

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la tierra

Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima –
Naranjal (Km 11) -Taura

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Cesar Andrés Delgado Andrade

Livingston Joseph Rivera De La Cruz

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres María Fernanda Andrade De Guadalupe y Cesar Patricio Delgado Martínez pues gracias a su gran ejemplo diario como padres, amigos y profesionales me han formado al ser un honesto y humilde ser humano que hoy en día soy. Con su gran esfuerzo y sacrificio para alcanzar sus metas, me han enseñado a nunca rendirme ante cualquier obstáculo de la vida para lograr cualquier meta que me proponga.

César Andrés Delgado Andrade

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral la patrocinadora de nuestros estudios, a los profesores que a lo largo de nuestra carrera compartieron sus conocimientos para que lleguemos al final de nuestras carreras. Le damos las gracias al PhD. Miguel Ángel Chávez por su guía en este proyecto, a la MSc Carola Gordillo y al Msc Arnaldo Bayona por guiarnos y aportar con este proyecto.

César Andrés Delgado Andrade

Livingston Joseph Rivera De La Cruz

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *César Andrés Delgado Andrade* y *Livingston Joseph Rivera De la Cruz* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Cesar Andrés Delgado
Andrade

Livingston Joseph Rivera
De La Cruz

EVALUADORES

PhD. Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

Msc. Carola Gordillo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La vía convencional Km 26 (Virgen de Fátima) – Naranjal forma parte de la nueva red vial en la provincia del Guayas y dado que el sector es altamente agrícola, se requiere de una carretera segura, que brinde serviciabilidad especialmente para transportar producción agrícola. Actualmente se está construyendo una vía de pavimento flexible, diseñado con el método empírico AASHTO 93, que es el más usado en Ecuador para el diseño de pavimentos. Para una futura rehabilitación se propone el diseño alternativo de pavimento rígido, mediante procedimientos tradicionales, en particular el método de empírica-mecanicista de Losas Optimizadas.

Este trabajo se efectúa mediante la utilización de software que permiten optimizar los diseños y también se aplica una nueva tecnología.

Palabras Clave: carretera, pavimento, mecanicista, optimizadas

ABSTRACT

The conventional road Km 26 (Virgen de Fátima) - Naranjal is part of the new road network in the province of Guayas and given that highly agricultural sector, it requires safe roads, which provides serviceability specially to transport agricultural production. Currently, a flexible pavement road is being built, designed with the empirical method AASHTO 93, which is most used in Ecuador for the design of pavements. For a future rehabilitation an alternative design of rigid pavement is proposed, by traditional procedures, in particular the empirical-mechanistic method of Optimized Slabs.

This work is carried out through the use of software that allows to optimize the designs and also a new technology is applied.

Keywords: highway, mechanist, pavement, optimized

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1.Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Método AASHTO 1993.....	3
1.4.2 Método PCA.....	4
1.4.3 Método losas de dimensiones optimizadas (losas cortas).....	5
CAPÍTULO 2.....	6
2.Metodología.....	6
2.1 Metodología de diseño método PCA.....	6
2.1.1 Módulo de Rotura o Resistencia a la flexión del concreto.....	6
2.1.2 Soporte de la Subrasante y Subbase.....	6
2.1.3 Periodo de diseño.....	7

2.1.4	Los pesos, frecuencias, y tipo de tráfico pesado que el pavimento soportará.	7
2.2	Metodología de diseño AASHTO 93.....	8
2.2.1	Tráfico (W18).	9
2.2.2	Confiabilidad y desviación estándar.....	11
2.2.3	Serviciabilidad.....	12
2.2.4	Modulo elástico del hormigón.	13
2.2.5	Drenaje.	13
2.2.6	Módulo de reacción de la subrasante.	13
2.3	Metodología de diseño método Losas Optimizadas TCP.....	15
2.3.1	Parámetros de diseño de pavimento.	15
2.3.2	Parámetros de diseño del tráfico.	18
2.3.3	Propiedades del hormigón.	20
2.3.4	Parámetros del suelo.	21
2.3.5	Clima.....	21
CAPÍTULO 3.....		23
3.Resultados Y Análisis.		23
3.1	Estudio geotécnico.	23
3.2	Programa StreetPave 12 para obtener el espesor usando método PCA.	25
3.2.1	Ingreso de Información de proyecto.....	25
3.2.2	Tráfico.	26
3.2.3	Detalles de Diseño.....	28
3.2.4	Nuevo diseño de pavimento.	30
3.3	Programa WinPAS 12 para obtener el espesor usando método AASHTO 93.	30
3.3.1	Ingreso de Información de proyecto.....	31
3.3.2	Estimación ESAL (Equivalent Single Axle Load)	31

3.3.3	Diseño y Análisis.....	34
3.4	Programa optipave2 para obtener el espesor usando método TCP losas optimizadas.	35
3.4.1	Ingreso de Información de proyecto.....	35
3.4.2	Parámetros de diseño.....	36
3.4.3	Tráfico.....	37
3.4.4	Hormigón.....	37
3.4.5	Suelo.....	38
3.4.6	Clima.....	39
3.4.7	Resultado.....	40
3.5	Análisis de Costo.....	41
CAPÍTULO 4.....		44
4.Conclusiones Y Recomendaciones		44
4.1	Conclusiones.....	44
4.2	Recomendaciones.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....		47

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
PCA	Portland Concrete Association
TCP	Thin Concrete Pavements
CBR	California Bearing Ratio
TPD	Tráfico Promedio Diario
DCP	Dinamyc Cone Penetrometer
ADT	Average Daily Traffic
ADTT	Average Daily Truck Traffic
ESAL	Equivalent Single Axle Load
FHWA	Federal Highway Administration
ICH	Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile
IRI	Índice de Rugosidad Internacional

SIMBOLOGÍA

m	Metros
cm	Centímetros
mm	milímetros
lb	libras
MPa	Mega Pascal
GPa	Giga Pascall
Psi	pounds force per square inch
Pulg	pulgada
KN	Kilo Newton
N	Newton

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante. [AASHTO, 1993]	14
Figura 3.1 Información del proyecto PCA 84. [StreetPave 12]	25
Figura 3.2 Categoría de tráfico PCA 84. [StreetPave 12]	27
Figura 3.3 Parámetro de tráfico PCA 84. [StreetPave 12]	27
Figura 3.4 Detalles globales de diseño PCA 84. [StreetPave 12]	28
Figura 3.5 Cálculo módulo resiliente PCA 84. [StreetPave 12]	28
Figura 3.6 Detalles del hormigón de diseño PCA 84. [StreetPave 12]	29
Figura 3.7 Cálculo del K combinado PCA 84. [StreetPave 12]	29
Figura 3.8 Resultado nuevo pavimento PCA 84. [StreetPave 12]	30
Figura 3.9 Información del proyecto [WinPAS 12]	31
Figura 3.10 Carga por eje. [Tabla nacional de pesos]	32
Figura 3.11 ESAL datos generales. [WinPAS 12]	33
Figura 3.12 Total de ESALS AASHTO 93.	33
Figura 3.13 Cálculo del espesor. [WinPAS 12]	34
Figura 3.14 Información del proyecto Losas Cortas. [Optipave2]	35
Figura 3.15 Parámetros de diseño. [Optipave2]	36
Figura 3.16 Información del tráfico. [Optipave2]	37
Figura 3.17 Características del hormigón losas cortas. [Optipave2]	38
Figura 3.18 Características del suelo losas cortas. [Optipave2]	39
Figura 3.19 Información del clima losas cortas. [Optipave2]	40
Figura 3.20 Resultado del espesor losas cortas. [Optipave2]	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factor de crecimiento de tránsito. [AASHTO, 1993].....	10
Tabla 2.2 Número de carriles en cada dirección. [AASHTO, 1993].....	10
Tabla 2.3 Relación de confiabilidad y el valor de ZR. [AASHTO, 1993]	11
Tabla 2.4 Desviación estándar de diseño. [AASHTO, 1993]	11
Tabla 2.5 Confiabilidad. [AASHTO, 1993]	12
Tabla 2.6 Coeficiente de drenaje. [AASHTO, 1993]	13
Tabla 2.7 Vida de diseño. [Guía Optipave2]	15
Tabla 2.8 Tipos de borde. [Guía Optipave2].....	16
Tabla 2.9 Porcentaje de losas agrietadas admisibles. [Guía Optipave2].....	17
Tabla 2.10 Confiabilidad. [Guía Optipave2].....	17
Tabla 2.11 Uso de pavimento. [Guía Optipave2].....	18
Tabla 2.12 Grupo TTC. [Guía Optipave2].....	19
Tabla 2.13 Distancia de distribución lateral. [Guía Optipave2]	20
Tabla 2.14 Desviación estándar distribución. [Guía Optipave2]	20
Tabla 2.15 Propiedades del Hormigón	20
Tabla 2.16 Característica del clima.	22
Tabla 3.1 Información de la capa de lastrado.....	23
Tabla 3.2 Características resistentes de la capa de lastrado. [Estudio de la vía].....	23
Tabla 3.3 Características de la subrasante. [Estudio de la vía]	24
Tabla 3.4 Resultado de las mediciones con densímetro nuclear. [Estudio de la vía]	24
Tabla 3.5 Tráfico de diseño PCA 84.....	26
Tabla 3.6 Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes. [Método PCA].....	26
Tabla 3.7 Tráfico de diseño AASHTO 93.	32

Tabla 3.8 Factor de crecimiento. [Método PCA]	32
Tabla 3.9 Análisis del mantenimiento de pavimento flexible.....	42
Tabla 3.10 Costo de construcción y mantenimiento de pavimento rígido.....	43

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.

Durante los últimos años la provincia del Guayas ha estado en constante crecimiento y uno de los factores que ha contribuido a su progreso han sido las actividades agrícolas que se desenvuelve en las zonas rurales, razón por la cual la prefectura de esta provincia ha visto en la necesidad de construir vías de primer nivel con estructuras seguras y sostenibles como aporte a un mejor desarrollo económico y social.

En Ecuador, para la construcción de sus carreteras emplea el método AASHTO 93, el cual se usa para diseñar pavimentos rígidos y aunque este procedimiento lleva varios años sin modificarse sigue siendo el más utilizado a pesar de que existe el método PCA 84, cuyo uso no es muy frecuente, pero en cambio es una herramienta de análisis, que a diferencia del método AASHTO 93 considera otros parámetros.

Según el método AASHTO 93 se debe utilizar secciones típicas de 3.60m de ancho por 4.50m de longitud en las losas de hormigón, mientras que el método PCA 84 indica que las secciones no deben superar los 6.00m y los espaciamientos entre juntas deben ser de 4.50m para obtener buenos resultados.

En la actualidad, existe un nuevo método creado por el Instituto del Cemento y el Hormigón de Chile conocido como "losas optimizadas"; este procedimiento hace que el diseño sea más eficiente y económico puesto que reduce la longitud o largo de la losa.

en el Ecuador carecemos de los conocimientos relacionados a esta nueva metodología, lo más probable es que en el corto plazo se empiece a investigar más sobre el tema, con el propósito de implementar mejoras en la construcción de sus vías.

1.1 Descripción del problema.

La vía concesionada Km. 26 (Virgen de Fátima) - Naranjal forma un eje de la transportación vial desde la provincia del Guayas hacia las zonas al sureste de la misma, conectando a sus poblaciones con las provincias de El Oro en la costa, y, Cañar y Azuay en la sierra, con escasa comunicación entre las poblaciones menores de las mencionadas provincias y otras regiones siendo servidas por vías de segundo y tercer orden.

De esta vía concesionada se deriva la materia del presente estudio: Intersección Virgen de Fátima - Naranjal (Km 11) - Taura, ramal de 15 km ubicado íntegramente dentro de la parroquia rural Taura, que actualmente se encuentra en fase de construcción de pavimento flexible, frente a lo cual se presenta una propuesta alterna de pavimento rígido mediante varios métodos que se pueden implementar para posibles mejoras en el futuro.

1.2 Justificación del problema.

Según el sondeo que se realizó, en toda la vida que Taura lleva siendo parroquia no ha tenido intento alguno anteriormente por parte de la institución a cargo del sector mejorar las vías de ingreso, para así lograr mejores condiciones a los agricultores que viven en el sector

El presente proyecto consiste en analizar varias propuestas que permitan comparar el diseño de los diferentes tipos de pavimentos; siendo estos, rígidos y flexibles, con la finalidad de optimizar el índice de serviciabilidad y brindar mayor satisfacción y seguridad a los conductores que circulen por esta vía.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Elaborar un nuevo diseño de pavimento rígido para la vía Virgen de Fátima - Naranjal (Km 11) – Taura, basado en un método alternativo de construcción que bien podría ser utilizado en el futuro.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Diseñar pavimento rígido mediante el método PCA 84 para análisis como método mecanicista.
- Diseñar pavimento rígido mediante el método AASHTO 93 para análisis como método empírico y convencional en nuestra región.
- Diseñar pavimento rígido mediante el método Losas de Dimensiones Optimizadas para análisis como método empírico-mecanicista.
- Comparar costos de construcción y mantenimiento de diseño de pavimento rígido versus pavimento flexible a lo largo de su vida útil

1.4 Marco teórico.

1.4.1 Método AASHTO 1993.

El método de diseño para estructuras de pavimento que propone la AASHTO en la edición del año 1993, se basa principalmente en la información y los datos empíricos obtenidos de la prueba ASSHO Road Test, que se llevó a cabo durante los años 1958 a 1960 en Ottawa Illinois.

La primera guía de diseño de pavimentos de las AASHO fue editada en 1961 y 1962, la cual fue evaluada por el comité de diseño ASSHTO en 1972, dando como resultado la publicación de “AASHTO Interim Guide for Desing of Pavement Structures” esta guía contenía experiencias que fueron realizadas desde la primera edición de 1962.

En 1993 se publicó una nueva versión de la guía ASSHTO, la cual incluía la revisión del diseño de sobre-capas, diseño de subbases delgadas,

erosión de la subbase y confinamiento lateral, también se extendieron las extrapolaciones de las cargas de tráfico de ejes simples hasta 50.000 lb y en ejes Tándem y Tridem hasta 90.000 lb, la ecuación general que usa este método se le agregó algunos factores como el error estándar combinado, la diferencia de serviciabilidad y el coeficiente de drenaje

La publicación realizada en 1998 por la ASSHTO es una guía suplementaria de la proporcionada en 1993, que contiene procedimientos alternativos para el diseño de pavimento rígido y diseño de juntas; en esta edición se incorporan factores como la relación de Poisson, características de la subbase, condiciones climáticas de la zona y cambios en la determinación de módulo de reacción de la subrasante (k), además de un procedimiento para verificar la aparición de fallas en la juntas, como el escalonamiento de las losas del pavimento

1.4.2 Método PCA.

Este método fue desarrollado por P. Fordyce y R. Packard para pavimentos de concreto simple, con juntas y sin dovelas, basado en los análisis desarrollados por Westergaard y presentados en cartas de influencia realizadas por Pickett y Ray, cuyos resultados permitían seleccionar un espesor basado en consideraciones de daño acumulado en fatiga. Con los resultados de la AASHO Road Test le dieron una mejor calibración a la metodología de diseño, que fue mejorada por las aportaciones de investigadores como E. Yoder, G. Ray y B. Colley de la PCA.

En 1977 Darter y Barenberg desarrollaron un procedimiento de diseño para la Federal Highway Administration (FHWA) y Tayabaji, Colley y Packard para la PCA en 1984, con este procedimiento la PCA introdujo una nueva metodología de diseño en 1984 (versión vigente del método).

El método de la PCA se basa en:

- Análisis comprensivo de esfuerzos en el concreto y deflexiones en las juntas del pavimento, esquinas, bordes por un programa de computadora de elemento finito.
- Modelos y pruebas a escala verdadera como la Arlington Test y pavimentos experimentales sujetos a pruebas de tráfico controlado como la Bates Test Road
- El desempeño de pavimentos construidos sujetos a tráfico normal.

1.4.3 Método losas de dimensiones optimizadas (losas cortas).

En los últimos años el Instituto del Cemento y del hormigón de Chile (ICH) ha innovado en la construcción de pavimentos de concreto con losas de dimensiones diferentes a la tradicional. Los investigadores realizaron análisis preliminares que dieron como resultado que si utilizaban losas de dimensiones menores sería posible reducir los esfuerzos sobre la losa

La primera vez que se realizó este tipo de diseño fue en Chile en 2004 en la avenida Libertador Bernardo O'Higgins en la ciudad de Santiago, capital de este país. Este pavimento de concreto se construyó con losas cuadradas de 120 centímetros con espesores de 15 a 20 centímetros y una longitud de 6.50 metros. El pavimento de esta vía mantuvo un buen comportamiento, considerando que tuvo 7 años de vida de servicio (2004-2011) por el cual han transitado cerca de 15 millones de ejes equivalentes, los deterioros que se hallaron no superaron el 10% de losas agrietadas.

En el 2009 la universidad de Illinois publicó un informe que tenía como objetivo demostrar que, al reducir las dimensiones superficiales de las losas los esfuerzos en el pavimento también se ven reducidos. En esta investigación los esfuerzos disminuyeron al modificar el tamaño de las losas, empezaron desde las más comunes de 3.60 metros por cada lado hasta aproximadamente 1.80 metros por cada lado

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA.

2.1 Metodología de diseño método PCA.

Para realizar el diseño de espesor de losa en este método se toman en consideración los siguientes factores:

2.1.1 Módulo de Rotura o Resistencia a la flexión del concreto.

El módulo de rotura permite obtener la medida de la resistencia a la tracción del hormigón. Esta medida se obtiene mediante la aplicación de cargas vivas de concreto 15 cm x 15 cm de sección transversal y un claro de al menos 3 veces su espesor, dicha aplicación es el ensayo ASTM C78 (el claro es cargado en los puntos tercios).

2.1.2 Soporte de la Subrasante y Subbase.

El soporte de la subbase y subrasante se define en términos del módulo de reacción de la subrasante (k) de Westergaard, el cual corresponde a la carga aplicada en libras por pulgada cuadrada (lb/in²) sobre un área de carga.

En la actualidad se suele utilizar equipos GeoGauge que permiten determinar el módulo elástico a partir de la medición directa de la rigidez, según la ecuación:

$$E = \frac{Ri \times (1-u^2)}{1.77 \times Ra} \quad (2.1)$$

Donde:

E: Modulo elástico (Mpa)

Ri: Rigidez medida en Geogauge (MN/m)

u: coeficiente de poisson. 0.35 para capa granular y 0.5 para subrasante arcillosa

Ra: Radio del anillo de apoyo del equipo (m)

2.1.3 Periodo de diseño.

En el texto Diseño de Pavimento de Hormigón PCA, el periodo de diseño se refiere a la vida del pavimento, en este periodo de diseño seleccionado interviene el diseño del espesor ya que determina la cantidad de años que el pavimento debe funcionar desempeñándose adecuadamente y por lo tanto determina también la cantidad de tráfico pesado que puede soportar el pavimento. Este periodo usualmente es considerado como de 20 años.

2.1.4 Los pesos, frecuencias, y tipo de tráfico pesado que el pavimento soportará.

El cantidad y pesos de cargas pesadas esperadas durante la vida de diseño son los factores principales en la vida del diseño de espesores de pavimento de hormigón. Estos se derivan de las estimaciones: tráfico promedio diario en ambas direcciones, de todos los vehículos (ADT- Average Daily traffic), tráfico promedio diario de camiones en ambas direcciones (ADTT- Average Daily truck traffic) y cargas axiales de camiones.

Esto nos sirve para determinar el número de repeticiones (Rep) que se espera tener para un periodo de diseño se utiliza la siguiente ecuación

$$Rep = TPD \times \%DD \times FP \times \%VP \times 365 \times Pdiseño \quad (2.2)$$

Donde:

TPD = tráfico promedio diario

%DD = distribución direccional

FP = factor de proyección

%VP = porcentaje de vehículos pesados

Pdiseño = periodo de diseño

2.2 Metodología de diseño AASHTO 93.

Para poder obtener el espesor de una losa mediante el método AASHTO 93 se toma en consideración la siguiente ecuación:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \text{ Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log} \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D+1)^{3.46}}} + (4.22 - 0.23 p_t) \text{Log} \left[\frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{2.15.63 J (D^{0.75} - 18.42 (\frac{k}{E_c})^{0.25})} \right] \quad (2.3)$$

Donde:

W_{18} = número de cargas de 18 kips (80 KN)

Z_R = abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

S_o = desvío estándar de todas las variables

D = espesor de la losa del pavimento (pulg)

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

P_t = serviciabilidad final

S_c' = módulo de rotura del hormigón (psi)

J = coeficiente de transferencia de cargas

C_d = coeficiente de drenaje

E_c = módulo de elasticidad del Hormigón (psi)

K = módulo de reacción de la subrasante (psi/pulg)

2.2.1 Tráfico (W18).

El procedimiento simplificado es una manera rápida de estimación del número de ESALs, ya que utiliza un factor camión promedio de todos los vehículos. El cálculo no es exacto y se usa solo para una primera aproximación. La fórmula a usar es la siguiente

$$ESAL = TPDA \times \%CP \times GF \times DD \times LD \times TF \times 365 \quad (2.4)$$

Donde:

TPDA = transito promedio diario anual inicial

%CP = porcentaje de camiones pesados

GF = factor de crecimiento

DD = factor de distribución direccional para camiones

LD = factor de distribución por carril para camiones

TF = factor de camiones (ESALs/camiones)

Tabla 2.1 Factor de crecimiento de tránsito. [AASHTO, 1993]

Periodo de análisis (años)	Factor de Crecimiento *	Tasa de Crecimiento anual (%)						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Tabla 2.2 Número de carriles en cada dirección. [AASHTO, 1993]

Número de carriles en cada dirección	LD
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

2.2.2 Confiabilidad y desviación estándar.

Se refiere al grado de incertidumbre de que un diseño puede llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones. La desviación estándar son diferentes tanto para pavimento flexible como pavimento rígido

Tabla 2.3 Relación de confiabilidad y el valor de Z_R.

[AASHTO, 1993]

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar 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

Tabla 2.4 Desviación estándar de diseño. [AASHTO, 1993]

Condición de diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.34 pac. Rígidos 0.44 pav. Flexibles
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.39 pav. Rígidos 0.49 pav. Flexibles

Tabla 2.5 Confiabilidad. [AASHTO, 1993]

Condición de diseño	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

2.2.3 Serviciabilidad.

La serviciabilidad de un pavimento se define como el confort que sentirá el conductor al pasar con su vehículo en una vía. En el diseño se deben elegir tanto la serviciabilidad inicial como la serviciabilidad final, el manual ha elegido valores típicos de estos dos parámetros (AASHTO, 1993):

- Servicialidad inicial:

$p_o = 4.5$ para pavimentos rígidos

$p_o = 4.2$ para pavimentos flexibles

- Servicialidad final:

$p_o = 2.5$ para pavimentos rígidos

$p_o = 2.0$ para pavimentos flexibles

2.2.4 Modulo elástico del hormigón.

Se determina mediante la ecuación:

$$E_c = 57,600(f_c')^{0.5} [psi] \text{ o } E_c = 150,000(f_c')^{0.5} [KPa]$$

Donde:

E_c = modulo elástico del hormigón (psi o KPa)

f_c' = resistencia a la compresión simple del hormigón (psi o KPa)

2.2.5 Drenaje.

El coeficiente de drenaje depende de que tan rápido el pavimento quede sin humedad este valor va entre 0.70 y 1.25 mientras mayor sea mejor será el drenaje.

Tabla 2.6 Coeficiente de drenaje. [AASHTO, 1993]

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

2.2.6 Módulo de reacción de la subrasante.

El módulo de reacción de la subrasante es una constante elástica que define la rigidez del material o resistencia a la deformación.

Es la relación entre carga por unidad de área de superficie horizontal del suelo con el asentamiento correspondiente a la superficie

Para saber el módulo de reacción de la subrasante se utilizó el CBR obtenido mediante equipos Geogauge y correlaciones con AASHTO 93 (Ver Figura 2.1).

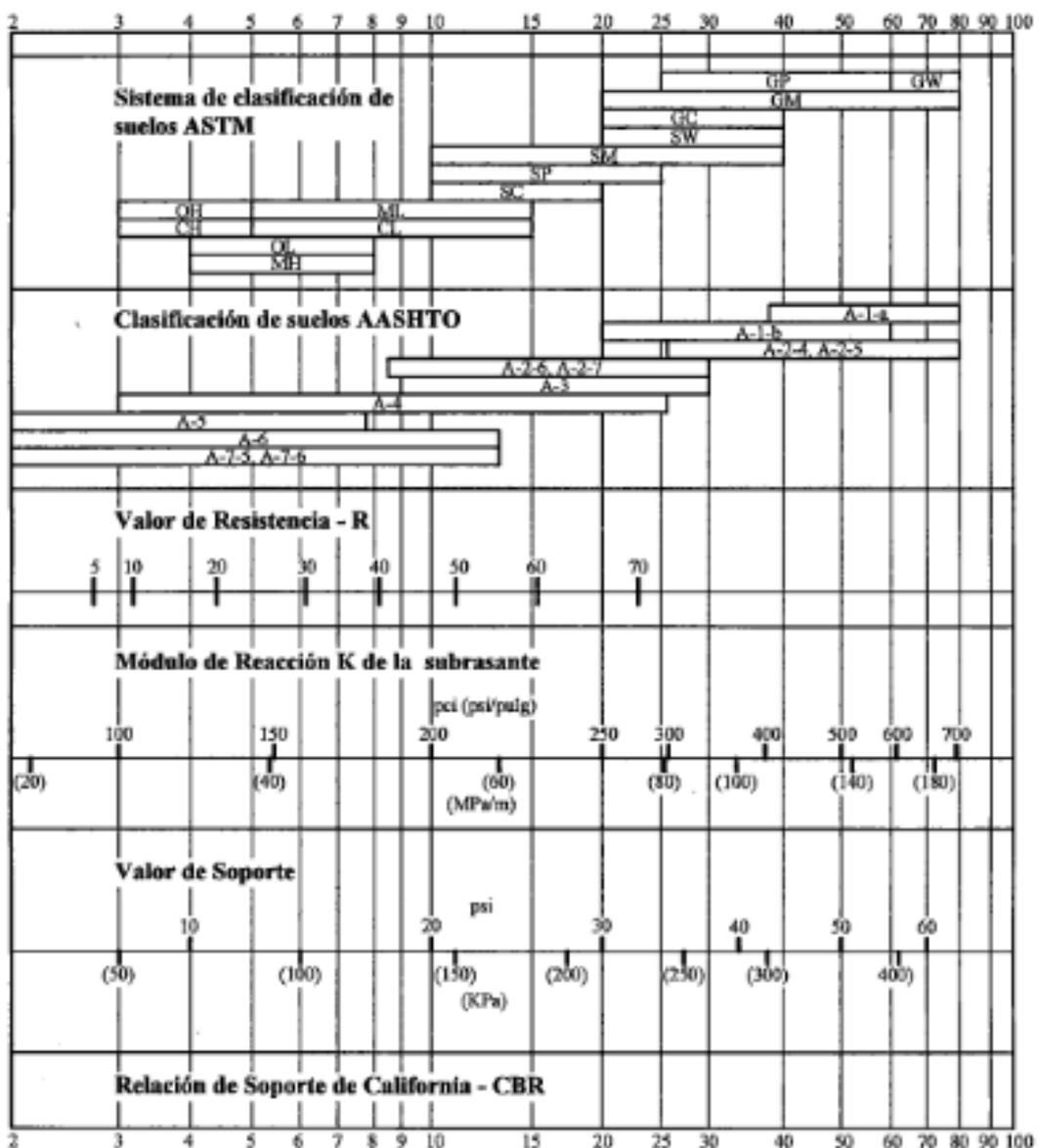


Figura 2.1 Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante.

[AASHTO, 1993]

2.3 Metodología de diseño método Losas Optimizadas TCP.

Los parámetros para realizar el diseño del espesor para este método se pueden dividir en 5 categorías como se va a demostrar a continuación.

- Parámetros de diseño del tipo de pavimento
- Parámetros de diseño del tráfico
- Propiedades del hormigón
- Parámetros de suelo
- Clima

2.3.1 Parámetros de diseño de pavimento.

2.3.1.1 Vida de diseño.

Esto significa la cantidad de años que se espera que un pavimento se desempeñe con un cierto estándar de calidad. Este desempeño se predice desde el momento en el que se abra el tráfico. La siguiente tabla muestra la vida de diseño dependiendo de la clasificación de la vía.

Tabla 2.7 Vida de diseño. [Guía Optipave2]

Clasificación de la vía	Vida de diseño (años)
Rutas locales y calles	15 – 20
Calles principales y vías de mediano tráfico < 15*10 ⁶ EE	20
Carreteras interurbanas y vías de alto tráfico > 15*10 ⁶ EE	20 – 40

2.3.1.2 Largo de la losa.

El largo de la losa es la distancia que existirá entre juntas transversales, depende del lugar donde se vaya a colocar el pavimento, equipos y

materiales que se utilizaran en la construcción. Se puede reducir a no más a no más o a no menos de 1.75m para evitar que más de un set de ruedas cargue la losa de forma diagonal

2.3.1.3 Tipo de borde.

Se refiere a la condición de borde del pavimento, este a su vez cumple con dos funciones, la primera es definir el soporte lateral que entrega la berma del pavimento en términos de transferencia de carga y la segunda aleja el tráfico del borde. La siguiente tabla muestra los tipos de borde que existen.

Tabla 2.8 Tipos de borde. [Guía Optipave2]

Tipo de borde	Soporte a la estructura	¿Aleja el tráfico del borde?
Borde libre	Nulo	No
Berma granular / asfáltica	Muy leve	No
Berma de hormigón	Leve	No
Vereda	Mediano	Sí

2.3.1.4 Sobre ancho en las losas.

Poner sobreancho en la losa exterior ayuda a mejorar la función de alejar de manera significativa el tráfico del borde ya que aumenta la distancia desde la línea de demarcación hasta el borde del pavimento.

2.3.1.5 Barras de transferencia.

El uso de barras de transferencia se recomienda para tráficos altos (mayor a 15.000.000 EE) ya que mejora el comportamiento estructural como el escalonamiento.

2.3.1.6 Porcentaje de losas agrietada.

Es el límite de daño esperado cuando damos un nivel de confiabilidad que se espera que tenga el pavimento al final de la vida de diseño que se eligió anteriormente, el daño esperado depende de la importancia de la vía.

Tabla 2.9 Porcentaje de losas agrietadas admisibles.
[Guía Optipave2]

Clasificación de la vía	Porcentaje máximo admisible de losas agrietadas
Rutas locales y calles	30% - 50%
Calles principales y vías de mediano tráfico < 15*10 ⁶ ESALS	10% - 30%
Carreteras interurbanas y vías de alto tráfico > 15*10 ⁶ EE	10%

2.3.1.7 Confiabilidad.

El grado de confiabilidad del diseño esta dado en función de un valor asociado al nivel de confianza de la distribución normal (Z_r) y de la desviación normal del error combinado (S_e) de todos los parámetros que intervienen en el comportamiento del pavimento.

Tabla 2.10 Confiabilidad. [Guía Optipave2]

Clasificación de la vía	Urbanas	Rurales
Carreteras interurbanas y vías de alto tráfico	85% - 97%	80% - 95%
Calles principales y vías de mediano tráfico	80% - 95%	75% - 90%
Calles de bajo tráfico	75% - 85%	70% - 80%
Pasaje	50% - 75%	50% - 75%

2.3.2 Parámetros de diseño del tráfico.

2.3.2.1 Tráfico por ejes equivalentes.

Es un parámetro que transforma los diferentes ejes que circulan por un carril a un eje simple de rueda doble de 80 KN (18 Kips) de peso. Es el valor que resulta entre el cociente del número de ejes de una configuración y peso, necesarios para originar una pérdida de serviciabilidad, respecto del número de ejes patrón requerido para producir la misma pérdida de serviciabilidad

2.3.2.2 Tasa de crecimiento.

Crecimiento anual promedio del tráfico, calculado en base al crecimiento que experimentara el pavimento durante su vida.

2.3.2.3 Tipo de tráfico.

La federal Highway Administration de EEUU asigna al tipo de tráfico una numeración que va desde 1 hasta 17. El criterio de selección del grupo a utilizar se muestra a continuación:

Tabla 2.11 Uso de pavimento. [Guía Optipave2]

Uso del pavimento	Grupo de clasificación recomendado
Arterias principales (rutas inter-regionales)	1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 13
Arterias principales (rutas interregionales incluyendo autopistas urbanas)	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16
Arterias menores	4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17
Colectoras mayores	6, 9, 12, 14, 15, 17
Colectoras menores	9, 12, 14, 17
Calles locales y de servicio	9, 12, 14, 18

Tabla 2.12 Grupo TTC. [Guía Optipave2]

Porcentaje de Flujo de Buses	Tipo de Camiones		Grupo TTC
	Múltiples Remolques	Remolque Simple y de una unidad	
Nulo a Bajo (<2%)	Relativamente alto número de camiones con múltiples remolques (>10%)	Predominio de remolque simple	5
		Alto porcentaje de camiones de remolque simple, pero con algunos camiones de una unidad	8
		Tráfico de camiones mixto, con alto número de camiones con remolque simple	11
		Tráfico de camiones mixto, con más o menos igual número de camiones de unidad simple y camiones de remolque simple	13
		Predominio de camiones de una unidad	16
	Número moderado de camiones con múltiples remolques (2 a 10%)	Predominio de remolque simple	3
		Tráfico de camiones mixto, con alto porcentaje de camiones con remolque simple	7
		Tráfico de camiones mixto, con más o menos igual porcentaje de camiones de unidad simple y camiones de remolque simple	10
		Predominio de camiones de una unidad	15
Bajo a Moderado (entre 2 y 25%)	Bajo a Nulo (<2%)	Predominio de remolque simple	1
		Predominio de remolque simple con bajo número de camiones de una unidad	2
		Predominio de remolque simple con bajo a moderado número de camiones de una unidad	4
		Tráfico de camiones mixto, con mayor número de camiones con remolque simple	6
		Tráfico de camiones mixto, con más o menos igual número de camiones de unidad simple y camiones de remolque simple	9
		Tráfico de camiones mixto, con mayor número de camiones de una unidad	12
		Predominio de camiones de una unidad	14
Ruta con alto tráfico de buses (>25%)	Bajo a Nulo (<2%)	Tráfico de camiones mixto, con más o menos igual número de camiones de unidad simple y camiones de remolque simple	17

2.3.2.4 Distribución lateral del tráfico.

El efecto que produce la ubicación con respecto al borde es significativo, por lo tanto, es importante modelar el pavimento con distintas posiciones de los vehículos con respecto al borde del pavimento.

Tabla 2.13 Distancia de distribución lateral. [Guía Optipave2]

Tipo de borde	Distancia entre el borde y la línea de demarcación	Distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos	Distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación
Borde libre, Berma de hormigón, berma granular / asfáltica	150 mm	450 mm	600 mm
Solera de borde	150 mm	550 mm	700 mm
Losa con sobreancho	300 mm	450 mm	750 mm

Tabla 2.14 Desviación estándar distribución. [Guía Optipave2]

Tipo de borde	Desviación estándar por defecto de distar. Lateral de tráfico
Borde libre, Berma de hormigón, berma granular / asfáltica	250 mm
Solera de borde	200 mm
Losa con sobreancho	250 mm

2.3.3 Propiedades del hormigón.

Tabla 2.15 Propiedades del Hormigón

Resistencia del hormigón	Se lo mide en el ensayo flexotracción
Confiabilidad del diseño	Nivel de confianza que tiene el proceso de fabricación
Desviación estándar	Desviación que tiene el proceso de fabricación del hormigón
Aumento de resistencia 28 a 90 días	Incremento porcentual en la resistencia a la flexotracción hasta el día 90
Módulo de elasticidad	Se obtiene por correlaciones con la resistencia a la compresión
Peso específico	Es el peso de la mezcla de hormigón por unidad de volumen
Contenido de aire	Porcentaje de aire contenido en la mezcla
Relación agua/cemento	Cantidad de agua por unidad de cemento en la mezcla de hormigón
Módulo de Poisson	Es la razón entre la deformación unitaria lateral y axial debido a una carga axial
Coefficiente de expansión térmico	Es una medida de expansión o contracción de un material sometidos a cambios de temperatura
Retracción del hormigón a 365 días	Es un parámetro que afecta a la transferencia de carga que habrá entre dos juntas

2.3.4 Parámetros del suelo.

2.3.4.1 Número de capas.

Se debe tomar en cuenta cuantas capas existen sin considerar la subrasante, además cada una de ellas debe tener su módulo resiliente que se lo obtiene mediante ensayos de suelos y el espesor que se colocará en cada capa.

2.3.4.2 Resistencia a la erosión.

La resistencia a la erosión que tenga la capa que soporta el pavimento tiene un impacto significativo en la aparición de deterioros en el pavimento, especialmente con el escalonamiento. La resistencia a la erosión se subclasifica en 5 niveles:

- Nivel 1: materiales extremadamente resistentes a la erosión
- Nivel 2: materiales muy resistentes a la erosión
- Nivel 3: materiales resistentes a la erosión
- Nivel 4: materiales poco resistentes a la erosión
- Nivel 5: materiales muy erosionables

2.3.4.3 Coeficiente de fricción pavimento-base.

Coeficiente de fricción presente entre la losa de hormigón y la capa soportante, lo que afecta la transferencia de carga del pavimento.

2.3.5 Clima.

El clima es un factor importante en la etapa constructiva puesto que si no se toma en cuenta podría causar que el diseño falle o que los materiales no se comporten de manera adecuada, en la siguiente tabla se muestran los parámetros a tomar en cuenta en lo que se refiere al clima.

Tabla 2.16 Característica del clima.

Gradiente de construcción	Es una estimación del alabeo inicial que se produce en la losa debido a las retracciones diferenciales entre la parte superior e inferior de esta
Temperatura media de invierno	Corresponde a la temperatura media del aire de los 6 meses de menor temperatura del año
Temperatura media de verano	Corresponde a la temperatura media del aire de los 6 meses de mayor temperatura del año
Temperatura de fraguado del hormigón	Temperatura máxima de construcción del hormigón durante el fraguado las primeras 24 horas
Número de días de precipitaciones	Número de días en un año promedio, en que se registran precipitaciones
Índice congelamiento de la base	Porcentaje de tiempo durante el año en el que la base se encuentra a una temperatura inferior a 0 grados centígrados

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

3.1 Estudio geotécnico.

Para realizar el estudio geotécnico se realizaron 9 calicatas, con esto obtuvimos los espesores y clasificar los tipos de suelos, también se utilizó equipo Geogauge para determinar la rigidez y el módulo elástico. Se empleo un penetrómetro de cono dinámico (DCP) para determinar el CBR en el sitio.

La subrasante de esta vía está constituida por suelos limosos de baja plasticidad y arcillas de baja o alta plasticidad, a continuación, se presenta detalles de la capa de lastrado.

Tabla 3.1 Información de la capa de lastrado. [Estudio de la vía]

No.	ABSCISA	Capa de lastrado		Subratasnte Clasificación
		Espesor (m)	Clasificación	
1	0+500	0,25	A-2-4 (0)	A-4 (0)
2	2+400	0,22	A-2-4 (0)	A-7-6 (11)
3	4+500	0,21	A-1-b (0)	A-7-5 (13)
4	6+000	0,30	A-2-4 (0)	A-7-5 (20)
5	7+400	0,29	A-1-a (0)	A-4 (8)
6	9+000	0,42	A-1-a (0)	A-75 (20)
7	11+000	0,45	A-1-a (0)	A-6 (4)
8	12+500	0,28	A-1-a (0)	A-4 (8)
9	14+000	0,20	A-1-a (0)	A-6(9)
	PROMEDIO	0,29		

Tabla 3.2 Características resistentes de la capa de lastrado. [Estudio de la vía]

No.	ABSCISA	Capa de lastrado. GEOGAUGE		
		Módulo elástico (kg/cm ²)	CBR estimado (%)	Coef. Equivalencia AASHTO
1	0+500	1,856	64,0	0,124
2	2+400	1,430	33,4	0,096
3	4+500	1,368	30,4	0,091
4	6+000	1,328	28,6	0,088
5	7+400	1,748	54,3	0,118
6	9+000	1,379	30,9	0,092
7	11+000	1,749	54,3	0,118
8	12+500	1,346	29,4	0,090
9	14+000	1,372	30,6	0,092
	PROMEDIO	1,508	37,6	0,102

Para obtener los datos de la subrasante se utilizó dos maneras, una de ellas se lo realizo con el equipo Geogauge y el segundo con el DCP, en el anexo C y D encontraremos evidencia fotográficas de los resultados obtenidos y presentado en el siguiente cuadro:

Tabla 3.3 Características de la subrasante. [Estudio de la vía]

No.	ABSCISA	Subrasante GEOGAUGE.		Subrasante DCP.	
		Módulo elástico (kg/cm ²)	CBR estimado (%)	CBR (%)	Módulo estimado (kg/cm ²)
1	0+500	985	10,8	9,3	895
2	2+400	1.061	12,1	10,2	950
3	4+500	517	4,9	3,9	410
4	6+000	508	4,8	5,6	588
5	7+400	500	4,7	4,9	515
6	9+000	274	2,6	5,8	609
7	11+000	849	8,6	6,5	683
8	12+500	582	5,5	3,7	389
9	14+000	594	5,7	4,9	515
PROMEDIO		652	6,2	5,9	617
Válido como:		Espesor superficial (aprox.. 30 cm)		Espesor profundo (aprox. 30 a 90 cm)	

Tabla 3.4 Resultado de las mediciones con densímetro nuclear. [Estudio de la vía]

Abscisa (*)	Proctor Modificado		Densidad húmeda (kg/cm ³)	Humedad existente (%)	Densidad seca (kg/cm ³)	Densidad relativa (%)
	γ máx seca (kg/cm ³)	ω óptima (%)				
0+500	2.230	8,30	2.374	8,42	2,190	98,2
2+500	2.230	8,30	2.162	8,14	1,999	89,7
4+500	2.230	8,30	2.234	9,91	2,032	91,1
6+500	2.230	8,30	2.217	7,97	2,053	92,1
8+500	2.230	8,30	2.190	8,54	2,018	90,5
10+500	2.230	8,30	2.300	8,35	2,123	95,2
12+500	2.230	8,30	2.143	8,48	1,975	88,6
14+500	2.230	8,30	2.213	8,96	2,031	91,1
					Promedio:	92.0

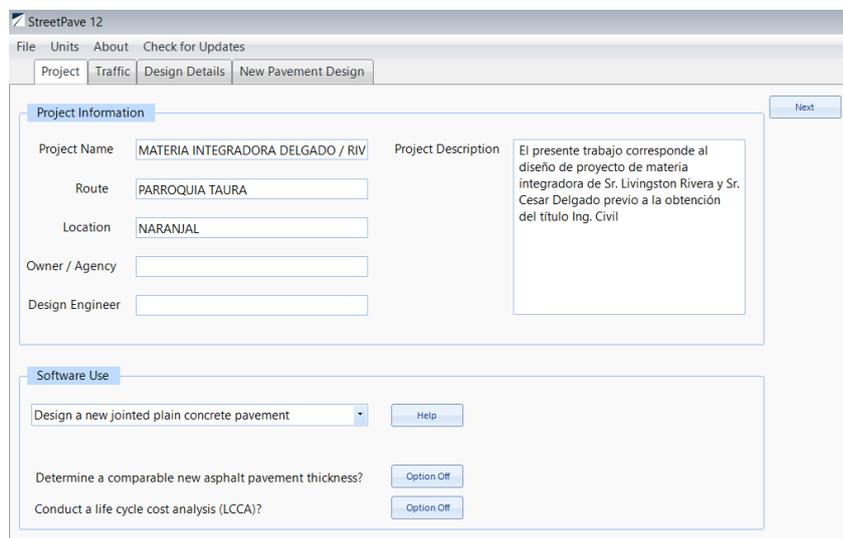
3.2 Programa StreetPave 12 para obtener el espesor usando método PCA.

Para ejecutar la metodología PCA se utilizará el software StreetPave 12 el cual consiste en una serie de pasos donde se ingresan los parámetros que utiliza el referido método.

3.2.1 Ingreso de Información de proyecto.

Al empezar el programa lo primero que se debe realizar es seleccionar las unidades, para ello nos ubicamos en la palabra Units (unidades) la cual tiene dos opciones, una es english (inglés) y la otra es metric (métrica). En este proyecto se trabajó en unidades métricas.

Una vez seleccionada las unidades llenamos la información que corresponde al proyecto, tales como nombre, ruta, ubicación, agencia, ingeniero diseñador, descripción y tipo de uso del programa; en esta parte escogimos diseño del espesor de un nuevo pavimento rígido.



The screenshot displays the StreetPave 12 software interface. The window title is 'StreetPave 12'. The menu bar includes 'File', 'Units', 'About', and 'Check for Updates'. Below the menu bar are four tabs: 'Project', 'Traffic', 'Design Details', and 'New Pavement Design'. The 'Project' tab is active, showing a 'Project Information' section with the following fields: 'Project Name' (MATERIA INTEGRADORA DELGADO / RIV), 'Route' (PARROQUIA TAURA), 'Location' (NARANJAL), 'Owner / Agency', and 'Design Engineer'. A 'Project Description' text area contains the text: 'El presente trabajo corresponde al diseño de proyecto de materia integradora de Sr. Livingston Rivera y Sr. Cesar Delgado previo a la obtención del título Ing. Civil'. A 'Next' button is located to the right of the 'Project Information' section. Below this is the 'Software Use' section, which includes a dropdown menu set to 'Design a new jointed plain concrete pavement', and three options: 'Determine a comparable new asphalt pavement thickness?' (Option Off) and 'Conduct a life cycle cost analysis (LCCA)?' (Option Off). A 'Help' button is also present.

Figura 3.1 Información del proyecto PCA 84. [StreetPave 12]

3.2.2 Tráfico.

La siguiente pestaña es donde se analizó el tráfico, este análisis se lo puede realizar utilizando tablas de Excel sin embargo este programa tiene opciones para poder calcularlo. Para poder ver las diferencias se realizó de ambas maneras para calcular el tráfico de diseño, las cuales son expuestas de manera más detallada a continuación.

Se inició con el cálculo en hojas de Excel usando los parámetros con los cuales se va a diseñar, tales como: periodo de diseño, distribución direccional, vehículos pesados en carril de diseño, conteo de tráfico, tasa de crecimiento anual y factor proyección.

Tabla 3.5 Tráfico de diseño PCA 84.

PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS			
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL	50%			

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO DIARIO	TASA ANUAL CRECIM. (%)	FACTOR PROYECCIÓN	TRÁNSITO DISEÑO (20 años)
BUSES	12	3	1.3	56490
CAMINON C2	11	3	1.3	52195
CAMINON C3	46	3	1.3	218270
ADT	69		TOTAL	327405

Tabla 3.6 Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes. [Método PCA]

Tasa anual de crecimiento de tráfico	Factor de proyección, 20 años	Factor de proyección, 40 años
1	1.1	1.2
1 1/2	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 1/2	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 1/2	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 1/2	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 1/2	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Luego se utilizó el programa para determinar el tráfico de diseño, siendo lo primero que pide es elegir una categoría de tráfico, la cual se lo elige mediante el ADT (average daily traffic), una vez elegida la categoría el siguiente paso es ingresar los parámetros anteriormente mencionados para que el programa lo calcule automáticamente.

Help (Traffic Category)

The four default traffic categories in the left column are each a composite of data averaged from loadometer tables representative of the facility type listed and the four default traffic categories in the right column are from ACI 330R-08, "Guide for Design and Construction of Concrete Parking Lots." ACI 330R-08 describes Category A as passenger cars only, Categories B and C as composites of data averaged from several loadometer tables representing appropriate pavement facilities, and Category D as tractor semitrailer trucks with gross weights of 80 kips (360 kN). The table below gives general details for each default traffic category in the left column.

Traffic Category	Description	Traffic			Maximum axle loads (kN)	
		ADT	% Trucks	ADTT**	Single axles	Tandem axles
Residential	Residential streets, rural and secondary roads (low to medium*)	50-800	1%-3%	1-20	97.9	160.1
Collector	Collector streets, rural and secondary roads (high*), arterial streets and primary roads (low*)	700-5,000	3%-15%	40-1,000	115.7	195.7
Minor Arterial	Arterial streets and primary roads (medium*), expressways and urban and rural Interstate (low to medium*)	3,000-15,000+	5%-25%	300-5,000+	133.4	231.3
Major Arterial	Arterial streets, primary roads, expressways (high*), urban and rural Interstate (medium to high*)	4,000-50,000+	10%-30%	700-10,000+	151.2	266.9

Figura 3.2 Categoría de tráfico PCA 84. [StreetPave 12]

The screenshot shows the StreetPave 12 software interface. The 'Traffic' tab is active, and the 'Traffic Category / Load Spectrum' section is selected. Under 'Typical Traffic Spectrums', the 'Residential' category is chosen. The 'Truck Traffic over the Pavement Design Life' section shows input values: Trucks per Day (69), Traffic Growth Rate (3% per year), Design Life (20 years), Directional Distribution (50%), and Design Lane Distribution (100%). The calculated 'Total Trucks in Design Lane over the Design Life' is 338,597. On the right, a table displays axle load data for the Residential category.

Traffic Category: Residential	
kN	Axles / 1000 trucks
Single Axles	
97.9	0.96
89	4.23
80.1	15.81
71.2	38.02
62.3	56.11
53.4	124
44.5	204.96
35.6	483.1
26.7	732.28
17.8	1693.31
Tandem Axles	
160.1	4.19
142.3	69.59
124.5	66.48
106.6	39.18
89	57.1
71.2	75.02
53.4	139.3
35.6	85.59
17.8	31.9
0	0
Tridem Axles (User Defined Only)	
231.3	0
204.6	0
177.9	0
151.2	0
124.5	0
97.9	0
71.2	0
44.5	0
17.8	0
0	0

Figura 3.3 Parámetro de tráfico PCA 84. [StreetPave 12]

3.2.3 Detalles de Diseño.

En la siguiente pestaña del programa ingresamos los datos de diseño como son: la serviciabilidad terminal, confiabilidad y módulo resiliente de la subrasante. El programa tiene como opción calcular este último parámetro mediante el CBR (California Bearing Ratio).

The screenshot shows the 'New Pavement Design' window in StreetPave 12. It features a menu bar with 'File', 'Units', 'About', and 'Check for Updates'. Below the menu is a tabbed interface with 'Project', 'Traffic', 'Design Details', and 'New Pavement Design'. Under 'Design Details', there are sub-tabs for 'Global', 'Concrete', and 'Asphalt'. The main area is divided into two sections: 'General Design Inputs' and 'Resilient Modulus of the Subgrade'. In the 'General Design Inputs' section, 'Terminal Serviceability' is set to 2 and 'Reliability' is set to 80%. In the 'Resilient Modulus of the Subgrade' section, the option 'Convert CBR or R-value to MRSNG' is selected, and the calculated value is 45.11 MPa. A 'Calculate' button is visible next to the input field.

Figura 3.4 Detalles globales de diseño PCA 84. [StreetPave 12]

The 'Calculate MRSNG' dialog box provides detailed instructions on how to use the calculator. It includes a note about using untreated subgrade soil and explains the relationship between CBR, R-value, and MRSNG. The dialog also contains a section for inputting values: 'California Bearing Ratio (CBR)' is set to 5.9 and 'Resistance Value (R-value)' is set to 0. The calculated 'Estimated Resilient Modulus of the Subgrade' is 45.11 MPa. A 'Save MRSNG and Close Window' button is located at the bottom.

Figura 3.5 Cálculo módulo resiliente PCA 84. [StreetPave 12]

Se continuó dentro de la misma pestaña de detalles de diseño ingresando parámetros del concreto y estos son: porcentaje de losas agrietadas (15%), k estático combinado por las capas, módulo de rotura a los 28 días (4.5 MPa), uso de fibra en el hormigón, módulo de elasticidad (28 GPa) y soporte de borde (No).

The screenshot shows the 'New Pavement Design' window in StreetPave 12, with the 'Concrete' tab selected. The interface includes several input sections:

- Percent of Slabs Cracked at End of Design Life:** A text box for 'Slabs Cracked' is set to '15 %'.
- Composite Modulus of Subgrade Reaction (Static k-Value):** Two radio buttons are present: 'Use calculated composite static k-value' (selected) and 'Enter a known static k-value'. The calculated value is shown as '117.9 MPa/m'.
- Concrete Material Properties:**
 - '28-Day Flexural Strength (MR)' is set to '4.5 MPa'.
 - 'Modulus of Elasticity (E)' is set to '28,000.00 MPa'.
 - 'Macrofibers in Concrete?' is set to 'Yes'.
 - 'Residual Strength' is set to '15 %'.
- Edge Support:** A question 'Edge support (e.g., tied concrete shoulder, curb and gutter, or widened lane) provided?' has the 'no' radio button selected.

Figura 3.6 Detalles del hormigón de diseño PCA 84. [StreetPave 12]

The 'Calculate k-value' dialog box is shown, detailing the subbase layers used for the calculation:

- Step 1 - From the Top Down, Input Subbase(s) Modulus of Elasticity and**
- Number of subbase layers between subgrade and concrete pavement:** 2 Layers
- Top Layer:** Unstabilized Subbase (e.g., sand/gravel, crushed stone)
 - Layer Modulus of Elasticity: 205.00 MPa
 - Layer Thickness: 200 mm.
- Layer 2:** Unstabilized Subbase (e.g., sand/gravel, crushed stone)
 - Layer Modulus of Elasticity: 148.00 MPa
 - Layer Thickness: 300 mm.
- Layer 3:** Choose Layer
 - Layer Modulus of Elasticity: 0 MPa
 - Layer Thickness: 0 mm.
- Step 2 - Calculate K:** A yellow button to proceed with the calculation.
- Calculated Composite Static k-Value:** 117.9 MPa/m

Figura 3.7 Cálculo del K combinado PCA 84. [StreetPave 12]

3.2.4 Nuevo diseño de pavimento.

Una vez que terminamos de ingresar todos los parámetros, a continuación, podemos diseñar nuestro pavimento rígido. El programa automáticamente arroja un espesor mínimo que se puede utilizar y el máximo espaciamiento entre juntas, en nuestro caso el resultado nos exige un espesor de 120 mm con juntas cada 2.52 metros, las cuales van a estar controladas por el análisis de fatiga y no se necesita juntas con pasa juntas, esto pasa usualmente en caminos de tráfico ligero de camiones como lo es en este caso.

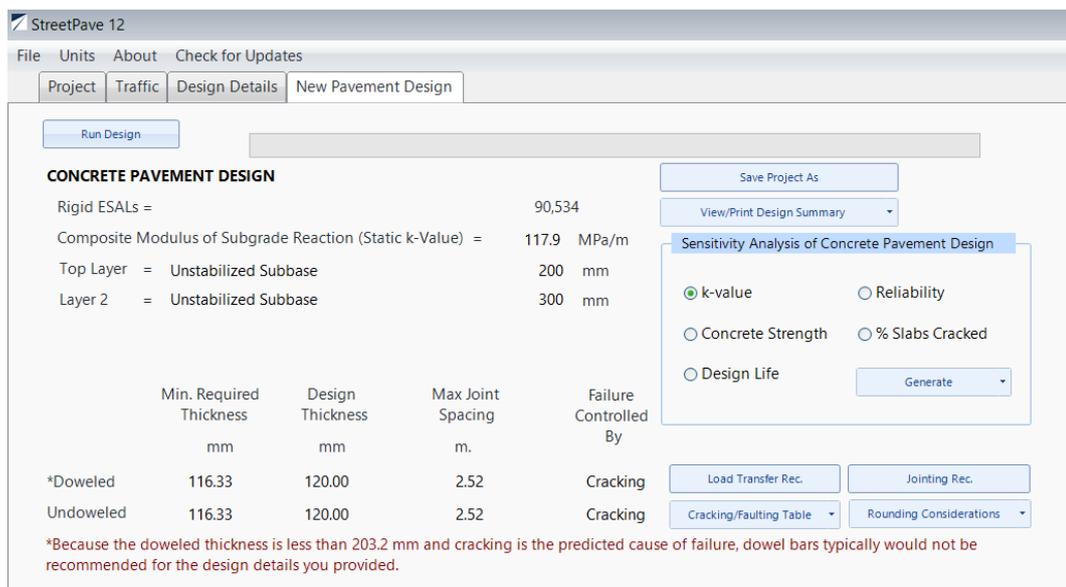


Figura 3.8 Resultado nuevo pavimento PCA 84. [StreetPave 12]

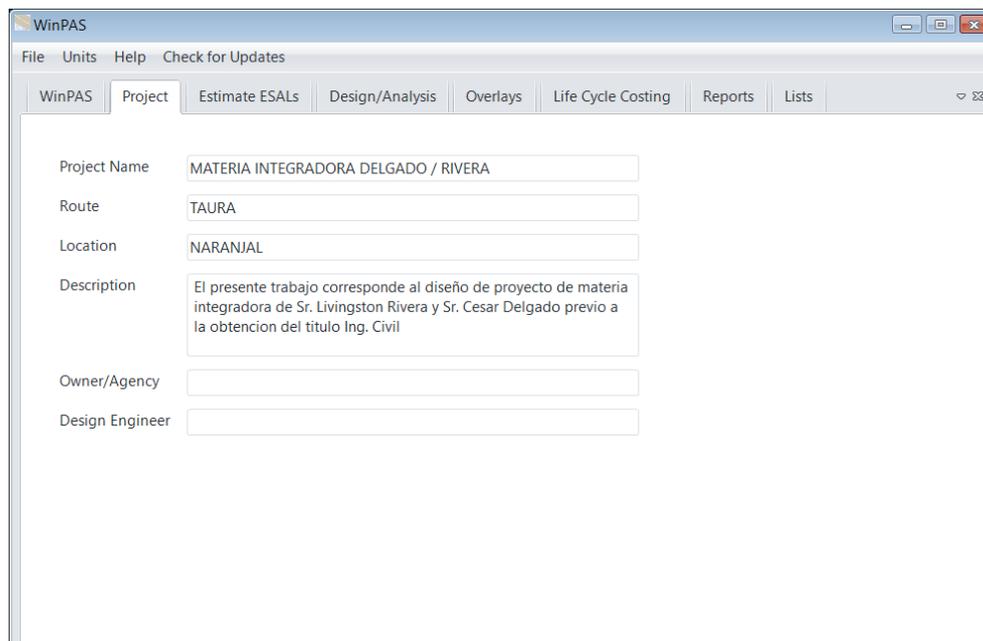
3.3 Programa WinPAS 12 para obtener el espesor usando método AASHTO 93.

Para ejecutar la metodología AASHTO 93 se utilizará el software WinPAS 12, este método utiliza más parámetros que el anterior y en la actualidad es el método más usado para diseñar pavimento rígido.

3.3.1 Ingreso de Información de proyecto.

Al empezar el programa lo primero que se debe realizar es seleccionar las unidades, para ello nos ubicamos en la palabra Units (unidades) la cual tiene dos opciones una es english (ingles) y la otra es metric (métrica). En este proyecto se trabajó en unidades métricas.

Una vez seleccionada las unidades llenamos la información que corresponde al proyecto, tales como nombre, ruta, ubicación, agencia, ingeniero diseñador, descripción.



The screenshot shows the WinPAS software interface. The window title is 'WinPAS'. The menu bar includes 'File', 'Units', 'Help', and 'Check for Updates'. The main menu has several tabs: 'WinPAS', 'Project', 'Estimate ESALs', 'Design/Analysis', 'Overlays', 'Life Cycle Costing', 'Reports', and 'Lists'. The 'Project' tab is active, displaying a form with the following fields:

- Project Name: MATERIA INTEGRADORA DELGADO / RIVERA
- Route: TAURA
- Location: NARANJAL
- Description: El presente trabajo corresponde al diseño de proyecto de materia integradora de Sr. Livingston Rivera y Sr. Cesar Delgado previo a la obtencion del titulo Ing. Civil
- Owner/Agency: (empty field)
- Design Engineer: (empty field)

Figura 3.9 Información del proyecto [WinPAS 12]

3.3.2 Estimación ESAL (Equivalent Single Axle Load)

Se inició con el cálculo en hojas de Excel usando los parámetros con los cuales se va a diseñar tales como: periodo de diseño, distribución direccional, vehículos pesados en carril de diseño, conteo de tráfico, tasa de crecimiento anual y factor de crecimiento y factor camión.

Tabla 3.7 Tráfico de diseño AASHTO 93.

PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL	50%

TIPO DE VEHÍC.	TRÁF. DIARIO	DIREC. (Tn/Kip)	TRACCIÓN (Tn/Kip)	TASA ANUAL CRECIM (%)	FACTOR CRECIMIENTO (20 años)	TRÁNSITO DISEÑO (20 años)	FACTOR CAMION	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
BUSES	12	3/6.72	7/15.43	3	27.04	118435	0.60	70943
CAMINO N C2	11	7/15.43	11/24.25	3	27.04	54283	3.56	193247
CAMINO N C3	46	7/15.43	20/44.80	3	27.04	227001	2.68	607227

TOTAL	69
-------	----

TOTAL	871417
-------	--------

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10

Figura 3.10 Carga por eje. [Tabla nacional de pesos]

Tabla 3.8 Factor de crecimiento. [Método PCA]

Periodo diseño (años)	Tasa de crecimiento anual (porcentaje) r						
	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

FUENTE: Instituto del Asfalto (MS-1) 1.991

Luego se utilizó el programa para comparar resultados de estimación de Ejes Equivalentes totales, para ello se ingresan los datos anteriormente mencionados. Luego de ingresar los datos se procede a calcular un factor camión promedio, de todos los camiones que se realizaron en el conteo, y de manera automática el programa calcula el total de Ejes Equivalentes en el carril de diseño

Figura 3.11 ESAL datos generales. [WinPAS 12]

Figura 3.12 Total de ESALS AASHTO 93.

3.3.3 Diseño y Análisis.

El último paso para poder obtener el espesor de la losa es ingresar los parámetros que exige el método, como sabemos el método AASHTO 93 utiliza una formula la cual se mencionó en la metodología, estos parámetros son: total de ESALs, confiabilidad, desviación estándar, módulo rotura, módulo de elasticidad, coeficiente de transferencia de carga, módulo de reacción de la subrasante, coeficiente de drenaje, serviciabilidad inicial y serviciabilidad final.

Una vez ingresados todos los datos podemos obtener el espesor de la losa, dando como resultado final un espesor de 130 mm aproximadamente y un espaciamento entre juntas de 2.73 metros, la cual se obtuvo multiplicando en un rango de 21 a 24 veces el espesor y como es un tráfico bajo no se necesita barras de transferencia.

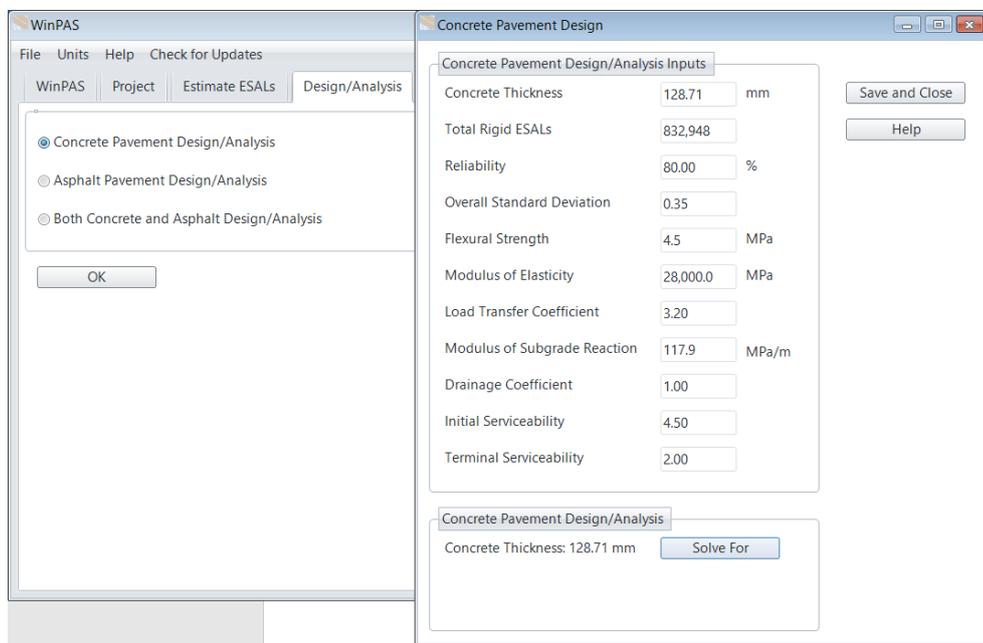


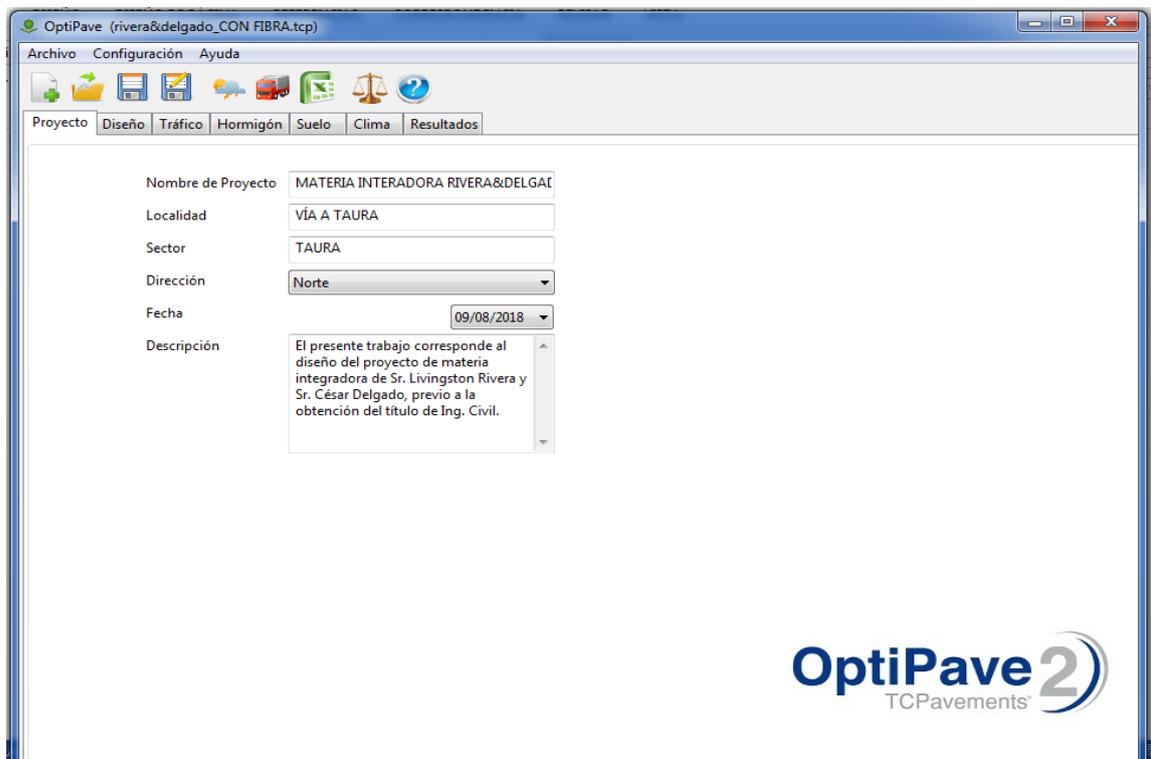
Figura 3.13 Cálculo del espesor. [WinPAS 12]

3.4 Programa optipave2 para obtener el espesor usando método TCP losas optimizadas.

Para ejecutar la metodología Losas Optimizadas se utilizará el software OptiPave2 creado por TCPavements, este método utiliza más parámetros como lo son el clima y el suelo, que son muy importantes al momento de la construcción del pavimento, en la actualidad este método no se utiliza en nuestro país.

3.4.1 Ingreso de Información de proyecto.

Al empezar el programa lo primero que se debe realizar es completar la información del proyecto, la cual corresponde a nombre, ruta, ubicación, sector, dirección, fecha y descripción del proyecto.



The screenshot shows the OptiPave2 software interface. The window title is "OptiPave (rivera&delgado_CON FBRA.tcp)". The menu bar includes "Archivo", "Configuración", and "Ayuda". The toolbar contains icons for file operations and help. The main area has tabs for "Proyecto", "Diseño", "Tráfico", "Hormigón", "Suelo", "Clima", and "Resultados". The "Proyecto" tab is active, displaying the following fields:

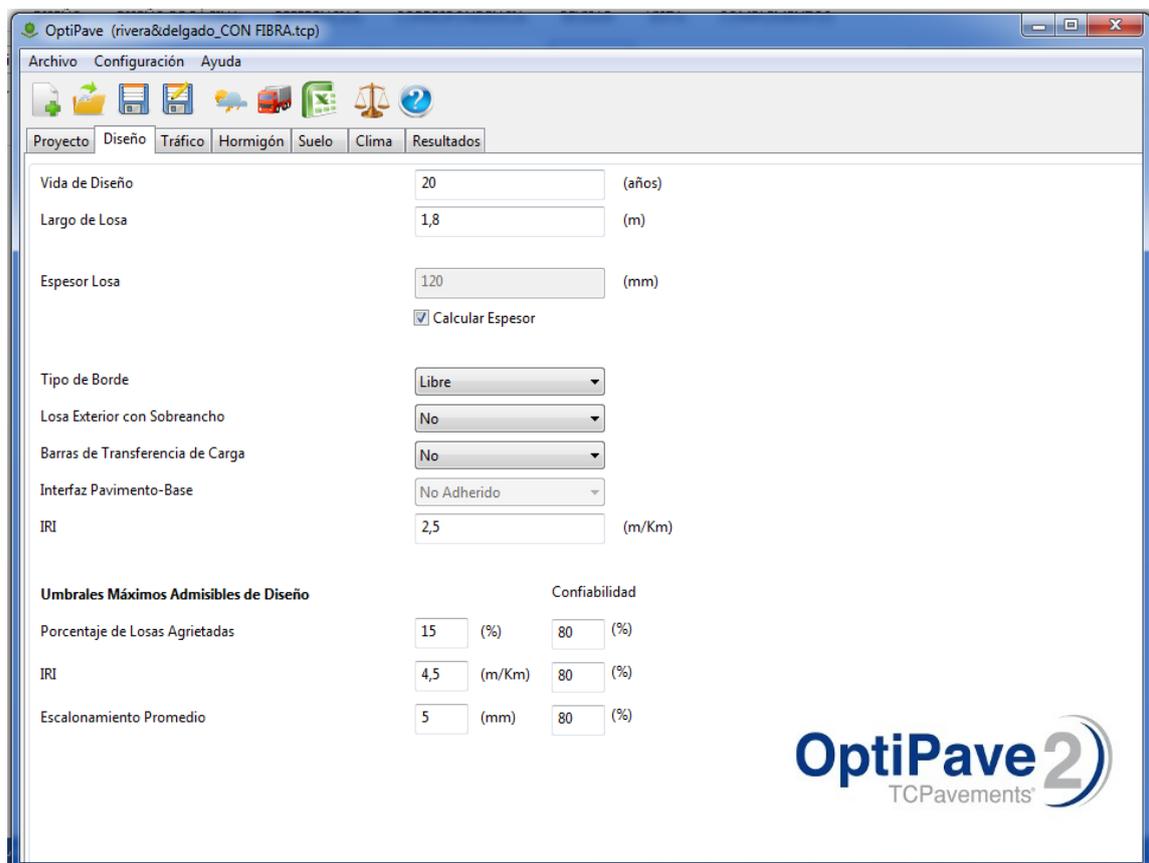
Nombre de Proyecto	MATERIA INTERADORA RIVERA&DELGAD
Localidad	VÍA A TAURA
Sector	TAURA
Dirección	Norte
Fecha	09/08/2018
Descripción	El presente trabajo corresponde al diseño del proyecto de materia integradora de Sr. Livingston Rivera y Sr. César Delgado, previo a la obtención del título de Ing. Civil.

The OptiPave2 logo and "TCPavements" text are visible in the bottom right corner of the window.

Figura 3.14 Información del proyecto Losas Cortas. [Optipave2]

3.4.2 Parámetros de diseño.

Los parámetros de diseño que requiere el programa son similares a los utilizados en los métodos anteriores, la vida del diseño es 20 años, el largo de la losa será 1.8 metros, tipo de borde (libre), losa exterior con sobrecancho (No), Barras de transferencia (No), Índice de Rugosidad Internacional (2.5), umbrales máximos admisibles el cual contiene una confiabilidad (80%), porcentaje de losas agrietadas (15%) y escalonamiento promedio esperado (5mm).



The screenshot shows the OptiPave software interface with the 'Diseño' (Design) tab selected. The window title is 'OptiPave (rivera&delgado_CON FIBRA.tcp)'. The menu bar includes 'Archivo', 'Configuración', and 'Ayuda'. The toolbar contains icons for file operations and help. The main area is divided into several sections:

- Design Parameters:**
 - Vida de Diseño: 20 (años)
 - Largo de Losa: 1,8 (m)
 - Espesor Losa: 120 (mm)
 - Calcular Espesor
 - Tipo de Borde: Libre
 - Losa Exterior con Sobrecancho: No
 - Barras de Transferencia de Carga: No
 - Interfaz Pavimento-Base: No Adherido
 - IRI: 2,5 (m/Km)
- Umbrales Máximos Admisibles de Diseño (Design Maximum Admissible Limits):**

		Confiabilidad
Porcentaje de Losas Agrietadas	15 (%)	80 (%)
IRI	4,5 (m/Km)	80 (%)
Escalonamiento Promedio	5 (mm)	80 (%)

The OptiPave 2 logo is visible in the bottom right corner.

Figura 3.15 Parámetros de diseño. [Optipave2]

3.4.3 Tráfico.

OptiPave2 no calcula Ejes Equivalentes totales por lo tanto se utilizó el que se calculó en el método AASHTO 93, se utilizará un tipo de tráfico FHWA TTC 14 y un crecimiento del 3% ya usado en métodos anteriores.

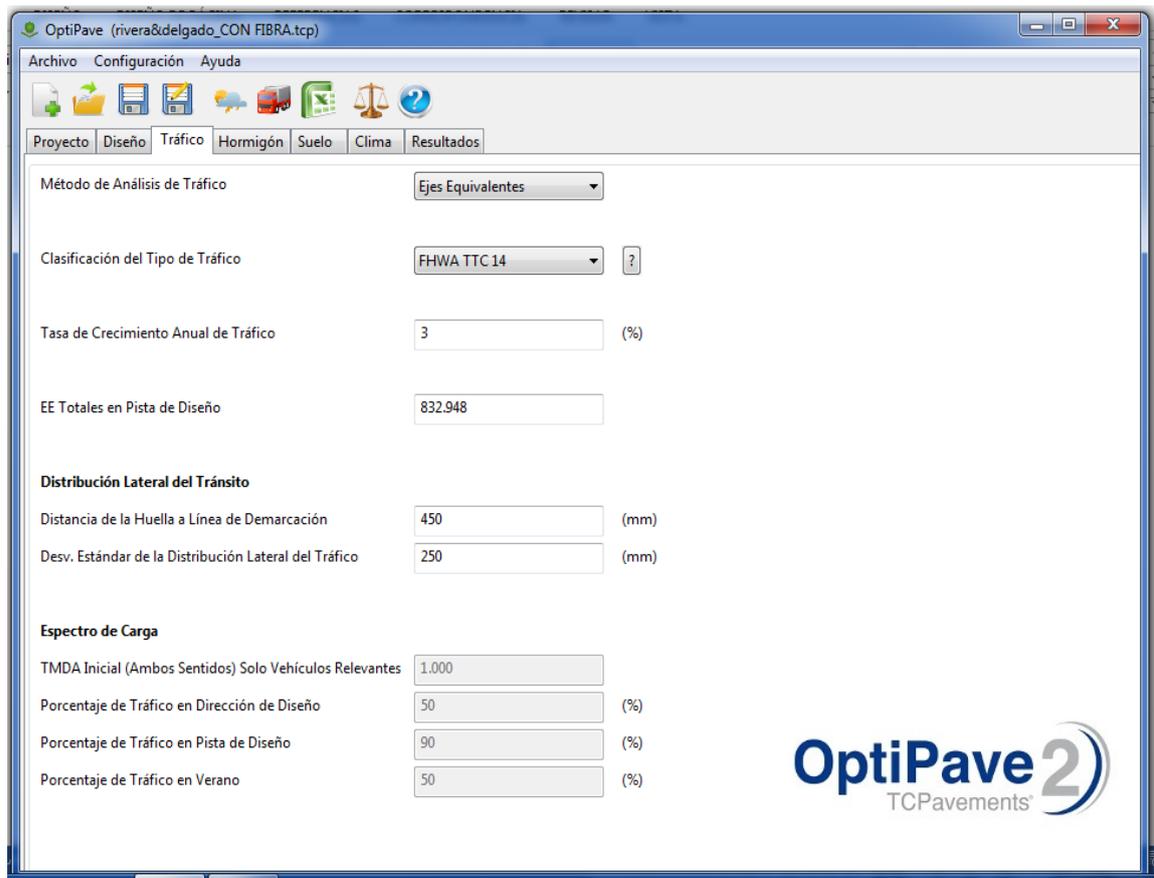


Figura 3.16 Información del tráfico. [Optipave2]

3.4.4 Hormigón.

Esta pestaña se refiere a las características del hormigón a utilizar, para nuestro diseño consideramos los siguientes parámetros que fueron obtenidos por Holcim Ecuador: la flexotracción a los 28 días (4.5 MPa), confiabilidad (85%), desviación estándar (0.45Mpa), aumento de resistencia a los 90 días (10%), módulo de elasticidad (28GPa), peso

específico del hormigón (2330 kg/m³), contenido de aire (3%) y relación de agua cemento (0.45), el resto de los parámetros se llenaron por defecto.

Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de Ensayo de Resistencia	Flexotracción	
Edad de Ensayo	28 Días	
MOR a 90 días	5,46	(MPa)
Flexotracción	4,5	(MPa)
Confiabilidad Diseño de Hormigón	85	(%)
Desviación Estándar Diseño de Hormigón	0,45	(MPa)
Aumento de Resistencia 29 a 90 Días	1,1	
Módulo de Elasticidad del Hormigón	28.000	(MPa)
Peso Específico del Hormigón	2.330	(Kg/m ³)
Módulo de Poisson	0,15	
Coefficiente de Dilatación Térmico (10 ⁻⁶)	10	(1/°C)
Retracción del Hormigón a los 365 Días	700	(microstrain)
Contenido de Aire	3	(%)
Relación Agua-Cemento	0,45	
Fibra Estructural	Sí	
Método de Ensayo de la Fibra	ASTM 1609	
Resistencia Residual	1	(MPa)

Figura 3.17 Características del hormigón losas cortas. [Optipave2]

3.4.5 Suelo.

En esta parte se considera el número de capas que existe antes de poner el pavimento, en nuestro caso existen 2, la primera capa es una base clase 1-A con un módulo resiliente de 206 MPa y un espesor de 150 mm y la segunda, una subbase clase 2 con un módulo resiliente de 148 MPa y un espesor de 200 mm.

OptiPave (rivera&delgado_CON FIBRA.tcp)

Archivo Configuración Ayuda

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

N° de Capas: 2

Tipo de Ensayo: CBR

	Tipo de Suelo	Módulo Resiliente Invierno (MPa)	Módulo Resiliente Verano (MPa)	Módulo de Poisson	Espesor (mm)
Base	A-1-a	206	206	0,35	150
2° Capa	A-1-a	148	148	0,35	200
3° Capa	A-1-a				
4° Capa	A-1-a				
5° Capa	A-1-a				
6° Capa	A-1-a				
Subrasante	A-1-a	60	72	0,35	

Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento): 3

Coefficiente de Fricción Pavimento-Base: 0,65

Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento): 8 (%)

Ayuda

OptiPave 2
TCPavements

Figura 3.18 Características del suelo losas cortas. [Optipave2]

3.4.6 Clima.

Para la sección de clima se tomó como país un genérico y una zona húmedo no heladizo, temperatura media invierno de invierno (26), temperatura media en verano (28), número de días al año con precipitaciones (20).

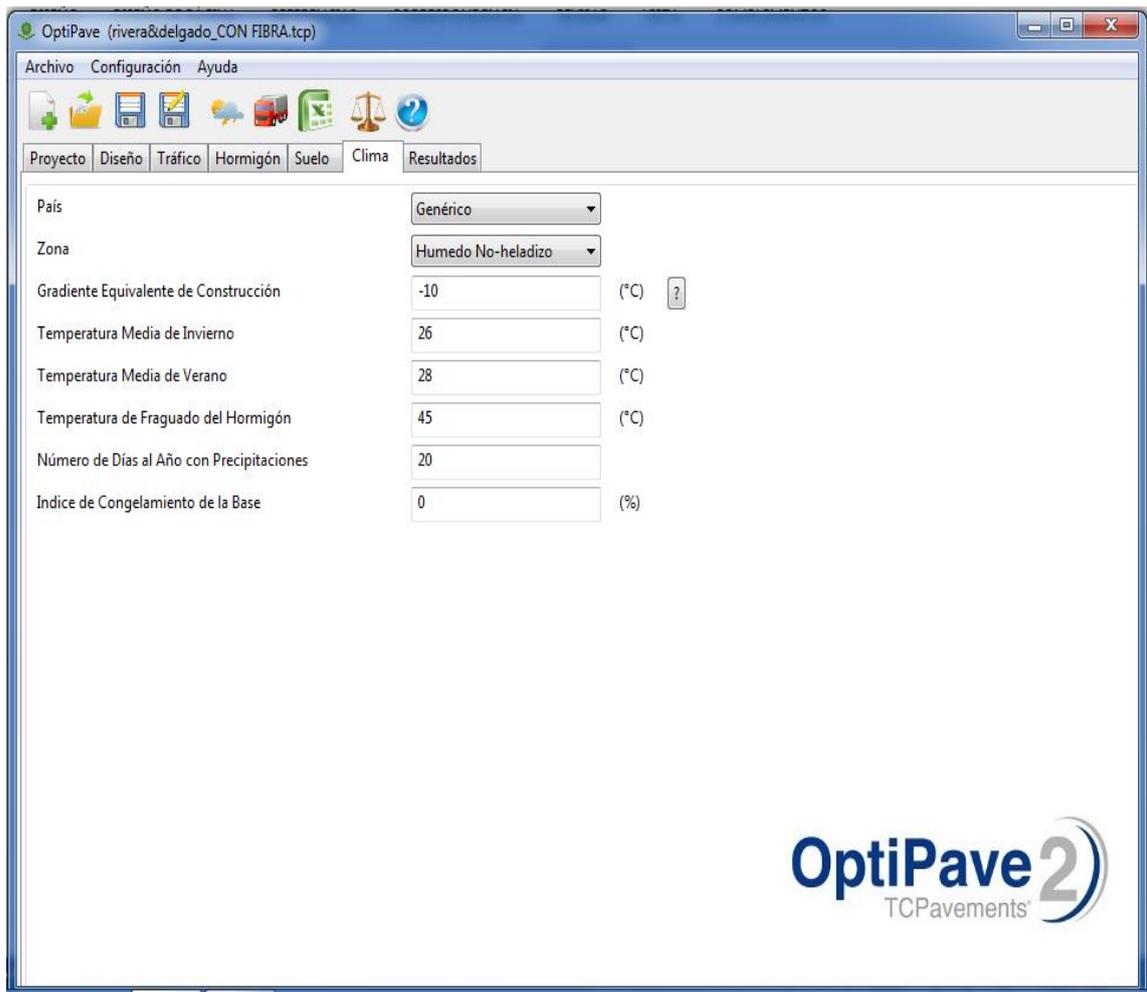


Figura 3.19 Información del clima losas cortas. [Optipave2]

3.4.7 Resultado.

Luego de llenar todos los parámetros que solicita el programa OptiPave2 podemos obtener el espesor de la losa que cumpliría con todos los requisitos expuestos anteriormente y verificar el daño que ocasionara el neumático a esta losa en cada uno de los sitios más vulnerables.

Como podemos observar nuestro resultado fue de 125 mm con un largo de 1.8 metros, que es más pequeña en cuanto a las tradicionales,



Figura 3.20 Resultado del espesor losas cortas. [Optipave2]

3.5 Análisis de Costo.

Comparación de costos entre pavimento flexible y pavimento rígido, que muestra para el primer caso un menor costo en la etapa constructiva pero mayor gasto en mantenimiento, mientras que en segundo caso sus costos y gastos son inversos.

- El pavimento rígido resulta 2.32 veces más costoso en su construcción.
- El mantenimiento del pavimento flexible a lo largo de su vida útil resulta 15 veces más costoso.

- Al término de la vida útil el pavimento flexible, que requiere muchas más veces mantenimiento, el total de los costos es 1.5 veces del pavimento rígido.

Tabla 3.9 Análisis del mantenimiento de pavimento flexible.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN					
405-1	Asfalto MC para imprimación	m2	126600	\$ 0.94	\$ 119,004.00
405-5	Capa de Rodadura de Horm. ASF. Mezclado en Planta e-	m2	96600	\$ 10.44	\$ 1,008,504.00
				TOTAL	\$ 1,127,508.00
COSTO DE MANTENIMIENTO (2 AÑOS)					
MR111	Bacheo asfáltico menor	m3	290	\$ 151.44	\$ 43,917.60
MR112	Sellado de fisuras superficiales	ml	1050	\$ 0.51	\$ 535.50
MR113	Bacheo asfáltico mayor	m3	37	\$ 166.62	\$ 6,164.94
MR-133.Eb	Mantenimiento de Limpieza de Señales Verticales	U	62	\$ 14.25	\$ 883.50
MR-133.E	Mantenimiento de señales verticales	U	62	\$ 113.80	\$ 7,055.60
MR-134.E(1)	Mantenimiento de señalización horizontal (Pintura)	ml	44600	\$ 1.09	\$ 48,614.00
				TOTAL EN 2 AÑOS	\$ 107,171.14
				TOTAL EN 8 AÑOS	\$ 428,684.56
COSTO DE MANTENIMIENTO (10 AÑOS)					
405-1	Asfalto MC para imprimación	m2	126600	\$ 0.94	\$ 119,004.00
MR112	Fresado de pavimento asfáltico	m3	7245	\$ 15.82	\$ 114,615.90
405-5	Capa de Rodadura de Horm. ASF. Mezclado en Planta e-	m2	96600	\$ 10.44	\$ 1,008,504.00
MR-133.Eb	Mantenimiento de Limpieza de Señales Verticales	U	62	\$ 14.25	\$ 883.50
MR-133.E	Mantenimiento de señales verticales	U	62	\$ 113.80	\$ 7,055.60
MR-134.E(1)	Mantenimiento de señalización horizontal (Pintura)	ml	44600	\$ 1.09	\$ 48,614.00
				TOTAL	\$ 1,298,677.00
				TOTAL 10 AÑOS	\$ 1,727,361.56
				TOTAL 20 AÑOS	\$ 3,454,723.12

Tabla 3.10 Costo de construcción y mantenimiento de pavimento rígido.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN						
405-8(1)	Pavimento de Hormigon ed Cemento Portland	m3	11700	\$	156.01	\$ 1,825,317.00
405-8(3)	Juntas Simuladas	ml	278333.33	\$	2.30	\$ 640,166.66
	Microfibra FiberForce PP-48 (sika)	kg	3900	\$	38.69	\$ 150,891.00
					TOTAL	\$ 2,616,374.66
COSTO DE MANTENIMIENTO (5 AÑOS)						
MR112	Sellado de fisuras superficiales	ml	750	\$	0.51	\$ 382.50
MR-133.Eb	Mantenimiento de Limpieza de Señales Vertic	U	62	\$	14.25	\$ 883.50
MR-133.E	Mantenimiento de señales verticales	U	62	\$	113.80	\$ 7,055.60
MR-134.E(1)	Mantenimiento de señalización horizontal (Pi	ml	44600	\$	1.09	\$ 48,614.00
					TOTAL	\$ 56,935.60
					TOTAL EN 10 AÑOS	\$ 113,871.20
					TOTAL EN 20 AÑOS	\$ 227,742.40

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

1. En nuestro país la utilización del método “TCP” en pavimentos aún no se aplica debido al poco conocimiento. El alto rendimiento al momento de la construcción y el poco valor económico que logra frente a los pavimentos de hormigón convencional, además la reducción considerable del espesor utilizando la misma vida útil como se demostró en los tres diseños realizados, hacen que el diseño de losas optimizadas sea una alternativa altamente confiable de aplicación.
2. La subrasante es uno de los factores más importantes al momento de realizar algún diseño de pavimento, por tanto, debe cumplir con características de buena calidad y por consiguiente una buena granulometría con eso se podría evitar fallas a futuro y obtener buenos resultados. Se debe tener en cuenta que mientras mayor sea el CBR aumentaría la capacidad de soporte de la subbase, lo cual nos permite reducir el espesor de la losa de hormigón.
3. El uso de fibra en el diseño podría disminuir el espesor de la losa en un rango de 10% a 30%, además el concreto debe tener un requerimiento mínimo de cemento de 300 kg/m^3 para obtener una mejor funcionalidad y durabilidad para pavimento con espesores entre 10 a 15 cm. La reducción de espesor con respecto al método tradicional de AASHTO hace que sea un diseño más óptimo ya que cumple con Umbrales de diseño.
4. A pesar que al utilizar el método PCA nos brinda un espesor más pequeño no nos brinda un criterio de umbrales de diseño, en comparación con el

método TCP que me brinda una nueva perspectiva de obtener mejor rendimiento en el pavimento de hormigón.

5. El método TCP es el único que considera el parámetro del clima ya que muchas veces la temperatura juega un papel importante cuando se trata de alabeo en las losas, este a su vez puede sufrir agrietamiento y otros daños.
6. En todos los aspectos constructivo se debe respetar las exigencias y procedimientos que existen en las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes, MOP, 001-F del 2002.
7. Para un tiempo de vida útil de 20 años en óptimas condiciones, los análisis de costo indican que es más económica el pavimento rígido; porque a pesar de tener un costo más elevado en su construcción, sus costos de mantenimiento son muchos menores.

4.2 Recomendaciones.

1. Seguir analizando el método de Losas Optimizadas, con el objetivo de obtener mejoras en el diseño y tener una nueva alternativa más económica en el país, además realizar especificaciones para la metodología de losas optimizadas que se puedan utilizar en el país ya que la mayoría de características se basan en el país de origen del método.
2. Realizar el estudio de vías de alto tráfico para poder aplicar el método de losas optimizadas ya que el mantenimiento de una vida de pavimento flexible económicamente sale más elevado que utilizar pavimento rígido en un periodo de vida útil
3. Se recomienda realizar una evaluación de las vías de pavimento rígido existentes en la región con la finalidad de obtener estándares de

serviciabilidad que existe aquí en la provincia del Guayas, así como en Índice de Rugosidad Internacional.

4. Con el Método de Losas Optimizadas no se pretende reemplazar métodos vigentes que son muy practicados en el país, más bien que sea de ayuda como una alternativa para aplicarla en las vías del país así lograr entender su comportamiento y que confiabilidad resulta del método.

5. Se debe realizar un estudio en las canteras cerca de la ciudad para saber cuáles son las que tienen los más óptimos materiales granulares y que nos ayude a obtener una buena resistencia a nivel de la subbase. Realizar un análisis sobre uso del diseño de Losas Optimizadas para el mantenimiento de vías frente a otras alternativas.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO, A. A. (1993). Guide for design of Pavements Structures. Washington DC.

ARA. Inc. (2007). Interim Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide Manual of Practice. National Cooperative Highway Research Program Project 1-37A.

BECERRA, M. (2012). Tópicos de pavimentos de concreto (Diseño, Constructivo y supervision). Lima : Flujo Libre 2012.

ICH, I. C. (2010). Resumen ejecutivo de analisis y prediccion de comportamiento pavimentos semi-rigidos de losas cortas de hormigón. Santiago - Chile .

Mendoza Hamilton. (2015). Evaluacion del diseño de losas cortas (TCP) en pavimentos segun tensiones . Ayacucho - Peru.

MOP, M. d. (2012). Instrutivo LNV difusión de nuevas tecnologías. Santiago-Chile.

NCHRP, T. R. (2006). Mechanistic Empirical Pavement Design Guide . Washington DC.

Sánchez Pablo. (Noviembre de 2014). Método de tesis diseño de losas de dimensiones superficiales optimizadas, en pavimentos de concreto hidraulico. El Salvador.

Westergaard H.M., p. o. (1927). Theory of Concrete Pavement Design.

ANEXOS

ANEXO A

**ESTUDIOS DE SUELO DE LA
SUBRASANTE**

RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO TAURA MINA
 CALICATA 1 PROFUNDIDAD 0.80 m
 ABSCISA 0+500 TIPO Subrasante

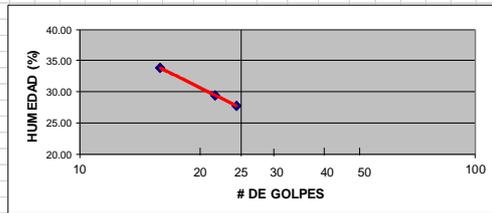
ENSAYADO POR N.A.
 FECHA 13/06/2010
 CALCULADO POR R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4 SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		1.46	2.1	97.9	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		19.30	28.1	71.9	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		43.10	62.9	37.1	
Pasa Nº 200		25.47	37.1		
TOTAL		68.57	Peso inicial húmedo: 76.70	Peso inicial seco: 68.57	

LL= 27.77
 LP= 19.02
 IP= 8.75
 W= 11.85
 AASHTO= A-4 (0)
 COLOR: Café oscuro

NOTA: La subrasante corresponde a un limo de baja plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
401		142.65	130.53	28.02	11.82	
405		139.79	127.98	28.46	11.87	11.85
LIMITE LIQUIDO						
1A	25	30.17	27.56	18.16	27.77	
F4	22	33.27	30.63	21.63	29.33	27.77
D8	16	34.48	31.25	21.71	33.86	
LIMITE PLASTICO						
1B		25.41	24.22	17.99	19.10	
F7		24.11	23.24	18.68	19.08	19.02
3A		25.62	24.52	18.69	18.87	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO TAURA MINA
 CALICATA 2 PROFUNDIDAD 0.75 m
 ABSCISA 2+400 TIPO Subrasante

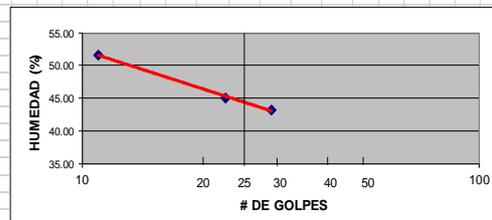
ENSAYADO POR N.A.
 FECHA 13/06/2010
 CALCULADO POR R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4 SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.79	1.3	98.7	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		6.76	11.2	88.8	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		16.80	27.9	72.1	
Pasa Nº 200		43.48	72.1		
TOTAL		60.28	Peso inicial húmedo: 70.02	Peso inicial seco: 60.28	

LL= 44.50
 LP= 27.44
 IP= 17.06
 W= 16.15
 AASHTO= A-7-6 (11)
 COLOR: Café oscuro

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de alta plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
602		124.22	110.89	28.55	16.19	
707		122.24	109.19	28.14	16.10	16.15
LIMITE LIQUIDO						
44	30	32.23	27.53	16.66	43.24	
9x	23	34.75	30.69	21.67	45.01	44.50
31	11	31.64	27.02	18.07	51.62	
LIMITE PLASTICO						
19x		28.54	27.11	21.85	27.19	
9c		26.85	25.74	21.70	27.48	27.44
27		22.69	21.65	17.89	27.66	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALICATA	3	PROFUNDIDAD	0.60 m
ABSCISA	4+500	TIPO	Subrasante

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.45	0.7	99.3	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		2.41	3.7	96.3	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		9.36	14.5	85.5	
Pasa Nº 200					
TOTAL		64.36			

Peso inicial húmedo: 77.42
Peso inicial seco: 64.36

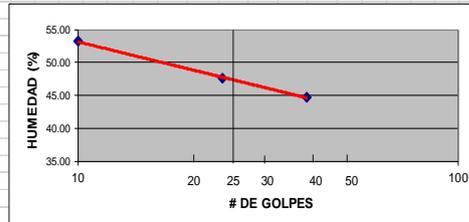
LL=	47.50
LP=	31.10
IP=	16.40
W=	20.30
AASHTO=	A-7-5 (13)
COLOR:	Habano oscuro

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de alta plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
507		110.83	96.8		27.52	20.25
704		124.24	107.90		27.62	20.30

LIMITE LIQUIDO						
43	40	38.41	33.22	21.61	44.70	
51	24	33.20	28.49	18.60	47.62	47.50
6	10	32.80	27.88	18.63	53.19	

LIMITE PLASTICO						
50		24.46	23.01	18.36	31.18	
16		25.51	23.88	18.64	31.11	31.10
15x		29.64	28.12	23.22	31.02	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALICATA	4	PROFUNDIDAD	0.70 m
ABSCISA	6+000	TIPO	Subrasante

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.31	0.5	99.5	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		0.53	0.8	99.2	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		2.61	4.1	95.9	
Pasa Nº 200					
TOTAL		63.68			

Peso inicial húmedo: 77.73
Peso inicial seco: 63.68

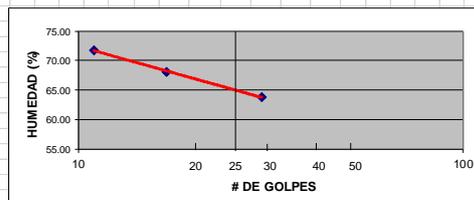
LL=	65.00
LP=	37.12
IP=	27.88
W=	22.07
AASHTO=	A-7-5 (20)
COLOR:	Café oscuro

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de alta plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
202		86.09	75.49	27.43	22.06	
505		90.42	78.74	25.85	22.08	22.07

LIMITE LIQUIDO						
4	30	36.62	30.67	21.34	63.77	
52	17	34.92	28.36	18.73	68.12	65.00
26	11	32.72	26.89	18.76	71.71	

LIMITE PLASTICO						
8c		23.12	21.85	18.42	37.03	
6x		23.46	22.08	18.38	37.30	37.12
9b		24.09	22.42	17.91	37.03	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALICATA	5	PROFUNDIDAD	0.66 m
ABSCISA	7+400	TIPO	Subrasante

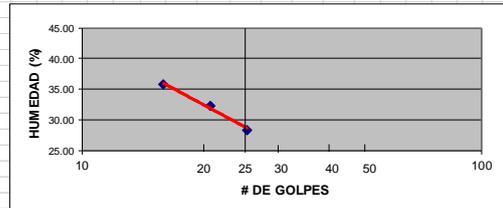
ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.79	1.2	98.8	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		2.26	3.5	96.5	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		13.62	21.3	78.7	
Pasa Nº 200		50.18	78.7		
TOTAL		63.80			

LL=	28.60	Peso inicial húmedo:	74.42
LP=	23.60	Peso inicial seco:	63.80
IP=	5.00		
W=	16.63		
AASHTO=	A-4 (8)		
COLOR=	Calé claro.		

NOTA: La subrasante corresponde a un limo de baja plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
701		117.98	105.11	27.69	16.62	
706		118.27	105.33	27.59	16.65	16.63
LIMITE LIQUIDO						
8a	26	32.82	30.34	21.59	28.34	
28	21	33.79	30.14	18.83	32.27	28.60
26	16	32.45	28.83	18.71	35.77	
LIMITE PLASTICO						
7b		28.05	26.90	21.98	23.37	
7a		25.50	24.31	19.25	23.52	23.60
8x		28.74	27.41	21.85	23.92	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALICATA	6	PROFUNDIDAD	0.75 m
ABSCISA	9+000	TIPO	Subrasante

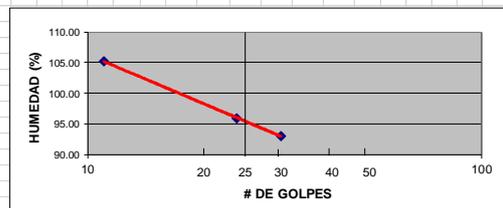
ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.12	0.2	99.8	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		0.38	0.6	99.4	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		1.72	2.6	97.4	
Pasa Nº 200		65.51	97.4		
TOTAL		67.23			

LL=	95.50	Peso inicial húmedo:	89.98
LP=	40.39	Peso inicial seco:	63.80
IP=	55.11		
W=	33.83		
AASHTO=	A-7-5 (20)		
COLOR=	Gris		

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de alta plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
609		126.05	101.42	28.18	33.63	
407		136.35	108.99	28.60	34.03	33.83
LIMITE LIQUIDO						
12	31	33.73	26.95	19.66	93.00	
18x	24	33.01	26.01	18.71	95.89	95.50
18	11	36.22	28.71	21.57	105.18	
LIMITE PLASTICO						
9a		23.53	22.12	18.61	40.17	
15		22.18	20.89	17.69	40.31	40.39
17		23.77	22.24	18.48	40.69	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

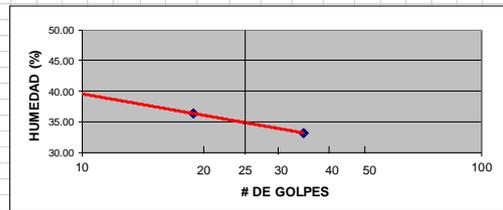
PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALICATA	7	PROFUNDIDAD	0.80 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	11+000	TIPO	Subrasante	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.77	1.3	98.7	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		8.89	15.5	84.5	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100		26.83	46.9	53.1	
Nº 200		30.43	53.1		
Pasa Nº 200					
TOTAL					
		57.26			
			Peso inicial húmedo:	76.33	
			Peso inicial seco:	57.26	

LL=	34.80
LP=	21.48
IP=	13.32
W=	13.33
AASHTO=	A-6 (4)
COLOR=	Calé claro

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de baja plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
803		139.96	126.7	27.76	13.40	
310		128.47	116.12	22.94	13.25	13.33
LIMITE LIQUIDO						
2c	36	33.57	29.79	18.39	33.16	
20x	19	36.54	31.55	17.81	36.32	34.80
2b	8	34.71	29.91	18.11	40.68	
LIMITE PLASTICO						
14x		27.46	26.43	21.76	22.06	
1a		32.45	31.36	26.13	20.84	21.48
4c		24.23	23.12	17.97	21.55	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

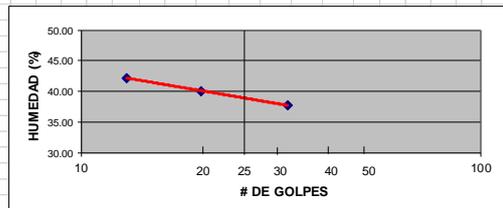
PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALICATA	8	PROFUNDIDAD	0.65 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	12+500	TIPO	Subrasante	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.47	0.8	99.2	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		6.07	10.4	89.6	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100		13.52	23.1	76.9	
Nº 200		45.04	76.9		
Pasa Nº 200					
TOTAL					
		58.56			
			Peso inicial húmedo:	69.10	
			Peso inicial seco:	58.56	

LL=	39.00
LP=	29.43
IP=	9.57
W=	17.99
AASHTO=	A-4 (6)
COLOR=	Calé claro

NOTA: La subrasante corresponde a un limo de baja plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
301		114.08	100.54	27.77	18.61	
307		115.83	102.85	28.13	17.37	17.99
LIMITE LIQUIDO						
f3	33	35.20	30.58	18.33	37.71	
2b	20	35.47	30.68	18.72	40.05	39.00
5b	13	34.23	30.45	21.49	42.19	
LIMITE PLASTICO						
2a		31.43	30.20	26.04	29.66	
5c		24.69	23.34	18.72	29.22	29.43
80		28.72	27.15	21.81	29.40	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALCATA	9	PROFUNDIDAD	0.63 m
ABSCISA	14+000	TIPO	Subrasante

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº 4					
Pasa Nº 4					
SERIE FINA					
Nº 4		0.00	0.0	100.0	
Nº 8					
Nº 10		0.00	0.0	100.0	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		0.75	1.4	98.6	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		15.57	29.1	70.9	
Pasa Nº 200		37.90	70.9		
TOTAL		53.47			

Peso inicial húmedo: 63.16
Peso inicial seco: 53.47

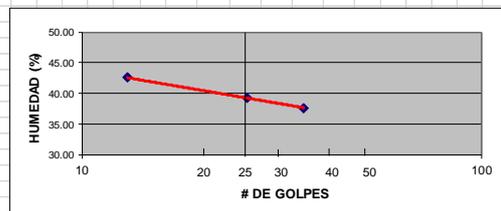
LL=	39.50
LP=	24.25
IP=	15.25
W=	18.13
AASHTO=	A-6 (S)
COLOR=	Café oscuro

NOTA: La subrasante corresponde a una arcilla de baja plasticidad.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
601		119.58	105.56	28.31	18.15	
702		116.49	102.93	28.02	18.10	18.13

LIMITE LIQUIDO						
4b	36	35.71	31.07	18.74	37.63	
11	26	38.04	34.25	22.03	39.20	39.50
1	13	33.39	29.03	18.78	42.54	

LIMITE PLASTICO						
3c		26.81	25.86	21.98	24.48	
3b		27.70	26.56	21.87	24.31	24.25
12x		23.24	22.09	17.29	23.96	



ANEXO B

ESTUDIOS DE SUELO DE LA SUBBASE

RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 2
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					100
2"					70-100
1½"	0		0.0	100.0	
1"	738		20.4	79.6	
¾"	914		25.2	74.8	
½"	1362		37.6	62.4	
3/8"	1649		45.5	54.5	
Nº 4	2168		59.8	40.2	30-70
Pasa Nº 4	1455		40.2		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10	18.33		6.5	33.7	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40	49.45		17.4	22.7	15-40
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100	72.35		25.5	14.7	0-20
Nº 200	41.56		14.7		
Pasa Nº 200	3623				
TOTAL				121.98	
				113.91	
LL=	27.20				
LP=	19.06				
IP=	8.14				
W=	7.08				
AASHTO=	A-2-4 (0)				
COLOR=	Calé claro				

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
501		191.06	180.26	28.32	7.11	
409		185.28	174.59	22.87	7.05	7.08
LIMITE LIQUIDO						
2C	34	37.09	33.27	18.39	25.67	
F3	21	36.31	32.39	18.33	27.88	27.20
20X	10	42.75	36.82	17.80	31.18	
LIMITE PLASTICO						
6		25.31	24.24	18.63	19.07	
52		25.53	24.44	18.73	19.09	19.06
4		28.05	26.98	21.35	19.01	

El gráfico muestra la relación entre el número de golpes y el porcentaje de humedad. La humedad disminuye a medida que aumenta el número de golpes, pasando de unos 31% a unos 26% entre 10 y 30 golpes.

NOTAS:
 Granulometría: Cumple con las establecidas para las Clases 1 y 2, según especificaciones MOP-2002. El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
 Plasticidad: No cumple con las exigencias, es decir, con $LL \leq 25$ e $IP < 6$.

RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 2
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					100
2"					70-100
1½"	0		0.0	100.0	
1"	331		8.1	91.9	
¾"	584		14.4	85.6	
½"	939		23.1	76.9	
3/8"	1264		31.1	68.9	
Nº 4	2032		50.0	50.0	30-70
Pasa Nº 4	2035		50.0		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10	18.70		6.4	43.6	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40	53.01		18.3	31.8	15-40
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100	75.40		26.0	24.0	0-20
Nº 200	69.70		24.0		
Pasa Nº 200	4067				
TOTAL				154.62	
				145.10	
LL=	26.60				
LP=	19.48				
IP=	7.12				
W=	6.56				
AASHTO=	A-2-4 (0)				
COLOR=	Calé claro				

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
106		224.44	212.33	28.02	6.57	
305		207.76	196.73	28.17	6.54	6.56
LIMITE LIQUIDO						
1A	31	44.32	40.59	26.12	25.78	
5B	22	37.15	33.80	21.51	27.26	26.60
26	6	38.82	33.84	18.76	33.02	
LIMITE PLASTICO						
31		26.20	24.87	18.08	19.59	
51		26.23	24.99	18.60	19.41	19.48
27		24.46	23.39	17.89	19.45	

El gráfico muestra la relación entre el número de golpes y el porcentaje de humedad. La humedad disminuye a medida que aumenta el número de golpes, pasando de unos 31% a unos 26% entre 10 y 30 golpes.

NOTAS:
 Granulometría: Se aproxima a las establecidas para las Clases 1 y 2, según especificaciones MOP-2002, pero incumple el Tz # 200. El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
 Plasticidad: No cumple con las exigencias, es decir, con $LL \leq 25$ e $IP < 6$.

RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

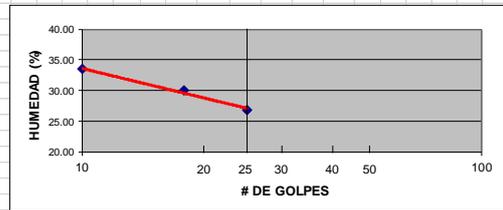
PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALCATA	3	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,21 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	4+500	TIPO	Sub-base de Agregados	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 2
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					100
1½"		0	0.0	100.0	70-100
1"		68	2.0	98.0	
¾"		285	8.6	91.4	
½"		664	20.0	80.0	
3/8"		940	28.3	71.7	
Nº 4		1610	48.5	51.5	30-70
Pasa Nº 4		1713	51.5		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10		16.82	8.4	43.1	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		49.93	25.0	26.5	15-40
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		68.61	34.4	17.2	0-20
Pasa Nº 200		34.29	17.2		
TOTAL		3323		109.95	
				Peso inicial húmedo:	102.90
				Peso inicial seco:	

LL=	26.70
LP=	21.07
IP=	5.63
W=	6.85
AASHTO=	A-1-b (0)
COLOR=	Calé claro

NOTAS: Granulometría: Cumple con la establecida para la Clase 2, según especificaciones MOP-2002.
El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
Plasticidad: No cumple con la exigencia para el límite líquido, es decir, con LL ≤ 25. Si cumple con el IP < 6.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
506		169.18	159.98	26.46	6.89	
510		151.67	143.49	23.25	6.80	6.85
LIMITE LIQUIDO						
44	26	31.17	28.10	16.65	26.81	
1	18	33.22	29.89	18.77	29.95	26.70
26	10	34.52	30.56	18.72	33.45	
LIMITE PLASTICO						
80		27.44	26.46	21.81	21.08	
17		25.95	24.65	18.46	21.00	21.07
19X		27.65	26.64	21.86	21.13	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

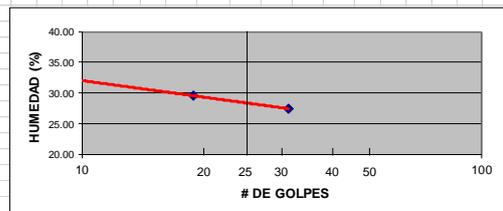
PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALCATA	4	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,30 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	6+000	TIPO	Sub-base de Agregados	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 3
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
3"		0	0.0	100.0	100
2"		584	15.5	84.5	
1½"		724	19.2	80.8	
1"		918	24.4	75.6	
¾"		1244	33.0	67.0	
½"		1753	46.6	53.4	
3/8"		1974	52.4	47.6	
Nº 4		2461	65.4	34.6	30-70
Pasa Nº 4		1303	34.6		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10		27.41	8.8	25.8	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		62.92	20.2	14.5	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		77.59	24.9	9.8	0-20
Pasa Nº 200		30.47	9.8		
TOTAL		3764		116.24	
				Peso inicial húmedo:	108.06
				Peso inicial seco:	

LL=	28.50
LP=	21.61
IP=	6.89
W=	7.57
AASHTO=	A-2-4 (0)
COLOR=	Calé claro

NOTAS: Granulometría: Cumple con la establecida para la Clase 3, según especificaciones MOP-2002.
El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
Plasticidad: No cumple con las exigencias, es decir, con LL ≤ 25 e IP < 6.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
302		175.52	165.21	28.19	7.52	
608		160.33	150.98	28.25	7.62	7.57
LIMITE LIQUIDO						
4B	33	36.88	32.97	18.72	27.44	
F1	19	42.76	38.04	22.03	29.48	28.50
9C	8	42.63	37.45	21.70	32.89	
LIMITE PLASTICO						
8C		25.97	24.64	18.42	21.38	
4C		24.43	23.28	17.98	21.70	21.61
3B		29.72	28.32	21.88	21.74	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALCATA	5	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,29 m
ABSCISA	7+400	TIPO	Sub-base de Agregados

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 1
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"	0		0.0	100.0	100
1"	536		21.4	78.6	
¾"	772		30.9	69.1	
½"	1068		42.7	57.3	
3/8"	1277		51.1	48.9	
Nº 4	1668		66.7	33.3	30-70
Pasa Nº 4	833		33.3		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10	26.50		9.0	24.3	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40	55.65		18.8	14.5	10-35
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200	71.58		24.2	9.1	0-15
Pasa Nº 200	26.89		9.1		
TOTAL		2501		106.17	
				Peso inicial húmedo:	
				Peso inicial seco:	98.47

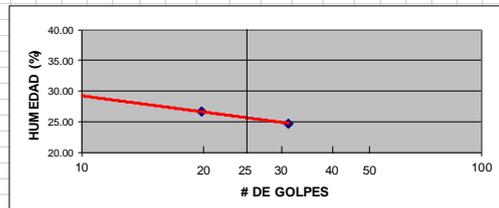
LL=	25.70
LP=	19.89
IP=	5.81
W=	7.82
AASHTO=	A-1-A (0)
COLOR=	Café claro

NOTAS: Granulometría: Cumple con la establecida para la Clase 1, según especificaciones MOP-2002.
El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado.
Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
Plasticidad: No cumple con la exigencia para el límite líquido, es decir, con LL ≤ 25, si con el IP < 6.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
208		196.56	184.64	28.35	7.63	
308		189.57	177.61	28.28	8.01	7.82

LIMITE LIQUIDO						
14X	33	39.56	36.03	21.75	24.72	
2B	20	37.90	33.89	18.82	26.61	25.70
8A	8	40.21	35.91	21.60	30.05	

LIMITE PLASTICO						
1A		25.27	24.11	18.16	19.50	
F4		28.40	27.24	21.63	20.68	19.89
12		26.60	25.47	19.67	19.48	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALCATA	6	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,42 m
ABSCISA	9+000	TIPO	Sub-base de Agregados

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 1
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"					
1½"	0		0.0	100.0	100
1"	235		11.6	88.4	
¾"	418		20.7	79.3	
½"	629		31.1	68.9	
3/8"	806		39.9	60.1	
Nº 4	1198		59.3	40.7	30-70
Pasa Nº 4	822		40.7		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10	30.11		11.7	29.0	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40	68.31		26.5	14.2	10-35
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200	80.72		31.4	9.3	0-15
Pasa Nº 200	24.04		9.3		
TOTAL		2020		112.94	
				Peso inicial húmedo:	
				Peso inicial seco:	104.76

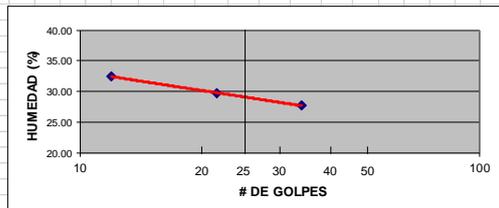
LL=	29.20
LP=	24.44
IP=	4.76
W=	7.84
AASHTO=	A-1-A (0)
COLOR=	Café claro

NOTAS: Granulometría: Cumple con la establecida para la Clase 1, según especificaciones MOP-2002.
El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado.
Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
Plasticidad: No cumple con la exigencia para el límite líquido, es decir, con LL ≤ 25, si con el IP < 6.

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
209		198.99	186.22	27.03	8.02	
603		173.02	162.35	23.13	7.66	7.84

LIMITE LIQUIDO						
15X	36	38.30	35.03	23.21	27.66	
F8	22	39.27	35.21	21.56	29.74	29.20
6X	12	33.76	30.00	18.40	32.41	

LIMITE PLASTICO						
5C		25.35	24.04	18.72	24.62	
43		27.96	26.72	21.61	24.27	24.44
7A		24.86	23.76	19.26	24.44	



RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALCATA	7	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,45 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	11+000	TIPO	Sub-base de Agregados	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 2
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
2½"					
2"		0	0,0	100,0	100
1½"		361	12,2	87,8	70-100
1"		700	23,6	76,4	
¾"		880	29,7	70,3	
½"		1234	41,6	58,4	
3/8"		1439	48,5	51,5	
Nº 4		1938	65,3	34,7	30-70
Pasa Nº 4		1029	34,7		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10		25,88	9,2	25,5	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		61,03	21,6	13,1	15-40
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100		76,88	27,2	7,5	0-20
Nº 200		21,21	7,5		
Pasa Nº 200		2967			
TOTAL				104,89	
				98,09	
LL=	25,70				
LP=	22,42				
IP=	3,28				
W=	6,93				
AASHTO=	A-1-A (0)				
COLOR=	Café claro				

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
110		145,27	137,66	27,98	6,94	
408		100,97	95,94	23,22	6,92	6,93
LIMITE LIQUIDO						
9B	30	34,32	31,05	17,91	24,89	
8B	22	36,72	32,83	18,11	26,43	25,70
3C	14	41,50	37,18	21,97	28,40	
LIMITE PLASTICO						
9X		30,34	28,76	21,67	22,28	
1C		26,79	25,27	18,65	22,94	22,42
18X		26,25	24,89	18,72	22,04	

NOTAS:
 Granulometría: Se aproxima a la establecida para la Clase 2, según especificaciones MOP-2002, pero incumple el Tz # 40. El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
 Plasticidad: No cumple con la exigencia para el límite líquido, es decir, con LL ≤ 25, si con el IP < 6.

RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA		ENSAYADO POR	N.A.
CALCATA	8	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,28 m	FECHA	13/06/2010
ABSCISA	12+500	TIPO	Sub-base de Agregados	CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF.
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
3"		1035	24,5	75,5	
2½"		1035	24,5	75,5	
2"		1510	35,7	64,3	
1½"		1510	35,7	64,3	
1"		1818	43,0	57,0	
¾"		1982	46,9	53,1	
½"		2233	52,9	47,1	
3/8"		2432	57,6	42,4	
Nº 4		2879	68,1	31,9	
Pasa Nº 4		1346	31,9		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10		28,36	7,4	24,5	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		65,91	17,1	14,7	
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100		91,32	23,7	8,1	
Nº 200		31,18	8,1		
Pasa Nº 200					
TOTAL		4225		129,21	
				122,50	
LL=	24,18				
LP=	19,47				
IP=	4,71				
W=	5,42				
AASHTO=	A-1-A (0)				
COLOR=	Café claro				

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
102		224,99	214,96	28,23	5,37	
504		216,70	206,92	28,01	5,47	5,42
LIMITE LIQUIDO						
9A	34	33,88	31,03	17,94	21,77	
F5	25	30,99	28,40	17,69	24,18	24,18
7C	15	41,43	36,99	22,02	29,66	
LIMITE PLASTICO						
2A		32,68	31,61	26,04	19,21	
8X		29,40	28,15	21,87	19,90	19,47
2B		25,57	24,46	18,71	19,30	

NOTAS:
 Granulometría: No cumple con las establecidas para ninguna clase de sub-base según especificaciones MOP-2002. El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.
 Plasticidad: Cumple con las exigencias, es decir, con LL ≤ 25 e IP < 6.

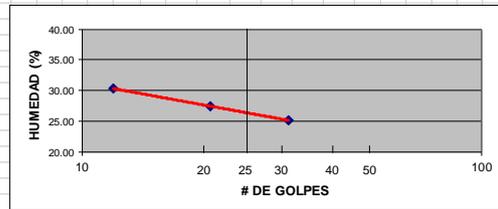
RESULTADOS DE PRUEBAS A MATERIALES GRANULARES Y SUELOS

PROYECTO	TAURA	MINA	
CALCATA	9	PROFUNDIDAD	0,00 a 0,20 m
ABSCISA	14+000	TIPO	Sub-base de Agregados

ENSAYADO POR	N.A.
FECHA	13/06/2010
CALCULADO POR	R.V.

TAMIZ Nº	PESO Reten. (parc)	PESO Reten. (acum)	% RETENIDO	% PASADO	ESPECIF. CLASE 2
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
2½"					
2"					100
1½"		0	0.0	100.0	70-100
1"		285	15.8	84.2	
¾"		407	22.5	77.5	
½"		715	39.6	60.4	
3/8"		863	47.8	52.2	
Nº 4		1120	62.0	38.0	30-70
Pasa Nº 4		685	38.0		
SERIE FINA					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 10		25.80	8.2	29.8	
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40		58.70	18.6	19.4	15-40
Nº 50					
Nº 60					
Nº 100					
Nº 200		81.30	25.7	12.3	0-20
Pasa Nº 200		38.80	12.3		
TOTAL		1805			
			Peso inicial húmedo:	128.24	
			Peso inicial seco:	120.05	

CAPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO CAP SUELO HUM.	PESO CAP SUELO SECO	PESO CAPSULA	HUMEDAD %	VALOR
HUMEDAD NATURAL						
503		171.19	162.17	27.73	6.71	
405		170.34	161.11	27.83	6.93	6.82
LIMITE LIQUIDO						
3A	33	34.15	31.05	18.69	25.08	
F7	21	34.70	31.25	18.68	27.45	26.50
1B	12	33.97	30.26	18.00	30.26	
LIMITE PLASTICO						
12X		24.01	22.82	17.28	21.48	
50		27.67	26.00	18.37	21.89	21.79
7B		28.47	27.30	21.98	21.99	



LL=	26.50
LP=	21.79
IP=	4.71
W=	6.82
AASHTO=	A-1-A (0)
COLOR=	Café claro

NOTAS:

Granulometría: Cumple con las establecidas para las Clases 1 y 2, según especificaciones MOP-2002. El material procede de cantera aparentemente extraído con empleo de explosivos, tractores y luego cribado. Se encuentra fragmentado totalmente por este proceso y no posee partículas redondeadas.

Plasticidad: No cumple con la exigencia para el límite líquido, es decir, con $LL \leq 25$, si con el $IP < 6$.

ANEXO C

CALICATAS

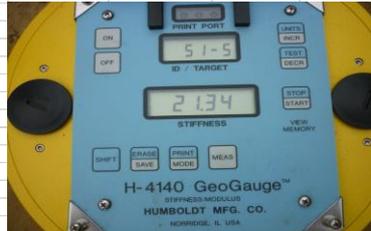
MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	1	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	0+500	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young (MPa)	(kg/cm ²)	Espesor (m)
LASTRADO	21.34	1.28	186	1,856	0.25
SUBRASANTE	13.25	1.03	98	985	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de la rigidez sobre capa de lastrado (21.34)



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (13,25).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	2	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	2+400	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young (MPa)	(kg/cm ²)	Espesor (m)
LASTRADO	16.44	1.29	143	1,430	0.22
SUBRASANTE	14.27	1.48	106	1,061	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de la rigidez sobre capa de lastrado (16.44)



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (14,27).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	3	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	4+500	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young		Espesor (m)
			(MPa)	(kg/cm ²)	
LASTRADO	15.73	1.63	137	1,368	0.21
SUBRASANTE	6.95	1.05	52	517	



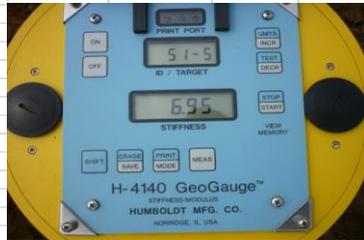
Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de la rigidez sobre capa de lastrado (15.73)



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (6.95).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	4	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	6+000	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young		Espesor (m)
			(MPa)	(kg/cm ²)	
LASTRADO	15.27	2.02	133	1,328	0.30
SUBRASANTE	6.83	1.17	51	508	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de la rigidez sobre capa de lastrado (15.27)



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (6.83).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	5	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	7+400	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez	Desviación	Módulo de Young		Espesor
	(MN/m)	Standard	(MPa)	(kg/cm ²)	
LASTRADO	20.10	1.35	175	1,748	0.29
SUBRASANTE	6.73	1.11	50	500	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de rigidez sobre capa de lastrado (20.10).



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (6.73).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	6	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	9+000	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez	Desviación	Módulo de Young		Espesor
	(MN/m)	Standard	(MPa)	(kg/cm ²)	
LASTRADO	15.86	1.05	138	1,379	0.42
SUBRASANTE	3.68	1.05	27	274	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de rigidez sobre capa de lastrado (15.86).



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (3.68).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	7	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	11+000	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young (MPa)	(kg/cm ²)	Espesor (m)
LASTRADO	20.11	1.94	175	1,749	0.45
SUBRASANTE	11.42	1.05	85	849	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de rigidez sobre capa de lastrado (20.11).



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (11.42).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	8	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	12+500	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rigidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young (MPa)	(kg/cm ²)	Espesor (m)
LASTRADO	15.48	1.12	135	1,346	0.28
SUBRASANTE	7.83	1.08	58	582	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de rigidez sobre capa de lastrado (15.48).



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (7.83).

MEDI CI ONES CON EQUI PO GEOGAUGE

PROYECTO	ENT. VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	9	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	14+000	CALCULADO POR	R.V.

CAPA	Rígidez (MN/m)	Desviación Standard	Módulo de Young (MPa)	(kg/cm ²)	Espesor (m)
LASTRADO	15.78	2.81	137	1,372	0.20
SUBRASANTE	7.99	1.12	59	594	



Medición con Geogauge sobre el lastrado.



Lectura de rigidez sobre capa de lastrado (15.78).



Medición con Geogauge sobre la subrasante.



Lectura de rigidez sobre la subrasante (7.99).

ANEXO D

DCP

MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	1	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	1+500	CALCULADO POR	R.V.
LECTURA INICIAL:	30		

PROCESAMIENTO DE DATOS :

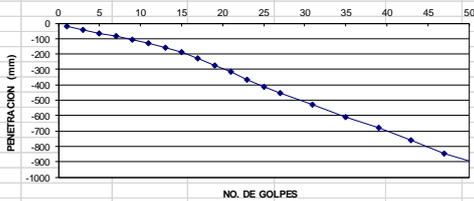
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	50	-20	20	
2	3	73	-43	43	11.5
2	5	94	-64	64	10.5
2	7	116	-86	86	11.0
2	9	137	-107	107	10.5
2	11	162	-132	132	12.5
2	13	190	-160	160	14.0
2	15	220	-190	190	15.0
2	17	259	-229	229	19.5
2	19	303	-273	273	22.0
2	21	346	-316	316	21.5
2	23	395	-365	365	24.5
2	25	444	-414	414	24.5
2	27	485	-455	455	20.5
4	31	558	-528	528	18.3
4	35	640	-610	610	20.5
4	39	710	-680	680	17.5
4	43	792	-762	762	20.5
4	47	879	-849	849	21.8
4	51	941	-911	911	15.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.15	11.2	19.5
0.15 - 0.90	20.0	9.3



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	2	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	2+400	CALCULADO POR	R.V.
LECTURA INICIAL:	45		

PROCESAMIENTO DE DATOS :

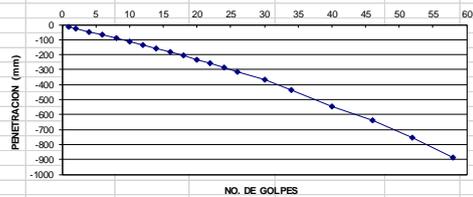
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	60	-15	15	
1	2	70	-25	25	10.0
2	4	92	-47	47	11.0
2	6	114	-69	69	11.0
2	8	135	-90	90	10.5
2	10	158	-113	113	11.5
2	12	180	-135	135	11.0
2	14	202	-157	157	11.0
2	16	228	-183	183	13.0
2	18	252	-207	207	12.0
2	20	277	-232	232	12.5
2	22	302	-257	257	12.5
2	24	329	-284	284	13.5
2	26	358	-313	313	14.5
4	30	413	-368	368	13.8
4	34	483	-438	438	17.5
6	40	589	-544	544	17.7
6	46	683	-638	638	15.7
6	52	802	-757	757	19.8
6	58	933	-888	888	21.8

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.35	12.0	17.8
0.35 - 0.90	18.5	10.2



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALCATA	3	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	4+500	CALCULADO POR	R.V.
LECTURA INICIAL:	40		

PROCESAMIENTO DE DATOS :

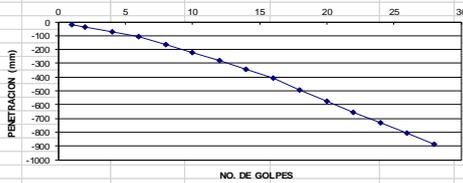
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	62	-22	22	
1	2	77	-37	37	15.0
2	4	110	-70	70	16.5
2	6	146	-106	106	18.0
2	8	203	-163	163	28.3
2	10	260	-220	220	28.5
2	12	318	-278	278	29.0
2	14	383	-343	343	32.5
2	16	450	-410	410	33.5
2	18	535	-495	495	42.5
2	20	618	-578	578	41.5
2	22	698	-658	658	40.0
2	24	772	-732	732	37.0
2	26	848	-808	808	38.0
2	28	926	-886	886	39.0

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.10	16.5	11.8
0.10 - 0.40	30.4	5.4
0.40 - 0.90	39.7	3.9



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALCATA	4	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	6+000	CALCULADO POR	R.V.
LECTURA INICIAL:	39		

PROCESAMIENTO DE DATOS :

NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	73	-34	34	
1	2	92	-53	53	19.0
2	4	133	-94	94	20.5
2	6	176	-137	137	21.5
2	8	237	-198	198	30.5
2	10	296	-257	257	29.5
2	12	349	-310	310	26.5
2	14	399	-360	360	25.0
2	16	462	-423	423	31.5
2	18	522	-483	483	30.0
2	20	584	-545	545	31.0
2	22	645	-606	606	30.5
2	24	707	-668	668	31.0
2	26	769	-730	730	31.0
2	28	823	-784	784	27.0
2	30	886	-847	847	31.5
1	31	918	-879	879	32.0

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.15	20.3	9.1
0.15 - 0.90	29.8	5.6



GRÁFICO



MEDICIONES CON EQUIPO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	5	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	7+400	CALCULADO POR	R.V.

LECTURA INICIAL: 37

PROCESAMIENTO DE DATOS :

NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	55	-18	18	
1	2	70	-33	33	15.0
2	4	95	-58	58	12.5
2	6	120	-83	83	12.5
2	8	143	-106	106	11.5
2	10	169	-132	132	13.0
2	12	197	-160	160	14.0
2	14	226	-189	189	14.5
2	16	260	-223	223	17.0
2	18	323	-296	296	31.5
2	20	385	-348	348	31.0
2	22	450	-413	413	32.5
2	24	513	-476	476	31.5
2	26	582	-545	545	34.5
2	28	647	-610	610	32.5
2	30	721	-684	684	37.0
4	34	845	-808	808	31.0
2	36	914	-877	877	34.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.20	13.8	14.9
0.20 - 0.90	32.9	4.9



GRÁFICO



MEDICIONES CON EQUIPO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	6	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	9+000	CALCULADO POR	R.V.

LECTURA INICIAL: 85

PROCESAMIENTO DE DATOS :

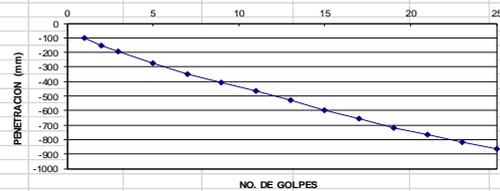
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	185	-100	100	
1	2	240	-155	155	55.0
1	3	280	-195	195	40.0
2	5	358	-273	273	39.0
2	7	432	-347	347	37.0
2	9	492	-407	407	30.0
2	11	550	-465	465	29.0
2	13	615	-530	530	32.5
2	15	682	-597	597	33.5
2	17	742	-657	657	30.0
2	19	802	-717	717	30.0
2	21	853	-768	768	25.5
2	23	905	-820	820	26.0
2	25	951	-866	866	23.0

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.35	42.8	3.0
0.35 - 0.90	28.8	5.8



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	7	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	11+000	CALCULADO POR	R.V.

LECTURA INICIAL: 35

PROCESAMIENTO DE DATOS :

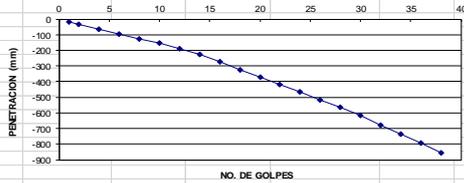
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	54	-19	19	
1	2	70	-35	35	16.0
2	4	100	-65	65	15.0
2	6	131	-96	96	15.5
2	8	163	-128	128	16.0
2	10	191	-156	156	14.0
2	12	223	-188	188	16.0
2	14	261	-226	226	19.0
2	16	308	-273	273	23.5
2	18	360	-325	325	26.0
2	20	409	-374	374	24.5
2	22	452	-417	417	21.5
2	24	500	-465	465	24.0
2	26	552	-517	517	26.0
2	28	599	-564	564	23.5
2	30	651	-616	616	26.0
2	32	715	-680	680	32.0
2	34	773	-738	738	29.0
2	36	830	-795	795	28.5
2	38	892	-857	857	31.0

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.25	15.9	12.4
0.25 - 0.90	26.3	6.5



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	8	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	12+500	CALCULADO POR	R.V.

LECTURA INICIAL: 37

PROCESAMIENTO DE DATOS :

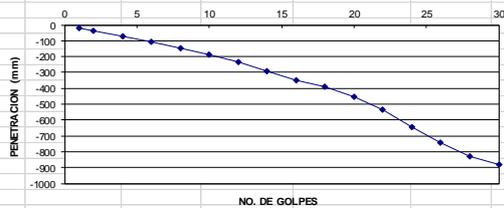
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	57	-20	20	
1	2	76	-39	39	19.0
2	4	109	-72	72	16.5
2	6	146	-109	109	18.5
2	8	187	-150	150	20.5
2	10	227	-190	190	20.0
2	12	273	-236	236	23.0
2	14	328	-291	291	27.5
2	16	385	-348	348	28.5
2	18	430	-393	393	22.5
2	20	492	-455	455	31.0
2	22	571	-534	534	39.5
2	24	679	-642	642	54.0
2	26	780	-743	743	50.5
2	28	868	-831	831	44.0
2	30	919	-882	882	25.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.40	21.8	8.3
0.40 - 0.90	40.8	3.7



GRÁFICO



MEDI CI ONES CON EQUI PO D. C. P.

PROYECTO	ENTRONQUE VIA A PUERTO INCA - TAURA	ENSAYADO POR	R.V.
CALICATA	9	FECHA	12/junio/2010
ABSCISA	14+000	CALCULADO POR	R.V.

LECTURA INICIAL: 35

PROCESAMIENTO DE DATOS :

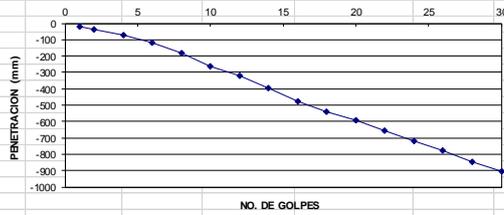
NO. DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	LECTURA (mm)	PENETRACION (mm)	PENET. CORREG. (mm)	PENDIENTE mm/golpes
1	1	54	-19	19	
1	2	72	-37	37	18.0
2	4	110	-75	75	19.0
2	6	153	-118	118	21.5
2	8	216	-181	181	31.5
2	10	296	-261	261	40.0
2	12	356	-321	321	30.0
2	14	429	-394	394	36.5
2	16	509	-474	474	40.0
2	18	576	-541	541	33.5
2	20	628	-593	593	26.0
2	22	691	-656	656	31.5
2	24	755	-720	720	32.0
2	26	815	-780	780	30.0
2	28	879	-844	844	32.0
2	30	938	-903	903	29.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (mm/golpes)	CBR (%)
0.00 - 0.15	19.5	9.6
0.15 - 0.90	32.7	4.9



GRÁFICO



ANEXO E

TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES

ANEXO F

APUS

1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 405-1				UNIDAD:	M2
DETALLE: IMPRIMACION ASFALTICA (inc. Transporte)					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Esparcidor	0.500	\$ 30.00	\$ 15.00	0.005200	\$ 0.078
Escoba automatica	0.300	\$ 25.00	\$ 7.50	0.005200	\$ 0.039
SUBTOTAL M					\$ 0.117
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer	0.500	\$ 6.66	\$ 3.33	0.005200	\$ 0.017
Peon	1.000	\$ 3.41	\$ 3.41	0.005200	\$ 0.018
Op. Escoba automatica	1.000	\$ 3.85	\$ 3.85	0.005200	\$ 0.020
SUBTOTAL N					\$ 0.055
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
RC-250	L	1.50	0.4000	\$ 0.600	
Diesel	L	0.03	1.1000	\$ 0.033	
SUBTOTAL O					\$ 0.633
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 0.805
INDIRECTOS %					0% \$ -
UTILIDAD %					0% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0.81
VALOR OFERTADO					\$ 0.81

1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 405-5

UNIDAD: M2

DETALLE: CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA e=7.5 cm (3") INC. TRANSPORTE (distancia acarreo: 37.50km)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Finisher	1.000	\$ 45.00	\$ 45.00	0.006000	\$ 0.270
Rodillo neumatico/doble tambor	2.000	\$ 30.00	\$ 60.00	0.006000	\$ 0.360
Escoba automatica	0.300	\$ 25.00	\$ 7.50	0.006000	\$ 0.045

SUBTOTAL M \$ 0.675

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Finisher	1.000	\$ 3.85	\$ 3.85	0.006000	\$ 0.023
Op. Rodillo/escoba	2.300	\$ 3.85	\$ 8.86	0.006000	\$ 0.053
Ayudante	8.000	\$ 3.45	\$ 27.60	0.006000	\$ 0.166
Maestro	1.000	\$ 3.85	\$ 3.85	0.006000	\$ 0.023

SUBTOTAL N \$ 0.265

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Mezcla asfaltica	m3	0.097	75.6000	\$ 7.333

SUBTOTAL O \$ 7.333

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	m3	0.0970	7.0000	\$ 0.679

SUBTOTAL P \$ 0.679

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 8.952
INDIRECTOS %	0% \$ -
UTILIDAD %	0% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 8.95
VALOR OFERTADO	\$ 8.95



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCION GESTION DE CONTRATACION
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



CODIGO:	S/N					PAGINA:	
RUBRO:	MR-113E	MENOR				UNIDAD:	m3
OBRA:	Bacheo asfáltico menor					REND.(U/H):	3
UBICACIÓN:	S/N					K (H/U):	0.333

A:- EQUIPOS	POTENCIA	Nº	COSTO HORARIO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O.)	0	1		0.350
CORTADORA DE ASFALTO	0	1	3.13	1.043
MARTILLO NEUMATICO	0	1	15.65	5.217
COMPRESOR DE AIRE 250 cfm.	95	1	10.52	3.507
RETROEXCAVADORA	0	0.5	20.86	3.477
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	107	0.5	26.60	4.433
SUBTOTAL EQUIPOS				18.03

B:- MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	Nº	SALARIO	COSTO
Operador equipo liviano	0.25	0.908	2.115	1	2.171	0.724
Martillo-punzón neumático	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Compresor	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Retroexcavadora	0.25	1.036	2.091	1	2.416	0.805
Rodillo autopropulsado	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Ayudante maquinaria	0.25	0.949	2.106	1	2.249	0.750
Maestro de obra	0.25	0.908	2.115	1	2.171	0.724
Peón	0.25	0.908	2.115	1.000	2.171	0.724
SUBTOTAL MANO DE OBRA						6.077

C:- HERRAMIENTAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
HERRAMIENTAS MANUALES		0.1		0.608

D:- MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
MEZCLA ASFALTICA	M3	1.2500	73.307	91.633
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	8.0000	0.267	2.136
DISCO DE CORTE	UNIDAD	0.0250	350.000	8.750
SUBTOTAL DE MATERIALES				102.519

E:- TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/K M	CANTIDAD	COSTO
MEZCLA ASFALTICA	M3	0.000	0.00000	1.25	0.000
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	382.000	0.00015	8.00	0.458
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0.458

COSTO DIRECTO		CANTIDAD	COSTO
			127.081
COSTO INDIRECTO	G. General	0.08	9.959
	Utilidades	0.08	9.959
	Imprevistos	0.03	3.735
	Impuestos	0.0241	3.570
PRECIO UNITARIO			154.303
PRECIO UNITARIO OFERTADO			



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCION GESTION DE CONTRATACION
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



CODIGO:	S/N	PAGINA:	58
RUBRO:	MR-112	UNIDAD:	m
OBRA:	Sellado de fisuras superficiales	REND.(U/H):	90
UBICACIÓN:	S/N	FECHA:	K (H/U): 0.011

A:- EQUIPOS	POTENCIA	Nº	COSTO HORARIO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O.)	0	1	0.00	0.000
COMPRESOR DE AIRE 375 cfm.	125	0.5	12.55	0.070
CAMIONETA		0.5	5.00	0.028
ESCOBA AUTOPROPULSADA		0.1	1.77	0.018
SUBTOTAL EQUIPOS				0.115

B:- MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	Nº	SALARIO	COSTO
Compresor	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.026
Peón	0.25	0.908	2.115	2	2.171	0.048
Licencia TIPO E	0.25	1.575	2.032	1	3.450	0.038
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.113

C:- HERRAMIENTAS	
HERRAMIENTAS MANUALE	0.000

D:- MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	0.0800	0.267	0.021
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.0050	8.000	0.040
SUBTOTAL DE MATERIALES				0.061

E:- TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/K M	CANTIDAD	COSTO
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	382.000	0.00015	0.08	0.005
ARENA PARA HORMIGON	M3	47.000	0.18000	0.005	0.042
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0.047

	COSTO DIRECTO			0.336
	COSTO INDIRECTO	G. General	0.08	0.058
		Utilidades	0.08	0.058
		Imprevistos	0.03	0.022
		Impuestos		
	PRECIO UNITARIO			0.474
	PRECIO UNITARIO OFERTADO			0.47



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCION GESTION DE CONTRATACION
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



CODIGO:	S/N					PAGINA:	
RUBRO:	MR-113E	MENOR				UNIDAD:	m3
OBRA:	Bacheo asfáltico menor					REND.(U/H):	3
UBICACIÓN:	S/N					K (H/U):	0.500

A:- EQUIPOS	POTENCIA	Nº	COSTO HORARIO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O.)	0	1		0.390
CORTADORA DE ASFALTO	0	1	3.13	1.565
MARTILLO NEUMATICO	0	1	15.65	7.825
COMPRESOR DE AIRE 250 cfm.	95	1	10.52	5.260
RETROEXCAVADORA	0	0.5	10.43	5.215
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	107	0.5	13.30	6.650
SUBTOTAL EQUIPOS				26.91

B:- MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	Nº	SALARIO	COSTO
Operador equipo liviano	0.25	0.908	2.115	1	2.171	0.724
Martillo-punzón neumático	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Compresor	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Retroexcavadora	0.25	1.036	2.091	1	2.416	0.805
Rodillo autopropulsado	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.783
Ayudante maquinaria	0.25	0.949	2.106	1	2.249	0.750
Maestro de obra	0.25	0.908	2.115	1	2.171	0.724
Peón	0.25	0.908	2.115	1.000	2.171	0.724
SUBTOTAL MANO DE OBRA						6.077

C:- HERRAMIENTAS			
HERRAMIENTAS MANUALE		0.1	0.608

D:- MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
MEZCLA ASFALTICA	M3	1.2500	73.307	91.633
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	8.0000	0.267	2.136
DISCO DE CORTE	UNIDAD	0.0250	350.000	8.750
SUBTOTAL DE MATERIALES				102.519

E:- TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/K M	CANTIDAD	COSTO
MEZCLA ASFALTICA	M3	0.000	0.00000	1.25	0.000
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	382.000	0.00015	8.00	0.458
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0.458

	COSTO DIRECTO			135.959
	COSTO INDIRECTO	G. General	0.08	9.959
		Utilidades	0.08	9.959
		Imprevistos	0.03	3.735
		Impuestos	0.0241	3.570
	PRECIO UNITARIO			163.181
	PRECIO UNITARIO OFERTADO			



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCION GESTION DE CONTRATACION
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



CODIGO:	406-8	PAGINA:	31
RUBRO:	Fresado de pavimento asfáltico	UNIDAD:	m3
OBRA:	S/N	REND.(U/H):	20
UBICACIÓN:	S/N	FECHA:	K (H/U): 0.050

A:- EQUIPOS	POTENCIA	Nº	COSTO HORARIO	COSTO
FRESADORA	0	1	101.67	5.084
VOLQUETA DE 12 M3	350	3	31.39	4.709
ESCOBA AUTOPROPULSADA	76	1	21.67	1.084
SUBTOTAL EQUIPOS				10.876

B:- MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	Nº	SALARIO	COSTO
Fresadora de pavimento asf	0.25	1.036	2.091	1	2.416	0.121
Licencia TIPO E	0.25	1.575	2.032	3	3.450	0.518
Ayudante maquinaria	0.25	0.949	2.106	2	2.249	0.225
Barredora autopropulsada	0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.118
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.981

C:- HERRAMIENTAS	COSTO
HERRAMIENTAS MANUALES	0.000

D:- MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
PUNTAS DE TUNGSTENO	UNIDAD	0.0420	7.450	0.313
BASES DE PUNTAS (PORTAPUNTAS)	UNIDAD	0.0120	18.034	0.220
SUBTOTAL DE MATERIALES				0.533

E:- TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/K M	CANTIDAD	COSTO
SUBTOTAL DE TRANSPORTE					0.000

COSTO DIRECTO			12.389	
COSTO INDIRECTO	G. General	0.08	0.804	
	Utilidades	0.08	0.804	
	Imprevistos	0.03	0.301	
	Impuestos	0.0241	0.288	
PRECIO UNITARIO			14.587	
PRECIO UNITARIO OFERTADO			14.59	

Quito, julio de 2009

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS							
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES							
DIRECCION GESTION DE CONTRATACION							
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
S/N							
CODIGO:	405-8 (1)				PAGINA:	157	
RUBRO:	Pavimento de hormigón de $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$				UNIDAD:	m3	
OBRA:	SAN VICENTE PEDERNALES				REND.(U/H):	25	
UBICACIÓN:	MANABI	FECHA:	JULIO - 2009		K (H/U):	0.040	
A:- EQUIPOS			POTENCIA	Nº	COSTO HORARIO	COSTO	
PAVIMENTADORA CON ENCOFRADO DESLIZANTE			0	1	73.46	2.938	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS CAT 320 B			128	1	46.33	1.853	
TANQUERO DE AGUA DE 6000 LTS			210	1	15.21	0.608	
BOMBA CURADORA				1	1.50	0.060	
SUBTOTAL EQUIPOS						5.460	
B:- MANO DE OBRA		OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	Nº	SALARIO	COSTO
Maestro de obra		0.25	0.908	2.115	1	2.171	0.087
Acabadora pavimento de Ho		0.25	1.002	2.096	1	2.350	0.094
Licencia TIPO E		0.25	1.575	2.032	1	3.450	0.138
Ayudante maquinaria		0.25	0.949	2.106	2	2.249	0.180
Albañil		0.25	0.908	2.115	2	2.171	0.174
Operador equipo liviano		0.25	0.908	2.115	3	2.171	0.261
Peón		0.25	0.908	2.115	12	2.171	1.042
Excavadora		0.25	1.036	2.091	1	2.416	0.097
SUBTOTAL MANO DE OBRA							2.072
C:- HERRAMIENTAS							
HERRAMIENTAS MANUALE			0.06			0.114	
D:- MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
Pavimento de hormigón de cemento Portland			M3	1.0000	73.559	73.559	
SUBTOTAL DE MATERIALES						73.559	
E:- TRANSPORTE			UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/K M	CANTIDAD	COSTO
Pavimento de hormigón de cemento Portl			M3	15.000	0.20514	1.000	3.077
SUBTOTAL DE TRANSPORTE							3.077
			COSTO DIRECTO			84.282	
			COSTO INDIRECTO	G. General	0.08	6.743	
				Utilidades	0.08	6.743	
				Imprevistos	0.03	2.528	
				Impuestos	0.0241	2.417	
Quito, julio de 2009			PRECIO UNITARIO			102.713	
			PRECIO UNITARIO OFERTADO			102.71	

