contenido de humedad <b>w%</b>	5.43	4.48	8.75	8.84	12.79	12.09	14.07	14.99
Contenido de humedad promedio <b>w%</b>	4.95		8.80		12.44		14.53	
Peso volumétrico seco en gr/cm <sup>3</sup>	1.462		1.571		1.566		1.430	

CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD SECA





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA Y EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaicha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 1 + 000  
**MUESTRA:** Subrasante 2/4  
**ENSAYADO POR:** Edo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	16475.00 gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2369.03 cm <sup>3</sup>
<b>Norma:</b>	AASHTO T-180				
<b>Peso inicial deseado</b>	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos

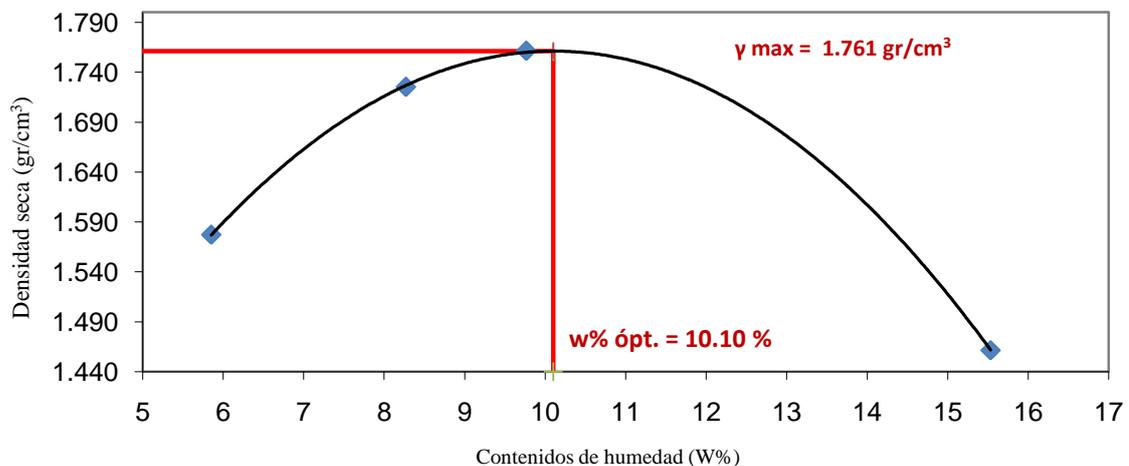
### COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20430.00	20900.00	21055.00	20475.00
Peso del suelo húmedo	3955.00	4425.00	4580.00	4000.00
Peso volumetrico en gr/cm <sup>3</sup>	1.669	1.868	1.933	1.688

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+rec</b>	123.30	122.60	124.10	119.10	109.50	105.70	109.10	121.50
Peso seco + recipiente <b>Ws+rec</b>	118.70	117.10	117.20	112.30	102.50	99.23	98.80	109.40
Peso recipiente <b>rec</b>	31.30	31.60	31.70	32.00	32.20	31.60	31.70	32.40
Peso del agua <b>Ww</b>	4.60	5.50	6.90	6.80	7.00	6.47	10.30	12.10
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	87.40	85.50	85.50	80.30	70.30	67.63	67.10	77.00
Contenido de humedad <b>w%</b>	5.26	6.43	8.07	8.47	9.96	9.57	15.35	15.71
Contenido de humedad promedio <b>w%</b>	5.85		8.27		9.76		15.53	
Peso volumétrico seco en gr/cm <sup>3</sup>	1.577		1.725		1.761		1.461	

CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD SECA





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA Y EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaicha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 2 + 000  
**MUESTRA:** Subrasante 3/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	16475.00 gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2369.03 cm <sup>3</sup>
<b>Normas:</b>	AASHTO T-180				
<b>Peso inicial deseado</b>	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos

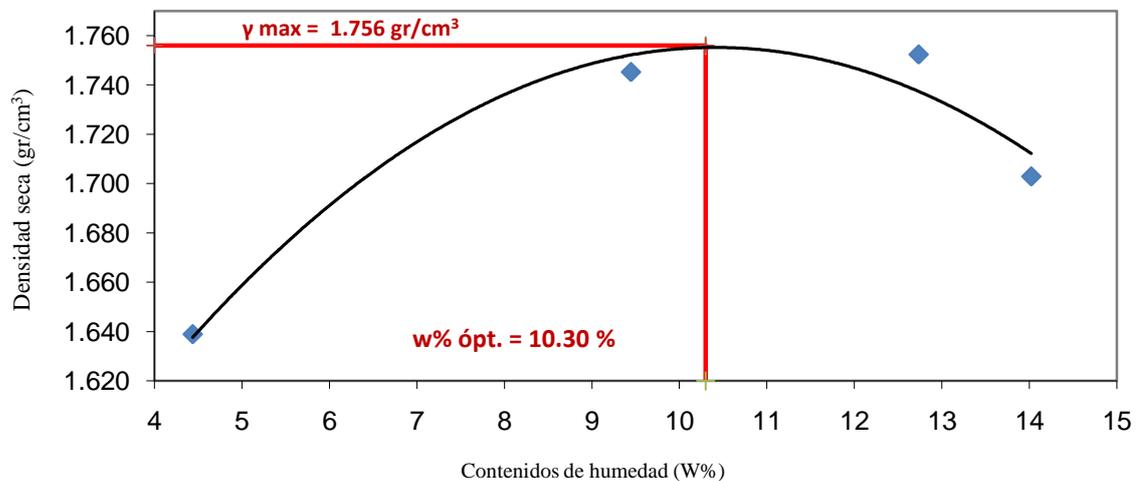
### COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20530.00	21000.00	21155.00	21075.00
Peso del suelo húmedo	4055.00	4525.00	4680.00	4600.00
Peso volumetrico en gr/cm <sup>3</sup>	1.712	1.910	1.975	1.942

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+rec</b>	122.10	119.50	123.10	118.10	109.50	108.60	108.10	118.40
Peso seco + recipiente <b>Ws+rec</b>	117.90	116.10	114.97	110.90	100.77	99.90	98.20	108.40
Peso recipiente <b>rec</b>	31.30	31.60	31.70	32.00	32.20	31.60	31.70	32.40
Peso del agua <b>Ww</b>	4.20	3.40	8.13	7.20	8.73	8.70	9.90	10.00
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	86.60	84.50	83.27	78.90	68.57	68.30	66.50	76.00
Contenido de humedad <b>w%</b>	4.85	4.02	9.76	9.13	12.73	12.74	14.89	13.16
Contenido de humedad promedio <b>w%</b>	4.44		9.44		12.73		14.02	
Peso volumétrico seco en gr/cm <sup>3</sup>	1.639		1.745		1.752		1.703	

CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD SECA





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA Y EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaicha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 3 + 000  
**MUESTRA:** Subrasante 4/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

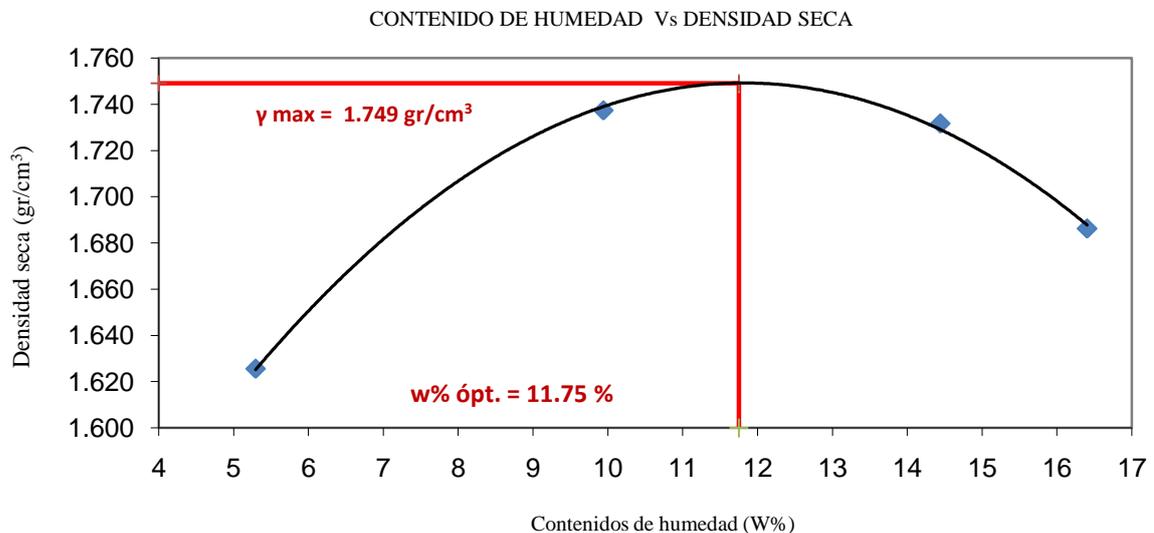
Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	16475.00 gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2369.03 cm <sup>3</sup>
<b>Normas:</b>	AASHTO T-180				
<b>Peso inicial deseado</b>	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos	6000 gramos

### COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20530.00	21000.00	21170.00	21125.00
Peso del suelo húmedo	4055.00	4525.00	4695.00	4650.00
Peso volumetrico en gr/cm <sup>3</sup>	1.712	1.910	1.982	1.963

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+rec</b>	123.30	120.60	124.10	119.10	109.50	105.70	109.10	121.50
Peso seco + recipiente <b>Ws+rec</b>	118.70	116.10	116.20	110.80	99.90	96.20	97.80	109.40
Peso recipiente <b>rec</b>	31.30	31.60	31.70	32.00	32.20	31.60	31.70	32.40
Peso del agua <b>Ww</b>	4.60	4.50	7.90	8.30	9.60	9.50	11.30	12.10
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	87.40	84.50	84.50	78.80	67.70	64.60	66.10	77.00
Contenido de humedad <b>w%</b>	5.26	5.33	9.35	10.53	14.18	14.71	17.10	15.71
Contenido de humedad promedio <b>w%</b>	5.29		9.94		14.44		16.40	
Peso volumétrico seco en gr/cm <sup>3</sup>	1.626		1.737		1.732		1.686	





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 0 + 000  
**PROFUND. DE MUESTRA:** Subrasante 1/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS

MOLDE #	1	2	3
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr.)	20997	20497	20690
PESO MOLDE (gr.)	16824	16475	16824
PESO MUESTRA HUMEDA (gr.)	4173	4022	3866
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2369.03	2369.03	2363.05
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.761	1.698	1.636
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.588	1.527	1.455
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.588	1.527	1.455

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

RECIPIENTE #	K0-1	K0-1.2	K0-2	K0-2.1	K0-3	K0-3.1
Rec + Wm (gr.)	120.1	119.3	115.5	118	110.7	112.9
Rec + PESO MUESTRA SECA (gr.)	111.34	110.8	107.15	109.2	102.2	103.7
PESO AGUA (gr.)	8.76	8.5	8.35	8.8	8.5	9.2
PESO RECIPIENTE (gr.)	31.8	31.6	31.7	31.5	31.9	31.9
PESO MUESTRA SECA (gr.)	79.54	79.2	75.45	77.7	70.3	71.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.01	10.73	11.07	11.33	12.09	12.81
CONTE DE HUMEDAD PROM (%)	10.87		11.20		12.45	

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaucha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 0 + 000

**PROFUND. :** Subrasante

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

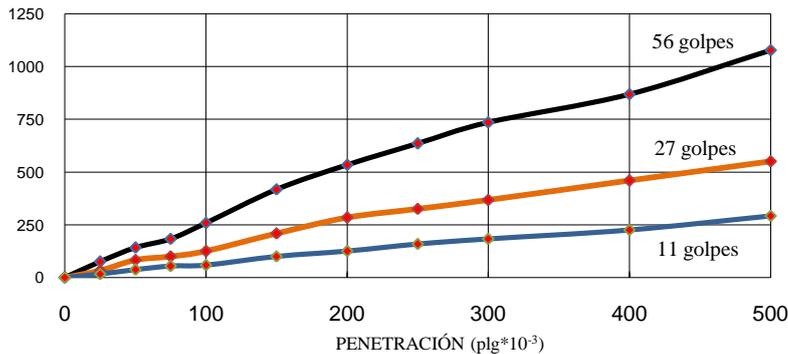
1/4

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

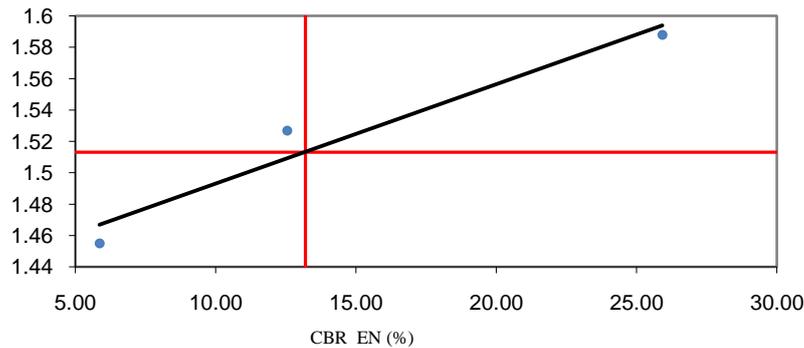
ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q LECT. mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %
			CALC.	CORG			CALC.	CORG			CALC.	CORG	
		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>					
0.00	0	0.0	0		0.0	0.00			0.0	0.00			
0.50	25	9.0	75.24		4.0	33.44			2.0	16.72			
1.00	50	17.0	142.12		10.0	83.60			4.5	37.62			
1.50	75	22.0	183.92		12.0	100.32			6.5	54.34			
2.00	100	31.0	259.16	259.16	25.92	15.0	125.40	125.4	12.54	7.0	58.52	58.52	5.85
3.00	150	50.0	418.00		25.0	209.00			12.0	100.32			
4.00	200	64.0	535.04		34.0	284.24			15.0	125.40			
5.00	250	76.0	635.36		39.0	326.04			19.0	158.84			
6.00	300	88.0	735.68		44.0	367.84			22.0	183.92			
8.00	400	104.0	869.44		55.0	459.80			27.0	225.72			
10.00	500	129.0	1078.44		66.0	551.76			35.0	292.60			

CARGA - PENETRACIÓN



CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 13%**

Densidad Máx.	1.593	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.513	1.513
	0.0	62.0
	1.0	3.0
	13.20	13.20



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 1 + 000  
**PROFUND. DE MUESTRA:** Subrasante 2/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS

MOLDE #	1	2	3
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr.)	21425	20361	20100
PESO MOLDE (gr.)	16824	16475	16475
PESO MUESTRA HUMEDA (gr.)	4601	3886	3625
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2363.05	2014.84	2014.84
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.947	1.929	1.799
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.762	1.740	1.62
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.762	1.740	1.62

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

RECIPIENTE #	K1-1	K1-1.2	K1-2	K1-2.1	K1-3	K1-3.1
Rec + Wm (gr.)	106.8	106.2	112.9	115.7	118.5	118.3
Rec + PESO MUESTRA SECA (gr.)	99.32	99.42	105.2	107.2	110.02	109.57
PESO AGUA (gr.)	7.48	6.78	7.7	8.5	8.48	8.73
PESO RECIPIENTE (gr.)	31.6	31.6	31.8	31.9	31.8	31.7
PESO MUESTRA SECA (gr.)	67.72	67.82	73.4	75.3	78.22	77.87
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.05	10	10.49	11.29	10.84	11.21
CONTE DE HUMEDAD PROM (%)	10.53		10.89		11.03	

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuaiicha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 1 + 000

**PROFUND. :** Subrasante

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

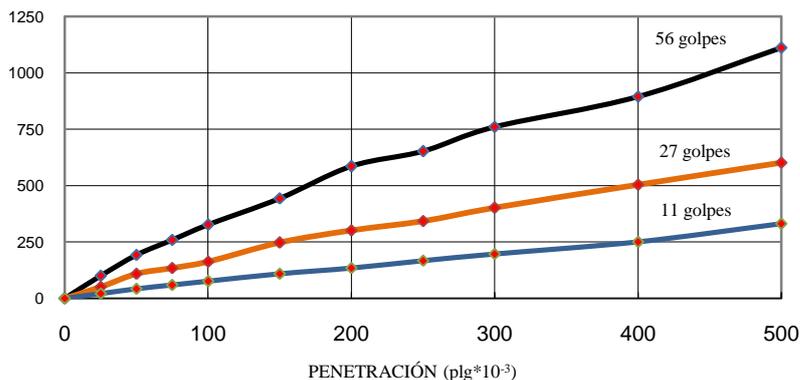
2/4

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

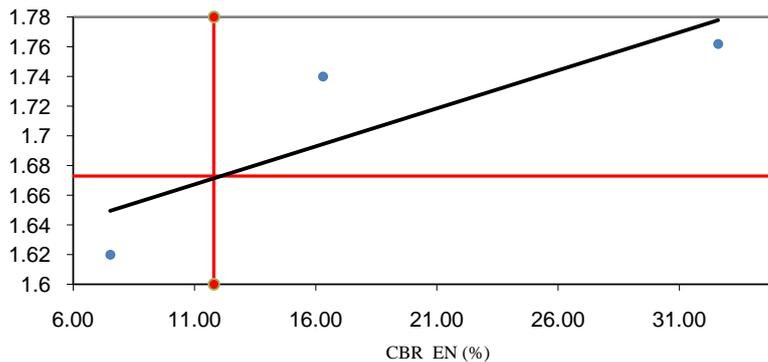
TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q LECT. mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %
			CALC.	CORG			CALC.	CORG			CALC.	CORG	
			lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>		
0.00	0	0.0	0			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	12.0	100.32			6.0	50.16			2.5	20.90		
1.00	50	23.0	192.28			13.0	108.68			5.0	41.80		
1.50	75	31.0	259.16			16.0	133.76			7.1	59.36		
2.00	100	39.0	326.04	326.04	<b>32.60</b>	19.5	163.02	163.0	<b>16.30</b>	9.0	75.24	75.24	<b>7.52</b>
3.00	150	53.0	443.08			29.5	246.62			13.0	108.68		
4.00	200	70.0	585.20			36.0	300.96			16.0	133.76		
5.00	250	78.0	652.08			41.0	342.76			20.0	167.20		
6.00	300	91.0	760.76			48.0	401.28			23.5	196.46		
8.00	400	107.0	894.52			60.3	504.11			30.0	250.80		
10.00	500	133.0	1111.88			72.0	601.92			39.5	330.22		

CARGA - PENETRACIÓN



	Densidades	Resistencias
gr/cm <sup>3</sup>	1.762	32.60 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.740	16.30 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.620	7.52 %

CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 12%**

Densidad Máx.	1.761	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.673	1.673
	0.0	65.0
	1.6	1.78
	11.80	11.80



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 2 + 000  
**PROFUND. DE MUESTRA:** Subrasante 3/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS

MOLDE #	1	2	3
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr.)	20380	21423	20180
PESO MOLDE (gr.)	16475	16824	16475
PESO MUESTRA HUMEDA (gr.)	3905	4599	3705
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2014.84	2363.05	2014.84
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.938	1.946	1.839
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.752	1.739	1.619
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.752	1.739	1.619

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

RECIPIENTE #	K2-1	K2-1.2	K2-2	K2-2.1	K2-3	K2-3.1
Rec + Wm (gr.)	106.8	106.2	112.9	115.7	118.5	118.3
Rec + PESO MUESTRA SECA (gr.)	99.6	99	104.2	106.9	108.2	107.9
PESO AGUA (gr.)	7.2	7.2	8.7	8.8	10.3	10.4
PESO RECIPIENTE (gr.)	31.6	31.6	31.8	31.9	31.8	31.7
PESO MUESTRA SECA (gr.)	68	67.4	72.4	75	76.4	76.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.59	10.68	12.02	11.73	13.48	13.65
CONTE DE HUMEDAD PROM (%)	10.64		11.88		13.57	

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuaiacha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 2 + 000

**PROFUND. :** Subrasante

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

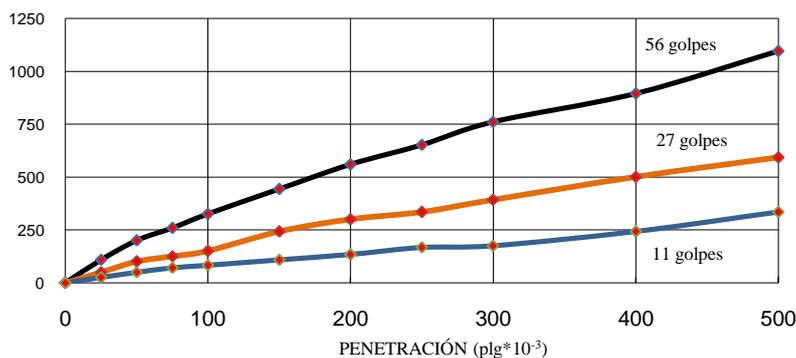
3/4

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

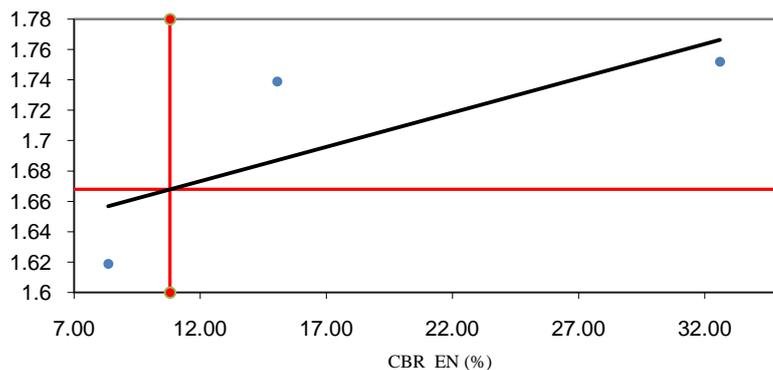
TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q LECT. mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %
			CALC.	CORG			CALC.	CORG			CALC.	CORG	
		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>					
0.00	0	0.0	0			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	13.0	108.68			6.0	50.16			3.0	25.08		
1.00	50	24.0	200.64			12.0	100.32			6.0	50.16		
1.50	75	31.0	259.16			15.0	125.40			8.5	71.06		
2.00	100	39.0	326.04	326.04	<b>32.60</b>	18.0	150.48	150.5	<b>15.05</b>	10.0	83.60	83.60	<b>8.36</b>
3.00	150	53.0	443.08			29.0	242.44			13.0	108.68		
4.00	200	67.0	560.12			36.0	300.96			16.0	133.76		
5.00	250	78.0	652.08			40.0	334.40			20.0	167.20		
6.00	300	91.0	760.76			47.0	392.92			21.0	175.56		
8.00	400	107.0	894.52			60.0	501.60			29.0	242.44		
10.00	500	131.0	1095.16			71.0	593.56			40.0	334.40		

CARGA - PENETRACIÓN



	Densidades	Resistencias
gr/cm <sup>3</sup>	1.752	32.60 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.739	15.05 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.619	8.36 %

CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 11%**

Densidad Máx.	1.756	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.668	1.668
	0.0	35.0
	1.6	1.78
	10.80	10.80



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge  
**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.  
**ABSCISA:** k 3 + 000  
**PROFUND. DE MUESTRA:** Subrasante 4/4  
**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch. **FECHA:** 05/07/2010  
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

### DENSIDADES A DIFERENTES ENERGÍAS

MOLDE #	1	2	3
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr.)	20264	21263	20150
PESO MOLDE (gr.)	16475	16824	16475
PESO MUESTRA HUMEDA (gr.)	3789	4439	3675
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2014.84	2363.05	2014.84
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.881	1.879	1.824
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.688	1.675	1.614
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.688	1.675	1.614

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

RECIPIENTE #	K3-1	K3-1.2	K3-2	K3-2.1	K3-3	K3-3.1
Rec + Wm (gr.)	106.8	106.2	112.9	115.7	118.5	118.3
Rec + PESO MUESTRA SECA (gr.)	98.9	98.7	104.1	106.6	109	107.9
PESO AGUA (gr.)	7.9	7.5	8.8	9.1	9.5	10.4
PESO RECIPIENTE (gr.)	31.6	31.6	31.8	31.8	31.8	31.7
PESO MUESTRA SECA (gr.)	67.3	67.1	72.3	74.8	77.2	76.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.74	11.18	12.17	12.17	12.31	13.65
CONTE DE HUMEDAD PROM (%)	11.46		12.17		12.98	

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahuacha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 3 + 000

**PROFUND. :** Subrasante

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

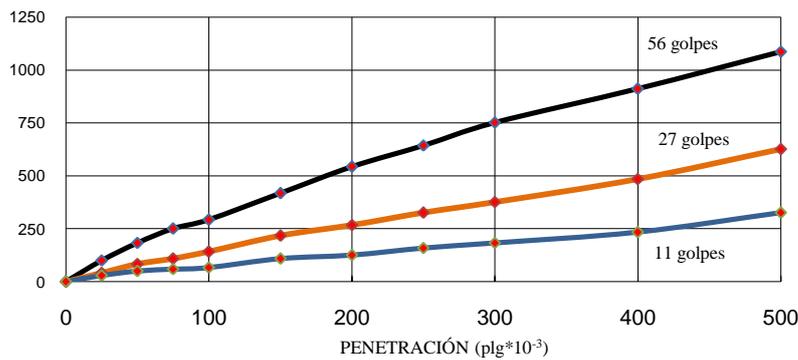
4/4

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

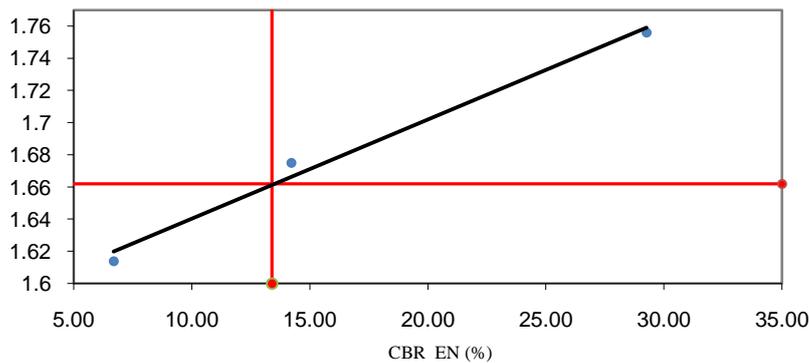
TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q LECT. mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %	Q LECT.	PRESIONES		CBR %
			CALC.	CORG			CALC.	CORG			CALC.	CORG	
		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>		lb/plg <sup>2</sup>					
0.00	0	0.0	0		0.0	0.00			0.0	0.00			
0.50	25	12.0	100.32		5.0	41.80			3.5	29.26			
1.00	50	22.0	183.92		10.0	83.60			6.0	50.16			
1.50	75	30.0	250.80		13.0	108.68			7.1	59.36			
2.00	100	35.0	292.60	292.60	17.0	142.12	142.1	14.21	8.0	66.88	66.88	6.69	
3.00	150	50.0	418.00		26.0	217.36			13.0	108.68			
4.00	200	65.0	543.40		32.0	267.52			15.0	125.40			
5.00	250	77.0	643.72		39.0	326.04			19.0	158.84			
6.00	300	90.0	752.40		45.0	376.20			22.0	183.92			
8.00	400	109.0	911.24		58.0	484.88			28.0	234.08			
10.00	500	130.0	1086.80		75.0	627.00			39.0	326.04			

CARGA - PENETRACIÓN



	Densidades	Resistencias
gr/cm <sup>3</sup>	1.688	29.26 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.675	14.21 %
gr/cm <sup>3</sup>	1.614	6.69 %

CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 13%**

Densidad Máx.	1.749	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.662	1.662
	0.0	35.0
	1.6	1.8
	13.40	13.40

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaucha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 0 + 000

**PROFUND. :** Capa base del empedrado

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

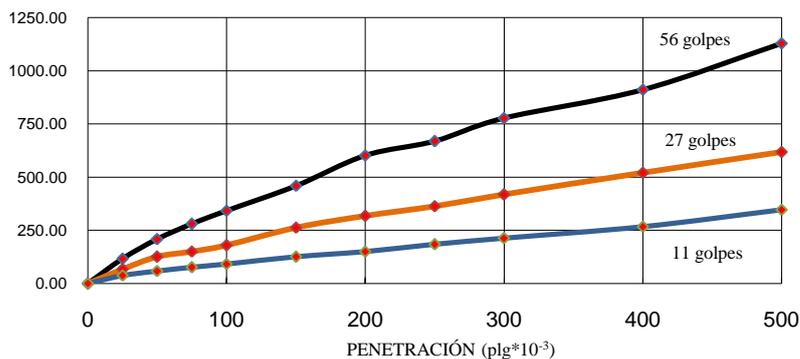
1/4'

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

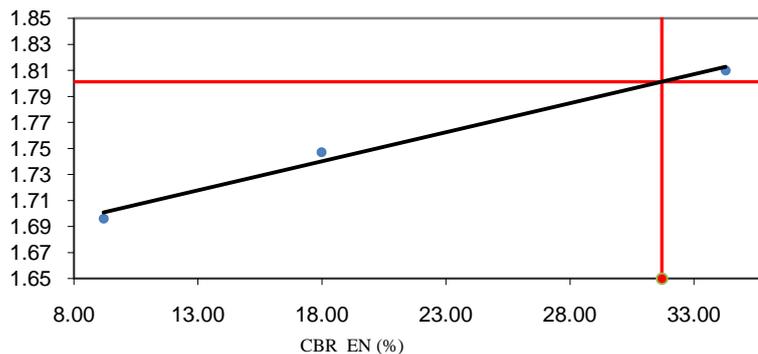
TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %
			lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>		
0.00	0	0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	14.0	117.04			8.0	66.88			4.5	37.62		
1.00	50	25.0	209.00			15.0	125.40			7.0	58.52		
1.50	75	33.5	280.06			18.0	150.48			9.1	76.08		
2.00	100	41.0	342.76	342.8	<b>34.28</b>	21.5	179.74	179.7	<b>17.97</b>	11.0	91.96	91.96	<b>9.20</b>
3.00	150	55.0	459.80			31.5	263.34			15.0	125.40		
4.00	200	72.0	601.92			38.0	317.68			18.0	150.48		
5.00	250	80.0	668.80			43.5	363.66			22.0	183.92		
6.00	300	93.0	777.48			50.0	418.00			25.5	213.18		
8.00	400	109.0	911.24			62.3	520.8			32.0	267.52		
10.00	500	135.0	1128.60			74.0	618.6			41.5	346.94		

CARGA - PENETRACIÓN



Densidades		Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.81	34.28	%
gr/cm <sup>3</sup>	1.747	17.97	%
gr/cm <sup>3</sup>	1.696	9.20	%

CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 32%**

Densidad Máx.	1.801	gr/cm <sup>3</sup>
100% de DM	1.801	1.801
	0.0	62.0
	1.65	2.20
	31.70	31.70

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaucha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 1 + 000

**PROFUND. :** Capa base del empedrado

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

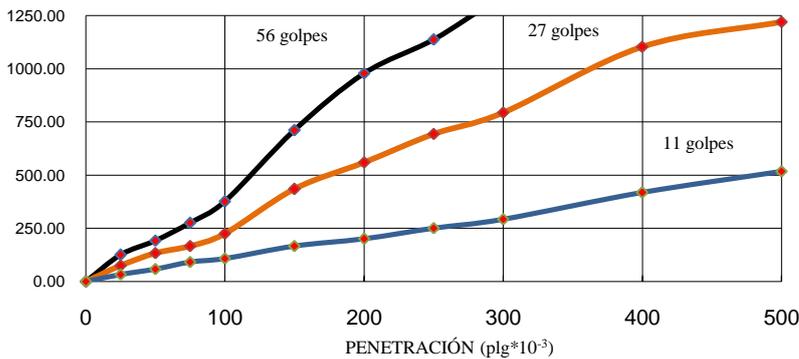
2/4'

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

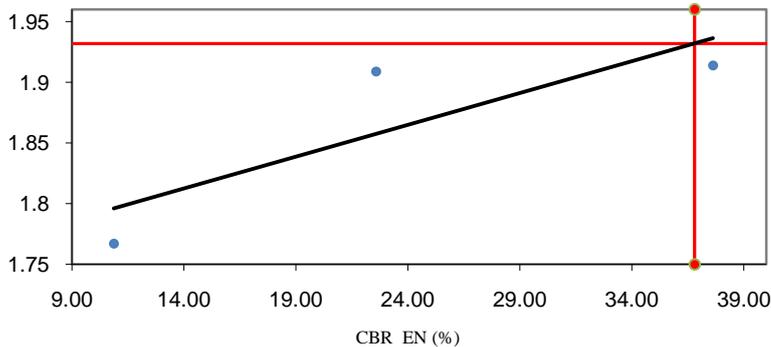
ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %
			lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>		
0.00	0	0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	15.0	125.40			9.0	75.24			4.0	33.44		
1.00	50	23.0	192.28			16.0	133.76			7.0	58.52		
1.50	75	33.0	275.88			20.0	167.20			11.0	91.96		
2.00	100	45.0	376.20	376.2	<b>37.62</b>	27.0	225.72	225.7	<b>22.57</b>	13.0	108.68	108.68	<b>10.87</b>
3.00	150	85.0	710.60			52.0	434.72			20.0	167.20		
4.00	200	117.0	978.12			67.0	560.12			24.0	200.64		
5.00	250	136.0	1136.96			83.0	693.88			30.0	250.80		
6.00	300	160.0	1337.60			95.0	794.20			35.0	292.60		
8.00	400	200.0	1672.00			132.0	1103.5			50.0	418.00		
10.00	500	215.0	1797.40			146.0	1220.6			62.0	518.32		

CARGA - PENETRACIÓN



CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



**CBR PUNTUAL = 37%**

Densidad Máx.	1.932	gr/cm <sup>3</sup>
100% de DM	1.932	1.932
	0.0	65.0
	1.75	1.96
	36.80	36.80

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaucha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 2 + 000

3/4'

**PROFUND. :** Capa base del empedrado

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

**FECHA:** 05/07/2010

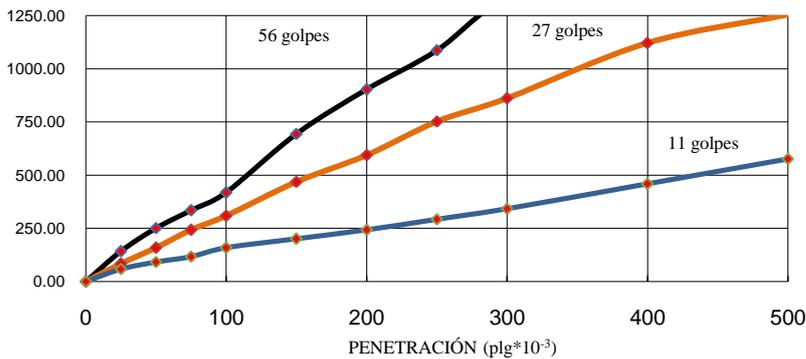
**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %
			lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>		
0.00	0	0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	17.0	142.12			10.0	83.60			7.0	58.52		
1.00	50	30.0	250.80			19.0	158.84			11.0	91.96		
1.50	75	40.0	334.40			29.0	242.44			14.0	117.04		
2.00	100	50.0	418.00	418.00	<b>41.80</b>	37.0	309.32	309.3	<b>30.93</b>	19.0	158.84	158.84	<b>15.88</b>
3.00	150	83.0	693.88			56.0	468.16			24.0	200.64		
4.00	200	108.0	902.88			71.0	593.56			29.0	242.44		
5.00	250	130.0	1086.80			90.0	752.40			35.0	292.60		
6.00	300	160.0	1337.60			103.0	861.08			41.0	342.76		
8.00	400	195.0	1630.20			134.0	1120.24			55.0	459.80		
10.00	500	214.0	1789.04			150.0	1254.00			69.0	576.84		

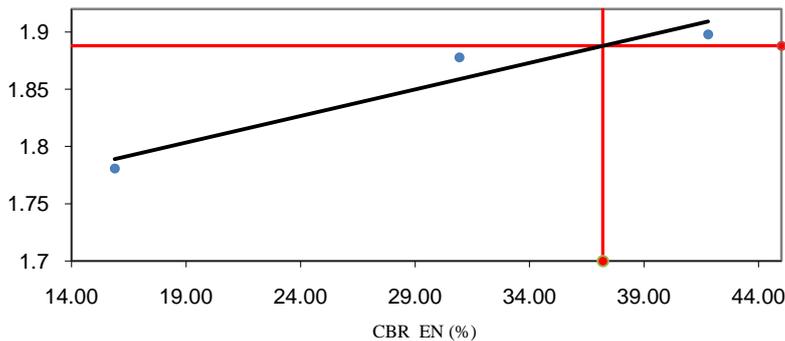
CARGA - PENETRACIÓN



Densidades		Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.898	41.80	%
gr/cm <sup>3</sup>	1.878	30.93	%
gr/cm <sup>3</sup>	1.781	15.88	%

**CBR PUNTUAL = 37%**

CAPACIDAD DE SOPORTE - DENSIDAD SECA



Densidad Máx.	1.888	gr/cm <sup>3</sup>
100% de DM	1.888	1.888
	0.0	45.0
	1.70	2.0
	37.20	37.20

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## ENSAYO DE C.B.R

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

**PROYECTO:** Diseño del pavimento de la vía Lligo- Tahaucha- San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate.

**ABSCISA:** k 3 + 000

4/4'

**PROFUND. :** Capa base del empedrado

**ENSAYADO POR:** Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

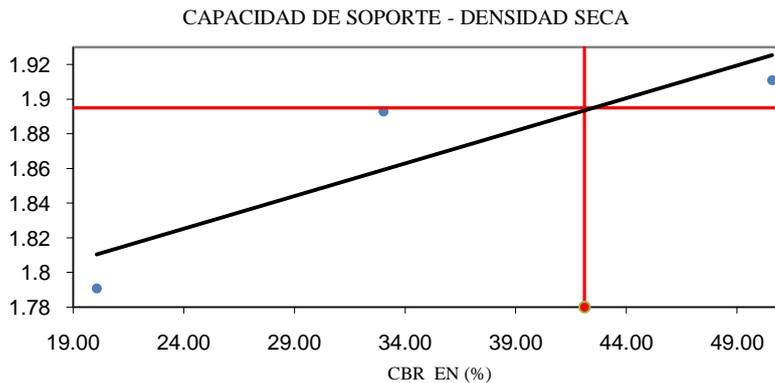
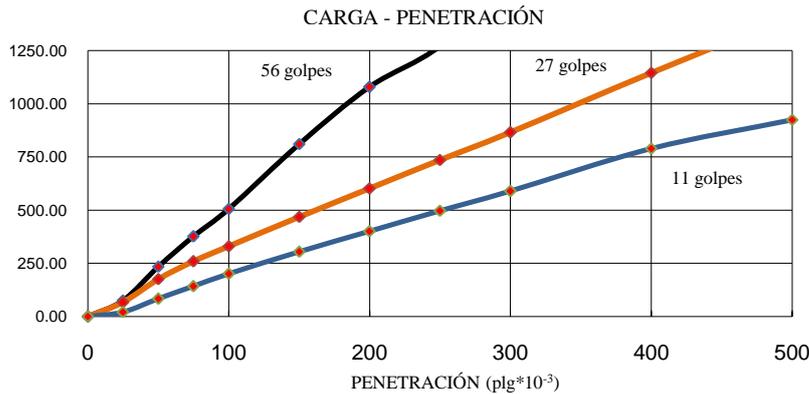
**FECHA:** 05/07/2010

**REVISADO POR:** Ing. Francisco Mantilla

CONSTANTE DEL ANILLO: 25.08 lb/0,01mm

ÁREA DEL PISTÓN: 3.00 plg<sup>2</sup>

TIEMPO MIN	PENETR. plg*10 <sup>-3</sup>	MOLDE N° 1 (56)				MOLDE N° 2 (27)				MOLDE N° 3 (11)			
		Q mm10 <sup>-2</sup>	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %	Q	PRESIONES		CBR %
			lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>				lb/plg <sup>2</sup>		
0.00	0	0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.50	25	9.0	75.24			8.0	66.88			2.5	20.90		
1.00	50	28.0	234.08			21.0	175.56			10.0	83.60		
1.50	75	45.0	376.20			31.0	259.16			17.0	142.12		
2.00	100	60.5	505.78	505.78	<b>50.58</b>	39.5	330.22	330.2	<b>33.02</b>	24.0	200.64	200.64	<b>20.06</b>
3.00	150	97.0	810.92			56.0	468.16			36.5	305.14		
4.00	200	129.0	1078.44			72.0	601.92			48.0	401.28		
5.00	250	152.0	1270.72			88.0	735.68			59.5	497.42		
6.00	300	191.0	1596.76			103.5	865.26			70.5	589.38		
8.00	400	279.0	2332.44			137.0	1145.32			94.5	790.02		
10.00	500	336.0	2808.96			169.0	1412.84			110.6	924.62		



**CBR PUNTUAL = 42%**

Densidad Máx.	1.895	gr/cm <sup>3</sup>
100% de DM	1.895	1.895
	0.0	60.0
	1.78	2.1
	42.10	42.10

## ANEXO 4

### DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. MÉTODO AASHTO 93

El método de diseño AASHTO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el Estado de Illinois. A partir de los deterioros que experimentan representar las relaciones deterioro - sollicitación para todas las condiciones ensayadas.

A partir de la versión del año 1986, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en lugar del ensayo original. Los modelos matemáticos respectivos también requieren de una calibración para las condiciones locales del área donde se pretenden aplicar.

En el caso de los pavimentos flexibles, el método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con carpeta asfáltica y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito (mayores de 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el período de diseño), dejando fuera pavimentos ligeros para tránsitos menores al citado, como son los caminos revestidos o de terracería.

Los factores que se consideran en el procedimiento de AASHTO para diseñar pavimentos flexibles, tal como los presenta la guía de 1993, son:

- Desempeño del pavimento
- Tránsito
- Suelos de afirmado (material de la subrasante)
- Materiales para construcción
- Medio ambiente
- Drenaje
- Confiabilidad

### ECUACIÓN DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un “**Número Estructural SN**” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga sollicitado. Para determinar el número estructural **SN** requerido, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros:

$$\log_{10}(W_{18}) = (Z_R * S_O) + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

$W_{18}$  = cantidad pronosticada de aplicaciones de carga de 18 000 lb (80KN) en un eje

$Z_R$  = Desviación estándar normal para determinar la confiabilidad

$S_O$  = Desviación estándar global

SN = Número estructural, indicativo del espesor total del pavimento

$\Delta PSI$  = Cambio en la servicialidad

$M_R$  = Módulo de resiliencia

### a. Ejes equivalentes acumulados para el período de diseño seleccionado ( $W_{18}$ ).

Para el cálculo del tránsito, el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 ton) acumulados durante el período de diseño.

Tipo de carretera / Periodo de análisis

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

Porcentaje  $W_{18}$  según el número de carriles en una dirección

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DEL $W_{18}$ EN EL CARRIL DE DISEÑO, $D_L$
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

### b. Confiabilidad “R”

La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.

Cada valor de **R** está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente **Z<sub>r</sub>** (Desviación estándar normal). A su vez,  $Z_r$  determina, en conjunto con el factor **S<sub>o</sub>** (Desviación estándar normal), un factor de confiabilidad.

Niveles sugeridos de confiabilidad R / clasificación funcional

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	
	URBANA	RURAL
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	85 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Valores de la desviación estándar normal,  $Z_r$ , con respecto a confiabilidad R

CONFIABILIDAD, R (%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL, $Z_r$
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

**c. Desviación estándar global “So”**

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), descrita anteriormente; en este paso deberá seleccionarse un valor  $S_o$  “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Para pavimentos flexibles: **0,40 <  $S_o$  < 0,50**      Se recomienda usar **0,45**

**d. Módulo de resiliencia  $M_r$  (Característica de la Subrasante)**

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década del 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones tales como el CBR, compresión simple

es reemplazada por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representa mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones. La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

1. **Mr (psi) = 1500 x CBR** para CBR < 10% (sugerida por AASHTO).
2. **Mr (psi) = 3000 x CBR<sup>0.65</sup>** para CBR de 7.2% a 20% (desarrollada en Sudáfrica).
3. **Mr (psi) = 4326 x lnCBR + 241** (usada para suelos granulares por la propia guía AASHTO).

### e. Índice de serviciabilidad (PSI)

Serviciabilidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento.

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

Donde:

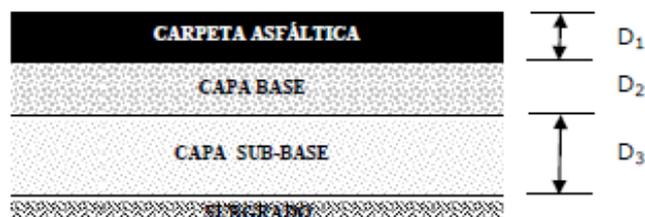
**ΔPSI:** Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final o terminal deseado.

**PSI<sub>inicial</sub>:** Índice de servicio inicial (4.5 pavimentos rígidos y 4.2 para flexibles).

**PSI<sub>final</sub>:** Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3, 2.5 y 2.0 recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

### DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPA

Una vez que el diseñador ha obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, utilizando la ecuación general básica de diseño, donde se involucraron los parámetros anteriormente descritos (tránsito, R, So, MR, *PSI*), se requiere ahora determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y sub-base, haciéndose notar que el método de AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y sub-base:



Capas que conforman la estructura del Pavimento

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

$a_1, a_2$  y  $a_3$  = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub-base.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

$m_2$  y  $m_3$  = Coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente.

Para el cálculo de los espesores  $D_1$  y  $D_2$  (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados:

Valores mínimos  $D_1, D_2$  en función del tráfico W18

TRÁFICO, W18	CONCRETO ASFÁLTICO, D1	CAPA BASE, D2
< 50 000	1,0 (o tratamiento superficial)	4
50 001 a 150 000	2.0	4
150 001 a 500 000	2.5	4
500 001 a 2 000 000	3.0	6
2 000 001 a 7 000 000	3.5	6
7 000 000	4.0	6

## 1. Coeficientes estructurales ( $a_1, a_2, a_3$ )

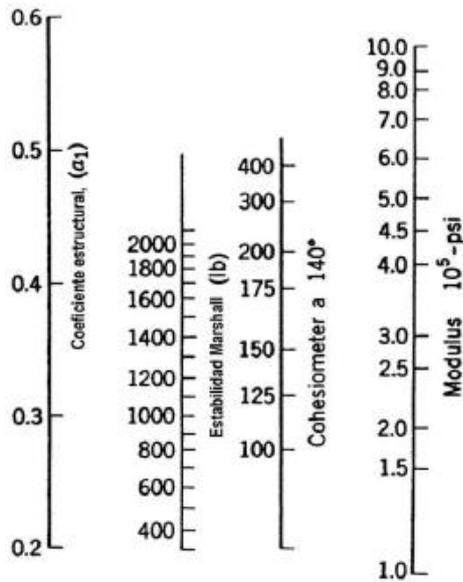
Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural " $a_i$ ". Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de la prueba AASHO de 1958-60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método.

### a. Coeficiente estructural de la Carpeta Asfáltica ( $a_1$ )

Si conocemos el Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica en psi o si se conoce la Estabilidad Marshall en libras:

Coeficientes de la Carpeta Asfáltica ( $a_1$ )

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES DE $a_1$
psi	MPa	
125.000	875	0.220
150.000	1.050	0.250
175.000	1.225	0.280
200.000	1.400	0.295
225.000	1.575	0.320
250.000	1.750	0.330
275.000	1.925	0.350
300.000	2.100	0.360
325.000	2.275	0.375
350.000	2.450	0.385
375.000	2.625	0.405
400.000	2.800	0.420
425.000	2.975	0.435
450.000	3.150	0.440



Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_1$

El valor aproximado del módulo elástico de la capa asfáltica ( $E_1$ ), en MPa, es de:

$$E_1 = 860 \times EM/FL \times 10^{0.035(30-T)}$$

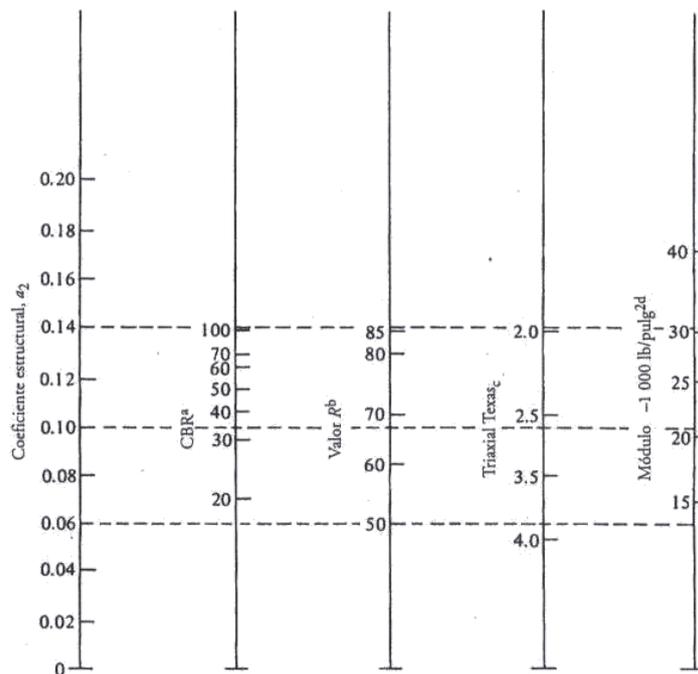
Donde:

**EM:** Estabilidad Marshall (KN). (1 KN = 224.96 Lbs.)

**FL:** Flujo o deformación Marshall (mm).

**T :** Temperatura de cálculo en °C (21 °C).

**b. Coeficiente estructural de la Base ( $a_2$ )**

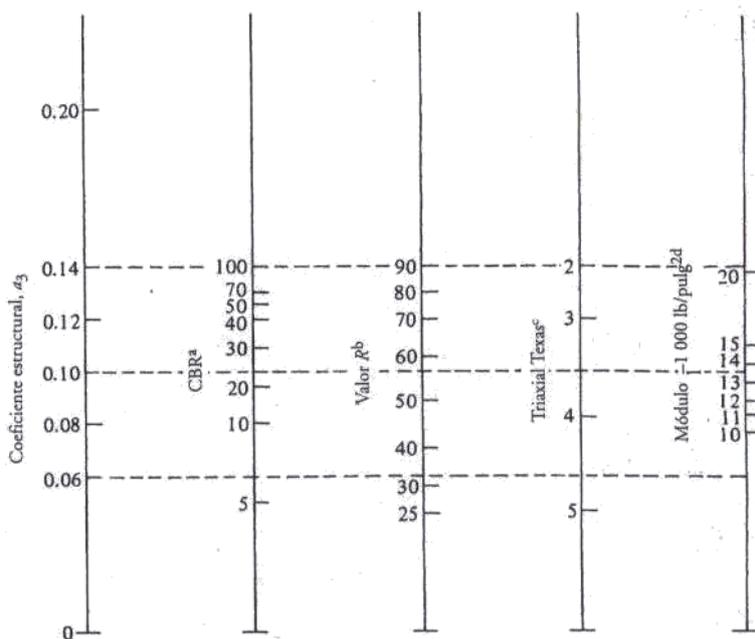


Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_2$

Coefficientes de la Capa Base (a2)

BASE DE AGREGADOS	
CBR (%)	a2
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

c. Coeficiente estructural de la Sub-Base (a3)



Nomograma para estimar el coeficiente estructural a3

Coefficientes de la Capa Sub-base (a3)

SUB-BASE GRANULAR	
CBR (%)	a3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

2. Coeficientes de drenaje (m2, m3)

La calidad del drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa base y sub-base):

### Calidad del drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

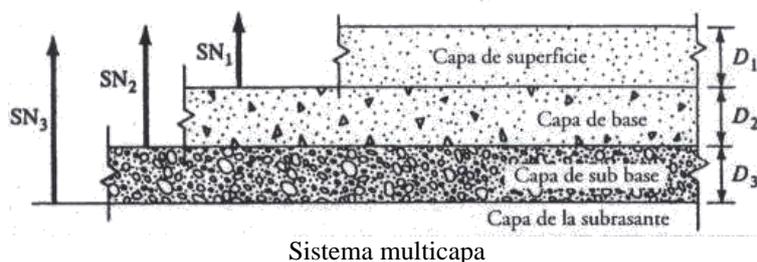
En la siguiente tabla, se presentan los valores recomendados para m2 y m3 (bases y sub-bases granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Valores Recomendados para m2 y m3

CALIDAD DEL DRENAJE	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

### 3. Análisis del diseño final con sistema multicapa

Deberá reconocerse que para pavimentos flexibles, la estructura es un sistema de varias capas y por ello deberá diseñarse de acuerdo a ello.



Límites de espesores D1, D2, D3 con su respectivo número estructural SN1, SN2, SN3.

$$D_1' \geq SN_1 / a_1$$

$$SN_1' = a_1 * D_1' \geq SN_1$$

$$D_2' \geq (SN_2 - SN_1') / (a_2 * m_2)$$

$$SN_2' = a_2 * D_2' * m_2 \geq SN_2$$

$$D_3' \geq SN_3 - (SN_1' + SN_2') / (a_3 * m_3)$$

$$SN_3' = (a_3 * D_3' * m_3) + (SN_1' + SN_2') \geq SN_3$$



**CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS - ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

2/2

PROYECTO: Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaiacha, San Jorge

IMPACTO IRRELEVANTE		Tipo de Impacto		Por su Intensidad				Por la Extensión		Por la Duración		Por su Reversibilidad		Por su Recuperabilidad		Por su Área de Influen.									
		Positivo (+)	Negativo (-)	Baja (1)	Media (2)	Alta (4)	Muy Alta (8)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Temporal (1)	Periodica (2)	Permanente (4)	Reversible a Corto Plazo (1)	Reversible a Mediano Plazo (2)	Irreversible (4)	Recuperable Inmediata (1)	Recuperable medio plazo (2)	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Indirecto o Secundario (1)	Directo (4)			
IMPACTOS (-) = 93																									
IMPACTOS (+) = 88																									
IMPORTANCIA DEL IMPACTO																									
I = 5																									
ENTORNO AMBIENTAL	MEDIO ABIÓTICO	CLIMA	Precipitación																						
			Temperatura																						
		AIRE	Emisiones		-	1				1				2	1				1						4
			Ruido		-	1				1				2	1				1					1	
		AGUA	Superficial	+			2			1				4	1				1					1	
			calidad del agua	+		1					2			2			2			2				1	
	SUELO	Erosión		-	1				1			1			1				2				1		
		Calidad del suelo																							
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Vegetación secundaria		-	1			1			1			1			1					1		
			Modificación																						
		FAUNA	Ave		-	1				1			1			1			1					1	
			Roedores																						
	ENTORNO SOCIAL	MEDIO SOCIAL	Economía																						
			Servicios públicos	+			2			1				4	1				1					1	
Salud pública			+			2			1			2		1				1					1		
Empleo				-		2			1			2			1			2					4		
FACTOR ESTÉTICO		Imagen rural	+				4		1			2			1			1					4		
Paisaje																									
<b>TOTAL</b>			2	8	6	8	4	0	9	3	0	3	12	8	9	3	0	8	6	0	0	8	12		
IMPACTOS (-)					7		6		9		6		8		20										
IMPACTOS (+)					11		6		14		6		8												

**ANEXO 6**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuaicha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 1

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO

**UNIDAD:** km

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)	1				3.32
Estación Total	1	15	15	6.67	100.05

SUBTOTAL M 103.37

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Topógrafo 2	1	2.56	2.56	6.67	17.08
Cadenero (Estruct. Ocupacional D2)	3	2.47	7.41	6.67	49.42

SUBTOTAL N 66.50

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B
Estacas	u	50	0.20	10.00
Clavos de 1"	u	50	0.02	1.00

SUBTOTAL O 11.00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	180.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	36.17
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	217.05
VALOR OFERTADO	<b>217.05</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 2

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INCL. DESALOJO

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)					0.02
Excavadora	1	30	30	0.053	1.59
Volqueta	1	20	20	0.053	1.06

SUBTOTAL M

2.67

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Operador (Grupo I)	1	2.56	2.56	0.053	0.14
Ayudante de operador de equipo	1	2.44	2.44	0.053	0.13
Maestro (Estruct. Ocupacional C2)	0.5	2.54	1.27	0.053	0.07
Peón (Estruct. Ocupacional E2)	1	2.44	2.44	0.053	0.13

SUBTOTAL N

0.46

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B

SUBTOTAL O

0.00

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.63
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.76
VALOR OFERTADO	<b>3.76</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 3

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** BASE CLASE 2 e = 0.10 m

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**DETALLE:**

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)					0.06
Motoniveladora 120 HP	1	45.00	45.00	0.05	2.25
Rodillo Vibrador	1	35.00	35.00	0.05	1.75
Tanquero de agua 8 m3	1	20.00	20.00	0.05	1
Equipo topográfico	1	3.50	3.50	0.05	0.175
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>5.24</b>

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Operador (Grupo I)	1	2.56	2.56	0.05	0.13
Operador (Grupo II)	1	2.54	2.54	0.05	0.13
Operador de equipo liviano	1	2.47	2.47	0.05	0.12
Ayudante de operador de equipo	3	2.44	7.32	0.05	0.37
Topógrafo 2	1	2.56	2.56	0.05	0.13
Cadenero (Estruct. Ocupacional D2)	3	2.47	7.41	0.05	0.37
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.24</b>

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B
Agregado para Base Clase 2	m3	1.00	9.40	9.40
Agua	m3	0.25	1.00	0.25
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>9.65</b>

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	16.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	3.23
OTROS INDIRECTOS%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>19.36</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>19.36</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 4

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e = 2" Incl. Imprimación

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

**DETALLE:**

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)					0.04
Distribuidor de asfalto	1	50.00	50.00	0.015	0.75
Barredora autopropulsada	1	10.00	10.00	0.015	0.15
Rodillo Liso de 10 Ton.	1	38.00	38.00	0.015	0.57
Rodillo neumático	1	30.00	30.00	0.015	0.45
Cargadora Frontal	1	36.00	36.00	0.015	0.54
Calentador de asfalto portátil	1	70.00	70.00	0.015	1.05
Distribuidor de agregados	1	45.00	45.00	0.015	0.68

SUBTOTAL M

4.22

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Operador (Grupo I)	1	2.56	2.56	0.015	0.04
Operador (Grupo II)	6	2.54	15.24	0.015	0.23
Ayudante de operador de equipo	7	2.44	17.08	0.015	0.26
Maestro (Estruct. Ocupacional C2)	1	2.54	2.54	0.015	0.04
Peón (Estruct. Ocupacional E2)	6	2.44	14.64	0.015	0.22

SUBTOTAL N

0.78

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B
Asfalto líquido RC para imprimación	galón	0.25	1.00	0.25
Agregados	m <sup>3</sup>	0.22	12.50	2.75
Asfalto	galón	0.45	1.00	0.45
Diesel	galón	0.21	1.00	0.21

SUBTOTAL O

3.66

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	1.73
OTROS INDIRECTOS%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.40
VALOR OFERTADO	<b>10.40</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 5

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** CUNETA REVESTIDA H.S. fc = 180 kg/cm2.

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)					0.20
Concreteira	1	5.00	5.00	0.16	0.8
<b>SUBTOTAL M</b>					1.00

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Maestro (Estruct. Ocupacional C2)	1	2.54	2.54	0.16	0.41
Albañil (Estruct. Ocupacional D2)	2	2.44	4.88	0.16	0.78
Peón (Estruct. Ocupacional E2)	6	2.44	14.64	0.16	2.34
Operador de equipo liviano	1	2.47	2.47	0.16	0.40
<b>SUBTOTAL N</b>					3.92

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B
Cemento Rocafuerte 50 kg	kg	0.38	6.20	2.36
Ripio	m3	0.07	12.00	0.84
Arena	m3	0.03	9.00	0.27
Agua	m3	0.03	1.00	0.03
Piedra bola	m3	0.05	8.75	0.44
<b>SUBTOTAL O</b>				3.93

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

#### SUBTOTAL P

	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	8.85
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%</b>	1.77
	<b>OTROS INDIRECTOS%</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	10.63
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>10.63</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**OBRA:** Diseño del pavimento de la vía Lligo, Tahuacha, San Jorge

**UBICACIÓN:** Parroquia La Matriz- Cantón Patate- Provincia de Tungurahua

HOJA 6

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
HERRAM. MANUAL(5%de mano de obra)					0.00
Frangeadora	1	25.00	25	0.004	0.10
<b>SUBTOTAL M</b>					0.10

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Pintor (Estruct. Ocupacional D2)	1	2.47	2.47	0.004	0.01
Ayudante (Estruct. Ocupacional E2)	3	2.44	7.32	0.004	0.03
<b>SUBTOTAL N</b>					0.04

#### MATERIALES

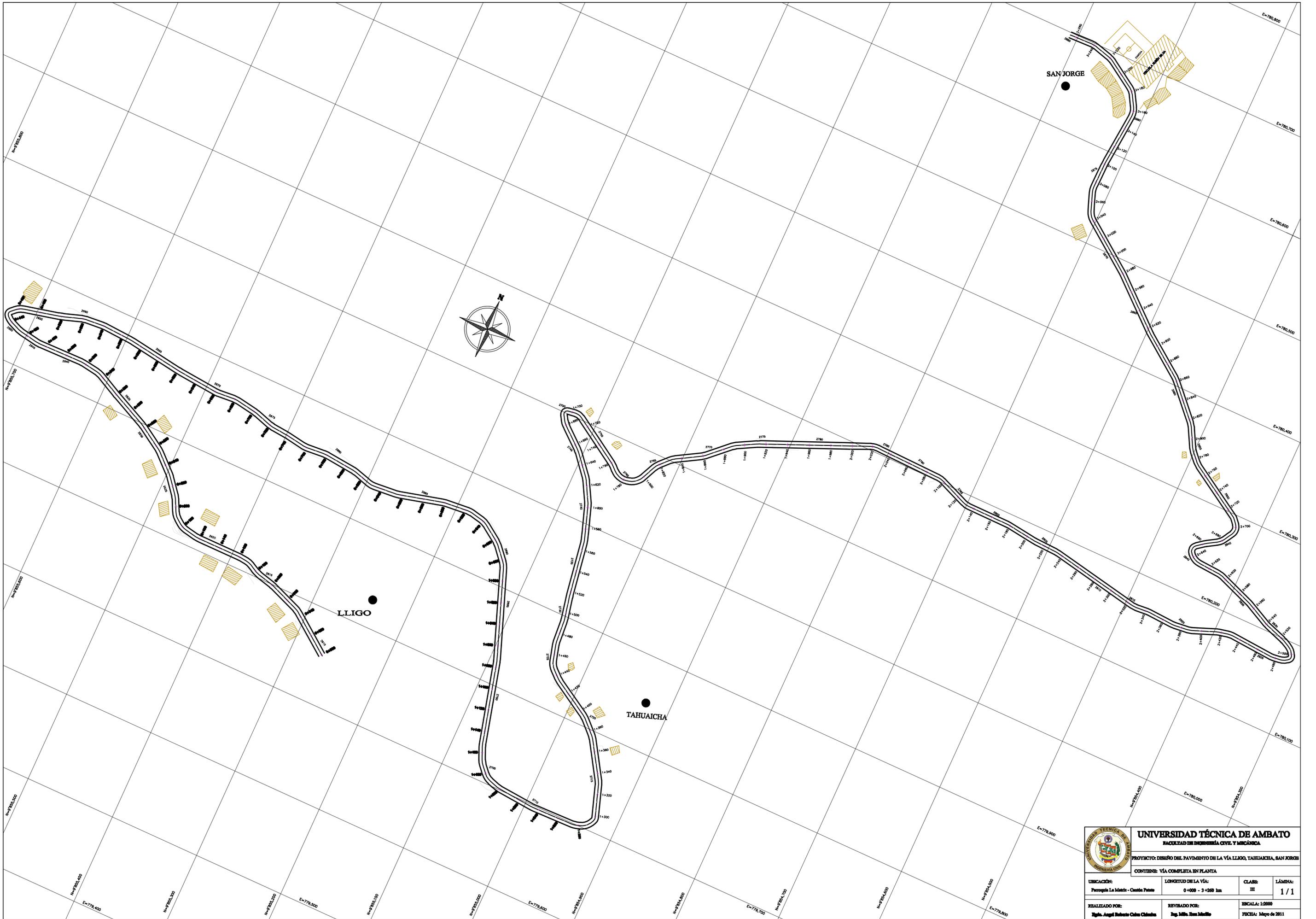
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C = A * B
Pintura de tráfico amarilla	galón	0.047	35.00	1.65
Tiñer	galón	0.020	30.00	0.60
Piola	rollo	0.001	4.80	0.005
<b>SUBTOTAL O</b>				2.25

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.48
OTROS INDIRECTOS%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.87</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2.87</b>

Egdo. Angel Roberto Caiza Ch.



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

PROYECTO: DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLIGO, TAHUAICHA, SAN JORGE

CONTIENE: VÍA COMPLETA EN PLANTA

UBICACIÓN: Parroquia La Mata - Canton Píscos	LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 3+269 km	CLASE: III	LÁMINA: 1 / 1
ELABORADO POR: Ing. Angel Roberto Cajas Cajas	REVISADO POR: Ing. Mdo. Rom Melillo	ESCALA: 1:2000 FECHA: Mayo de 2011	