



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES



U.C.C

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESINA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Diseño de Pavimento Flexible del Tramo de Carretera  
"Santa Rita - Izapa"

Presentado por Brs:

Mariano Antonio Bermúdez González.  
Ruth del Carmen Mercado Molina.  
Suhey Vanessa Pérez López.  
Violeta Haydeé Urbina Carcache.

Tutores: Ing. Israel Morales  
Ing. Manuel Rojas

Managua, Nicaragua. 2004

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## DEDICATORIA

Por sobre todas las cosas, dedicamos esta tesina a Dios todo poderoso por prestarnos la vida y darnos el don de la Fe, el amor y esperanza como herramientas para la realización de nuestro trabajo.

A nuestros Padres, por brindarnos el apoyo incondicional y confiar en nuestras capacidades y necesidad de superación.

A nuestros maestros por su dedicación y empeño de enseñanza, porque ellos son la ventana del saber.

---

---

Elaborado por

Br Mariano Bermúdez  
Br Ruth Mercado

Br Suhey Pérez  
Br Violeta Urbina



## AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecemos a Dios, nuestro padre creador por iluminar nuestro camino e impulsarnos a superar todos los obstáculos y lograr cumplir nuestras metas.

A nuestros Padres, que por el esfuerzo y sacrificio que han hecho por nosotros, son la fuente de inspiración y dedicación para terminar nuestros estudios.

A la Ingeniera Betty Díaz, por brindarnos la información requerida durante el periodo de investigación.

A nuestro tutor Ingeniero Israel Morales Urbina, por su valiosa colaboración en esta tesina.

Al Ingeniero Manuel Rojas, Director de la Facultad de Ingeniería de la UCC, por darnos su apoyo durante nuestra estadía en la Universidad.

Al personal de la Facultad de Ingeniería de la UCC, por ayudarnos durante estos años en nuestra formación educativa.

---

---

Elaborado por

Br Mariano Bermúdez  
Br Ruth Mercado

Br Suhey Pérez  
Br Violeta Urbina



## INDICE

	PAGINA
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
I. GENERALIDADES .....	1
1.1 INTRODUCCION .....	2-3
1.1.1 MACROLOCALIZACION .....	4
1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION .....	5
1.3 OBJETIVOS .....	6
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES .....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	6
1.4 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LA REGION .....	7
1.4.1 LOCALIZACION .....	7
1.4.2 CLIMA Y VEGETACION .....	7-8
1.5 MICROLOCALIZACION .....	9
1.6 POBLACION Y ECONOMIA .....	10
1.7 DESCRIPCION DEL ESTADO ORIGINAL DE LA CARRETERA .....	11
II. ESTUDIOS REALIZADOS .....	12
2.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS .....	13
2.2 ESTUDIO DE SUELOS .....	14
2.2.1 SUELOS DE LA TRAZA .....	15
2.2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO .....	15
2.2.3 RESULTADOS DE ENSAYE DE CLASIFICACION Y LIMITES .....	16
2.2.4 RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR .....	16
2.2.5 METODOLOGIA APLICADA A LOS SONDEOS MANUALES .....	17
2.2.5.1 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD .....	17
2.2.5.2 ANALISIS GRANULOMETRICO .....	17
2.2.6 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO, LIMITE LIQUIDO E INDICE DE PLASTICIDAD .....	17
2.2.6.1 LIMITE PLASTICO .....	17-18
2.2.6.2 LÍMITE LÍQUIDO .....	18
2.2.6.3 INDICE DE PLASTICIDAD .....	18
2.2.6.4 CBR .....	18
2.2.7 ENSAYE DE COMPACTACION DE SUELO .....	19
2.2.8 CLASIFICACION MEDIANTE EL CRITERIO HRB (HIGHWAY RESEARCH BORRAD) .....	19-20-21
2.2.9 BANCO DE MATERIALES .....	22
2.2.9.1 BANCO EL TRANSITO .....	22
2.2.9.2 BANCO LA PEDRERA .....	23
2.2.9.3 BANCO EL GUAYABAL .....	23
2.2.9.4 FINCA LA VEGA .....	23-24
2.3 ESTUDIO DE TRANSITO .....	25
2.3.1 ANALISIS DE DATOS Y PROYECCION DEL TRANSITO .....	26

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

2.3.1.1 ANÁLISIS DE DATOS .....	26-27
2.3.1.2 PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL. ....	28-32
III DISEÑO DE PAVIMENTO .....	33
3.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO .....	34
3.2 CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO. ....	34
3.2.1 PAVIMENTO RÍGIDO .....	34
3.2.2 PAVIMENTO FLEXIBLE .....	34
3.3 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO. ....	35
3.3.1 CARPETA DE RODAMIENTO. ....	35
3.3.2 BASE .....	35
3.3.3 SUBBASE. ....	36
3.4 PARÁMETRO DE DISEÑO .....	36
3.4.1 EL TRÁNSITO. ....	36
3.4.2 CONFIABILIDAD. ....	36-37
3.4.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL ( $S_o$ ). ....	37
3.4.4 SERVICIABILIDAD. ....	37-38
3.4.5 COEFICIENTE DE DRENAJE. ....	38
3.4.6 PORCENTAJE DE HUMEDAD. ....	38
3.4.7 MÓDULO RESILIENTE DE LOS MATERIALES. ....	39
3.4.8 COEFICIENTE DE CAPAS. ....	39
3.4.8.1 SUBRASANTE .....	39
3.4.8.2 CAPA DE CONCRETO ASFALTICO .....	39
3.4.8.3 CAPA BASE TRITURADA. ....	40
3.4.8.4 SUBBASE. ....	40
3.5 CÁLCULOS DE EJES EQUIVALENTES (ESAL), .....	40
3.5.1 ESTRUCTURAS Y CARGAS. ....	40-42
3.5.2 RELACIÓN RECOMENDADA POR LA AASHTO PARA EL ESSAL DE DISEÑO. ....	43
3.5.3 FACTORES DE TRÁFICO EN EL CARRIL DE DISEÑO RECOMENDADO POR LA AASHTO. ....	43
3.5.4 CÁLCULO DE ESPESORES Y NÚMERO ESTRUCTURAL APORTADO. ..	44
3.5.5 ESPESORES MÍNIMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE RECOMENDADO POR LA AASHTO. ....	44
3.6 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO. ....	45
3.6.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS CAPAS ESTRUCTURALES. ....	46
3.7 SOLUCIÓN. ....	46-47
3.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES. ....	48-53
3.9 OBRAS COMPLEMENTARIAS .....	54
3.9.1 DISPOSITIVO DE SEGURIDAD .....	54
3.9.2 ACCESOS A CALLES LATERALES Y PROPIEDADES .....	54
3.9.3 SEÑALIZACION .....	55
3.9.3.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL .....	55
3.9.3.2 SEÑALIZACION VERTICAL .....	55
IV PRESUPUESTO .....	56-57
V IMPACTO AMBIENTAL .....	58
5.1 IMPACTO AMBIENTAL .....	59
5.2 CONCEPTOS BÁSICOS .....	59

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



5.2.1 IMPACTO AMBIENTAL .....	59
5.2.2 IMPACTOS POSITIVOS .....	60
5.2.3 IMPACTOS NEGATIVOS. ....	60
5.2.4 IMPACTO AMBIENTAL EN CAMINOS Y CARRETERAS. ....	60-61
5.3 MEDIDAS DE ATENUACIÓN PARA REDUCIR LOS IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....	61
5.3.1 IMPACTOS NEGATIVOS POTENCIALES DIRECTOS. ....	62-65
5.3.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN. ....	62-65
5.4 VALORACIÓN DE IMPACTO. ....	65
VI. CONCLUSIONES .....	66-67
VII. RECOMENDACIONES. ....	68
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	69
IX. ANEXOS	
ANEXO A	
ANEXO B	
ANEXO C	
ANEXO D	
ANEXO E	

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## I: GENERALES



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente en Nicaragua el progreso Vial se encuentra en auge debido a las demandas de la población a causa del crecimiento vehicular, esto conlleva a plantear decisiones y condiciones para definir estrategias de diseño en la cual se adecuen los parámetros. Como respuesta a este tipo de situación podemos mencionar el Plan de Adoquinamiento realizado por el gobierno a través del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en zonas rurales y la rehabilitación de carreteras como por ejemplo el tramo de carretera Ticuantepe - Granada.

A medida que la población aumenta en volumen, aumenta también la necesidad de un sistema de transporte más rápido y seguro, por lo tanto, es necesario proporcionar una carretera que brinde un nivel de servicio acorde a las demandas del medio, aspecto de gran importancia al momento de diseñar una vía.

Un buen diseño de pavimento de carretera se realiza con el fin de obtener estructuras apropiadas y eficientes comprendidas entre el nivel superior de la Subrasante y la superficie de rodamiento con la función principal de proporcionar una superficie uniforme que responda ante las condiciones críticas del volumen de tráfico demandante, vehículos de cargas actuales y futuras, intemperismo, todo esto, con el fin de garantizar a la población una carretera con una vida útil adecuada.

La mayoría de las carreteras en nuestro país están compuestas por tratamientos superficiales y débiles carpetas asfálticas, lo que conlleva a un deterioro prematuro de ésta.

Este proyecto a realizarse a continuación lleva como título "Diseño De Pavimento Flexible del Tramo De Carretera Santa Rita-Izapa" el cual tiene lugar en la carretera vieja (Managua - León) iniciando en el Empalme Santa Rita Estación (31+000) y finaliza en el poblado de Izapa estación (66+000) para una longitud de 36Km.

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina





En este estudio se intenta realizar un análisis de las condiciones de suelos presentes en el tramo de carretera Santa Rita-Izapa basándose en los informes de suelos, tránsito, realizado por la Empresa Consultora The Louis BERGER GROUP - INCICO y el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), y al mismo tiempo se da a conocer los bancos de préstamos a utilizar y sus propiedades.

Para determinar las cantidades de tráfico que circulan en la vía en estudio se utilizó el método manual, el cual consiste en buscar un personal calificado y especializado en la obtención del volumen y clasificación vehicular, realizado en el tramo de estudio

Para facilitar los cálculos de diseño de pavimento se utiliza el software "PAVIMENT DESIGN AND ANÁLISIS" creado por Thomas p. Harman en conjunto con Randel C. Riley e William Felts de la AASTHO, donde se proponen los espesores del tramo en estudio.

Es importante destacar además que las capas de la estructura actual serán tomadas en cuenta para el aporte estructural.

---

---

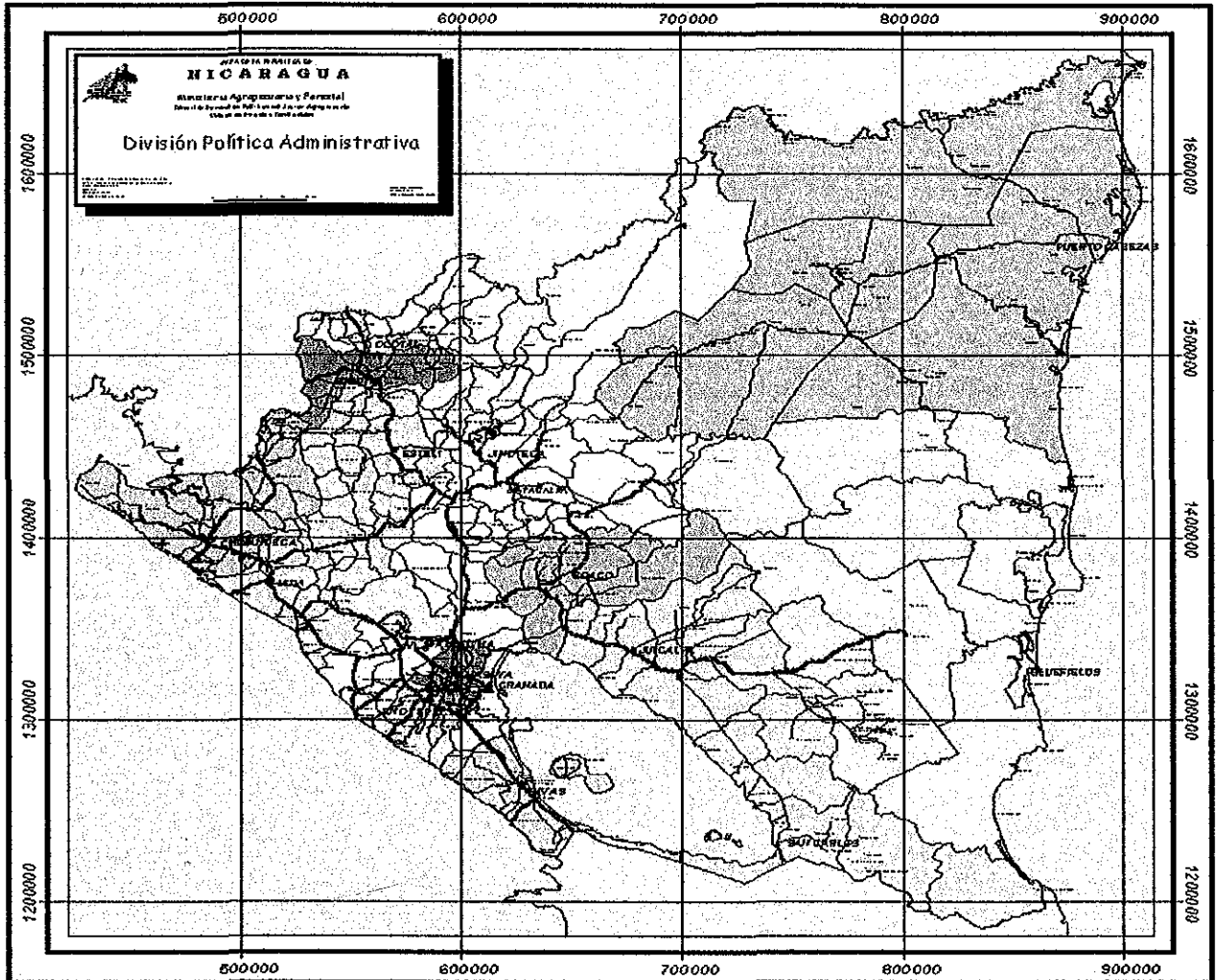
Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 1.1.1 MACROLOCALIZACIÓN



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Suhey Pérez

Br. Ruth Mercado

Br. Violeta Urbina



## 1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El tramo de carretera en estudio, Santa Rita - Izapa, corresponde a la zona occidental del país siguiendo una dirección Nor-Oeste sobre la carretera vieja Managua-León.

Este tramo se integra puramente al corredor recientemente readecuado Izapa-León-Chinandega (NIC-12), y se caracteriza por ser el eje de uno de los sistemas que componen la red vial.

Con el paso de los años, la carretera se ha deteriorado presentando en la capa de rodamiento fallas de un pavimento fatigado (anchas grietas perpendiculares al eje y ubicados sobre los bordes, profundos baches, piel de cocodrilo, etc.) y con una vida útil vencida.

Por otro lado existe un factor que influye directamente en este caso, como es el flujo vehicular ya que en los últimos años este ha venido incrementando, lo que induce a pensar que esta carretera esta cumpliendo de forma limitada con su objetivo como vía de acceso, ya que no garantiza la seguridad y confort que demandan los usuarios que circulan por la vía.

Por razones antes mencionadas, es necesario rehabilitar la estructura del pavimento existente, de tal forma que resista las cargas impuestas por el tránsito al cual será sometida y a la vez brindar un buen acceso que facilite una transportación adecuada, segura y confortable para que los usuarios en general puedan realizar sus actividades sin dificultad ni retrasos debido al mal estado de la carretera, constituyendo un factor importante para el crecimiento de la economía del país y mejorar el nivel de vida de los pobladores.

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Elaborar el diseño de pavimento flexible del tramo de carretera Santa Rita - Izapa, utilizando los criterios y normas AASHTO-94

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar los datos históricos de tránsito vehicular.
- Dar a conocer el estudio de tránsito vehicular realizado en el tramo, para identificar los diferentes tipos de vehículos que circulan por la vía, así como para determinar los pesos de los ejes y de esta manera obtener la base de diseño del pavimento flexible.
- Analizar el estudio topográfico realizado por la empresa consultora Louis Berger Group -INCICO, del tramo en estudio.
- Realizar un análisis de los estudios de suelos determinados a lo largo del tramo, así como definir los bancos de materiales a utilizar de acuerdo a sus características físico-mecánicas para obtener el CBR de diseño de pavimento flexible.
- Determinar los espesores del pavimento basándose en proyecciones de tráfico para un periodo de veinte años, a través del método gráfico y comprobarlo haciendo uso del programa: "Análisis de pavimento" recomendado por la AASHTO.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 1.4 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN

### 1.4.1 LOCALIZACIÓN:

La región sobre la que se localiza el proyecto corresponde a la zona occidente del país en el departamento de Managua, donde se presentan terrenos planos con pendientes suave y tangentes largas, debido a la proximidad con la costa del océano Pacífico.

La carretera sigue en general una dirección Noroeste, con elevaciones que varían entre los 20 y 100 m.s.n.m, atravesando los poblados El Quebrado, Ojo de Agua y el Tamarindo.

La ubicación geográfica del proyecto es la siguiente:

- Latitud: Entre los  $12^{\circ} 4'$  y los  $12^{\circ} 16'$  en el hemisferio Norte.
- Longitud: Entre los  $86^{\circ} 29'$  y los  $86^{\circ} 44'$  en el hemisferio occidental.

### 1.4.2 CLIMA Y VEGETACIÓN:

El clima en esta zona se especifica como de Sabana Tropical que se caracteriza por ser bastante cálido y seco. La temperatura media fluctúa entre los  $25^{\circ}$  y los  $42^{\circ}$  centígrados y la precipitación media anual varía entre los 1000 y los 1600mm.

La vegetación en general es escasa producto de las actividades agrícolas en las que se dedica la inmensa mayoría de los pobladores aledaños así como al despale a que han sido sometidos los bosques de la zona para la siembra de algodón en las décadas de los años 60 y 70 y por la utilización de otras especies como material de combustión para la cocción de sus alimentos.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Según las características hidrográficas del área, se distinguen dos tipos de zonas, la primera de planicie y otras de valles, esta última compuesta por cursos de agua bien definidos, algunos con caudal permanente a lo largo de años y otros con causes secos en la época de estiaje, dependiendo del escurrimiento es mas o menos torrencioso.

Los principales ríos que atraviesan la carretera son: San Lorenzo, Soledad, Alcaraván, Candelaria, Apompue y el Tamarindo, en los cuales existe puentes de dos vías, y muchos otros ríos intermediarios que son salvados mediante caja de concreto.

---

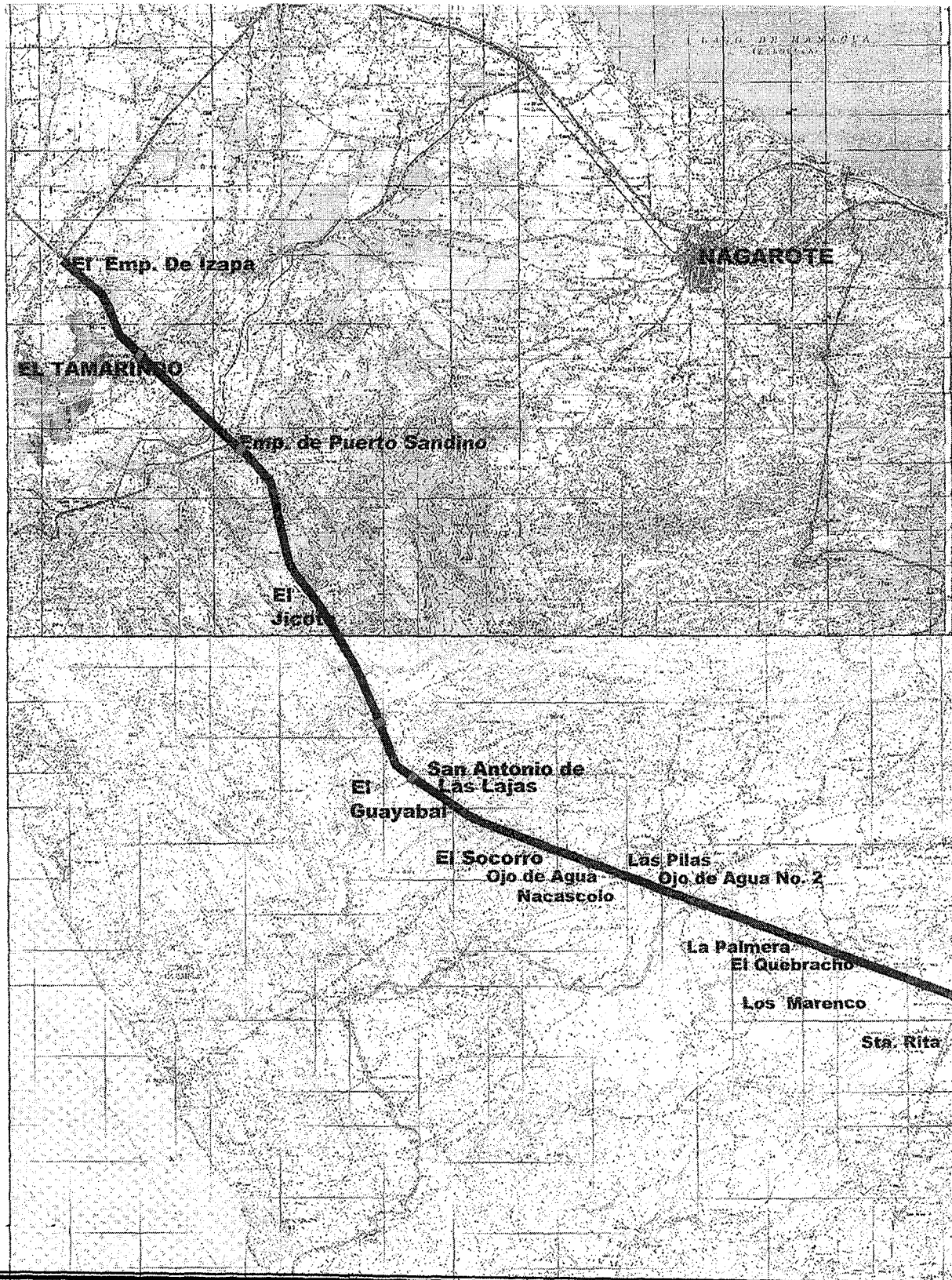
Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 1.5 MICROLOCALIZACION



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 1.6 POBLACION Y ECONOMÍA

Dentro de los aspectos socioeconómicos, se aprecia que la población en general es escasa, destacándose los poblados de El Quebracho y Tamarindo como los mas importantes concentradores de servicios y actividades económicas.

La actividad agrícola más importante se encuentra en el sector El Quebracho en donde se genera la producción de granos básicos y algodón aunque en las poblaciones restantes también se cosechan en menor escala granos básicos además de de la existencia de cría de ganado.

El mejoramiento de la carretera Santa Rita - Izapa y su habilitación como ruta de tránsito permanente y en buen estado, indudablemente mejorará las condiciones de vinculación interurbana, así como, el de transporte de carga.

La vinculación del nor-occidente del país con la capital a través de una carretera de primer nivel es el anhelo de la población de esta región para tener acceso a los principales mercados en condiciones favorables.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





## 1.7 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ORIGINAL DE LA CARRETERA

Actualmente la ruta presenta una sección con un ancho promedio 6.30 metros y la capa de rodamiento tiene un espesor que oscila entre 4 a 15 centímetros conformado por un pavimento asfáltico que presenta un importante deterioro con fallas de tipo estructural tales como baches superficiales y profundos, piel de cocodrilo y fisuras etc. Además la sección presenta Hombros de 1 metros de ancho, que se encuentran totalmente destruidos.

La base tiene un espesor que oscila entre 10 y 94 centímetros compuesta de una grava arenarcillosa de baja plasticidad y grava arenosa producto de trituración con un diámetro promedio de 1" con plasticidad baja a media plasticidad que oscila entre 7 y 14% así como CBR= 59.8 al 100%.

En su estado original antes de ser rehabilitada, esta vía de comunicación se encuentra con una capa subbase de aproximadamente 9 a 84 centímetros y una granulometría similar a la de la base; los valores de humedad oscilan entre 9 a 27% y el material que la compone se clasifica como A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-6 y A-2-7 con baja a alta plasticidad, CBR = 27.9 al 95%.

Por otra parte el drenaje menor y mayor existente se aprecia en buen estado

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**II: ESTUDIOS REALIZADOS**

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 2.1 TOPOGRAFÍA

La obtención de un modelo de terreno es una de las actividades más importantes y críticas dentro del proceso de diseño de una carretera. Para obtener este modelo es indispensable realizar un levantamiento topográfico con la precisión adecuada, cumpliendo con las tolerancias establecidas para el trabajo.

El levantamiento topográfico del tramo de carretera Santa Rita - Izapa, fue realizado por una comisión de campaña o grupo topográfico, compuesto por: un topógrafo jefe, un técnico operador de la estación total y dos ayudantes, dirigidos por The Louis Berger Group - INCICO; Utilizando para el trabajo de campo diferentes instrumentos electrónicos como GPS y estaciones totales en los levantamientos y posteriores replanteos de las obras viales, además del material complementario como Niveles Ópticos, Cinta Métrica, Pintura, Hierros y los elementos necesarios para cumplir con las tareas que se detallan y que permiten que sean más ágiles y exactas, siempre en relación factor humano.

Cabe señalar que para obtener dicha información topográfica existente del tramo de carretera Santa Rita - Izapa fue suministrada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Ver planos en anexo "A".

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 2.2 ESTUDIO DE SUELOS





### 2.2.1 SUELOS DE LA TRAZA SONDEOS MANUALES SOBRE EL PAVIMENTO.

Durante el muestreo de campo, a lo largo del tramo se realizaron 191 sondeos adicionales los cuales fueron distribuidos en la parte central derecha e izquierda de la carretera, estos sondeos fueron ubicados con un espaciamiento de 200 mts entre pozo con profundidades de 1m suficiente para obtener muestra de cada componente de la carretera.

Se tomaron muestras alteradas representativas de las capas de la carpeta, base, y subbase y terrasería.

Todas las muestras alteradas obtenidas de los sondeos manuales se clasificaron, rotularon y trasladaron al laboratorio de la supervisión (The Louis Berger Group- INCICO), para su posterior evaluación y ensayo de acuerdo a los procedimientos y normas establecidas.

### 2.2.2 ENSAYO DE LABORATORIO

Tabla N°1

Se presenta en resumen de los ensayos de laboratorios realizados y las normas aplicadas

Resumen de la cantidad de ensayos ejecutados

N	Tipo de Ensayes	Cantidad	Norma
1	Granulometría	213	ASTM D-422
2	Humedad	578	ASTM D-2216
3	Limite Liquido	213	ASTM D-423
	Limite Plástico e Índice de Plasticidad	426	ASTM D-424
4	Clasificación	213	
5	CBR	28	A ASHTO T-180YT-99
	Total de Ensayes	1671	

Fuente: Informe Final Carretera Izapa-santa Rita MTI

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



### 2.2.3 RESULTADOS DE ENSAYES DE CLASIFICACIÓN Y LÍMITES.

Se ensayaron un total de 213 muestras alteradas tomadas durante los sondeos manuales, sobre los que se realizaron ensayos granulométricos y determinación de límites líquidos y plásticos, lo que permitió clasificar las capas de base, subbase, terracería y suelo natural.

Los resultados de los ensayos granulométricos, límites y clasificación se presentan en el anexo?

### 2.2.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CBR.

Con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes del pavimento se procedió a obtener muestras para CBR en grupos cada cinco (5) Km, de la siguiente manera.

Para la capa base se formo un grupo de muestras para la clasificación: A-1-a ; A-1-b ; A-2-4 ; A-2-6 ; A-2-7.

Para la capa de subbase se formaron los grupos de muestras para la clasificación: A-1-a ; A-1-b ; A-2-4 ; A-2-5 ; A-2-7.

Para la terrasería se procedió a formar dos grupos de muestras para la clasificación: A-1-a ; A-1-6 ; A-2-4 ; A-2-6 ; A-2-7 ; A-4 ; A-5 ; A-6 ; A-7-5 ; A-7-6.

Para compactar las muestras la energía aplicada para base y subbase se hizo de acuerdo a la norma AASHTO T-180 y para la terrasería según la norma AASTHO T-99; así mismo los grados de compactación investigados fueron de 90,95 y 100%; referido a la densidad máxima de los suelos de cada grupo.

En total para cada muestra se ejecutaron tres pruebas de CBR. Presentado en el anexo B.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### **2.2.5 METODOLOGÍA APLICADA A LOS SONDEOS MANUALES.**

Las pruebas de laboratorio, aplicables a los sondeos manuales realizados para la pavimentación de carretera, con el objetivo de establecer las propiedades físicas de cada una de las muestras definidas, son las que a continuación se aplican:

#### **2.2.5.1 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD:**

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en cierta área de suelo en relación a su peso seco.

En los suelos en los que prevalece la presencia de partículas finas, la cantidad de agua presente en los poros tiene un marcado efecto en las propiedades de los mismos.

#### **2.2.5.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

El análisis Granulométrico, es una prueba para determinar la distribución de los distintos tamaños de partículas del suelo.

Existen diferentes procedimientos para la determinación de las composiciones granulométricas de un suelo, por ejemplo, para clasificar por tamaños a las partículas gruesas, el procedimiento mas adecuado es el tamizado, por otra parte, si la cantidad en partículas finas es alta, se recurre al proceso de sedimentación.

### **2.2.6 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD:**

#### **2.2.6.1 LÍMITE PLÁSTICO:**

Se define como la mínima cantidad de humedad con la que el suelo tiene un cambio de consistencia friable a plástica, es en este estado en que el suelo esta propenso a sufrir deformaciones

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



sin recuperación elástica, cambio de volúmenes, agrietamiento o desmoronamiento.

Para contenidos de humedad mayores que el límite plástico, se presenta una caída muy pronunciada en la estabilidad del suelo. Debe evitarse compactar los materiales plásticos cuando su contenido de humedad sea igual o mayor al de su límite plástico, teniendo en cuenta que las arcillas tienen un límite plástico elevado, los limos tienen poca elasticidad y las arenas carecen de ella.

#### **2.2.6.2 LÍMITE LÍQUIDO:**

Es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al estado líquido. El estado líquido se define como la condición en que la resistencia al corte de los suelos es tan bajo que un ligero esfuerzo lo hace fluir. Así un suelo cuyo contenido de humedad sea próximo o igual al su límite líquido, tendrá una resistencia a corte prácticamente nula.

#### **2.2.6.3 ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD:**

El cálculo del Índice de Plasticidad es la diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite Plástico. Indica el grado de contenido de humedad en el cual el suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

#### **2.2.6.4 CBR:**

Este método consiste en la nivelación de un área circular del suelo, y la prueba se lleva a cabo forzando la penetración de un embudo circular estándar de 1,935 mm<sup>2</sup> de área por su extremo, usando una velocidad constante de 1 mm/min tomamos lecturas a cada 0.25mm de penetración. Se traza una gráfica de fuerza - penetración, y se registran las fuerzas que corresponden a penetraciones de 2.5 y 5.0 mm.

El CBR se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





### 2.2.7 ENSAYES DE COMPACTACIÓN DE SUELOS:

El proceso de compactación produce un aumento de la densidad del suelo, en general es conveniente compactar el suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable, con la consiguiente reducción del volumen aire-vacíos, pero sin que se modifique el volumen del agua. Este suele llevar acabo por medios mecánicos, tales como, rodillado, apisonado o vibrado. En la construcción de base de carretera, el suelo se coloca en capas de espesores específicos, compactando cada capa hasta una especificación relacionada con el tipo de equipo que se usa.

### 2.2.8 CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL CRITERIO DE HRB (Highway Research Borrad)

Teniendo en cuenta que en la naturaleza existen una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos, cada uno de estos métodos tiene su campo de aplicación según la necesidad de uso.

En la actualidad, los sistemas más utilizados para la clasificación de los suelos, en estudios de pavimentos de carretera son: El Método de la American Association of Satate Highway And Transportación HRB y el Unified Siod Clasification System, conocido como Sistema Unificado (SUCS). En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos se ubican en siete grupos que van de A-1 hasta A-7. Los suelos con elevada proporción de materia in-orgánica se clasifican como A-8, los suelos granulares tiene una 35% menos del material fino que pasa por el tamiz N° 200 y estos suelos forman los grupos A-1; A-2; A-3.

Los suelos finos limo arcillosos son los que contienen más del 35% del material fino que pasa por el tamiz N°200, estos suelos forman parte de los grupos A-4; A-5; A-6 y A-7.

El índice de grupo también interviene en la clasificación, y significa que en aquellos suelos que tiene un comportamiento similar se encuentran dentro de un mismo grupo y están representados por un mismo índice.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



La clasificación de un suelo en determinado grupo se basa en su límite líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa por el tamiz N°200.

Los índices de grupo de los suelos granulares, están generalmente comprendidos entre 0-4, los correspondientes a los suelos limosos, entre 8-12, y los suelos arcillosos entre 12-20 o más. Cuando se indica el índice de grupo se coloca entre paréntesis.

El índice de grupo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.0005(a)(c) + 0.01 (b)(d)$$

$$a = \% \text{ que pasa N}^\circ 200 - 35$$

$$\% 200 \leq 35 ; a=0$$

$$\% 200 \geq 75 ; a=40$$

$$\% 200 < \%200 <75$$

$$b = \% \text{ que pasa N}^\circ 200-15$$

$$\% 200 \leq 15; b= 0$$

$$\% 200 \geq 55; b= 40$$

$$15 < \% 200 < 55$$

$$c = LL -40$$

$$LL \leq 40; c= 0$$

$$LL \geq 55; c= 20$$

$$40 < LL < 60$$

$$d = IP -10$$

$$IP \leq 10; d= 0$$

$$I \geq 55; d= 20$$

$$10 < IP < 30$$

La tabla en la cual se desarrolla la clasificación de los suelos se encuentra en el anexo B.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



**Tabla N° 2**  
**CLASIFICACIÓN REVISADA DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS**  
**PÚBLICOS O CLASIFICACIÓN AASHTO (HRB)**

Grupo	Sub. Grupo	Porcentaje que Pasa, Tamis U. S. N°			Carácter de la Fracción que pasa el tamiz N° 40		Índice de Grupo N°	Descripción del suelo	Calidad como subrasante
		10	40	200	L. L	I.P			
A-1		50 máx		0			0	buena graduación puede incluir finos	Excelente
			50 máx		25 máx	6 máx			
	A-1-a			50 máx	0	15 máx	6 máx	0	
	A-1-b		50 máx	0	25 máx	6 máx	0	Arena gravosa o arena graduada; puede	
A-2				35 máx			0 a 4	Arena y gravas con exceso de finos	Excelente a buena
	A-2-4			35 máx	40 máx	10 máx	0	Arena, gravas con finos de limo de baja plasticidad	
	A-2-5			35 máx	41 mín	10 máx	0	Arenas, gravas con finos de limo elásticos	
	A-2-6			35 máx	40 máx	11 mín	4 máx	Arenas, grava con finos de arcilla.	
	A-2-7			35 máx	41 mín	11 mín	4 máx	Arenas, gravas con finos de	
A-3			51 mín	10 máx			0	Arenas finas	
A-4				36 mín	40 máx	10 máx	8 máx	Limos de baja compresibilidad	Regular a pobre
								Limos muy compresibles, limos micáceos.	
A-5				36 mín	41 mín	10 máx	12 máx	Arcilla de compresibilidad baja a media.	
A-6				36 mín	40 máx	11 mín	16 máx	Arcilla de alta compresibilidad	
A-7				36 mín	41 mín	11 mín	20 máx	Arcillas limosas de alta compresibilidad	
	A-7-5			36 mín	41 mín	11 mín	20 máx	Arcilla de alta compresibilidad	
	A-7-6			36 mín	41 mín	11 mín	20 máx	Arcilla de alta compresibilidad	
A-8								Turba, suelos muy orgánicos	satisfactoria*

El grupo A-2 incluye todos los suelos en los que el 35% o menos pasa por el tamiz N°200 que no pueden clasificarse como A-1 o A-3.

\*El índice de plasticidad de A-7-5 es igual o menor que LL-30; el de A-7-6 es mayor que LL-30.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 2.2.9 BANCO DE MATERIALES

El trabajo de investigación de Bancos de Materiales para la carretera en estudio, se inició con la revisión de información disponible por medio del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Por este medio se obtuvo información de seis bancos de material, cuatro de los cuales se encuentran en la carretera Izapa - León, uno en el tramo de estudio y el sexto banco no se estudió debido a se encuentra a 15 Km de la carretera Izapa - León además de que el camino de acceso a este banco se encuentra en muy mal estado.

Al mismo tiempo se revisaron también las hojas geológicas del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) correspondientes a Nagarote - El Tránsito, donde se identificaron dos bancos, uno de los cuales es el Guayabal, el otro no pudo ser localizado en campo.

Como resultado del recorrido de campo, se identificaron otros cuatro bancos, dos de los cuales fueron descartados por presentar un alto contenido de material arcilloso; los otros dos presentan excelentes características para carpeta y base, (Tránsito).

Debido a que existen pocos bancos aprovechables en este tramo, se recomienda tener en consideración el banco de material rocoso, ubicado en la estación 104 + 120 de la carretera León - Chinandega conocido como la Pedrera.

A Continuación se presenta una descripción de cada uno de los esquemas, ubicación y características físico - mecánicas más relevantes de cada uno de los bancos de materiales estudiados:

#### 2.2.9.1 BANCO EL TRÁNSITO:

Se ubica en el Km 44+250 de la carretera Santa Rita - Izapa, a 12 Km hacia El Tránsito y a 1 Km a la izquierda del Cerro Tío Goyo, se encuentra en explotación y su acceso se presenta en regular estado. Se trata de roca sólida basáltica, el macizo se presenta ya descapotado. Su volumen aprovechable es de 150,000 m<sup>3</sup> y su explotación debe efectuarse mediante explosivos. Este material se puede utilizar para base y carpeta asfáltica con ciertas reservas (Desgastes "Los Ángeles" = al 23%, durabilidad en SO<sub>4</sub>NA<sub>2</sub> = 16.2 % Valor que supera el límite permisible, absorción = 5% valor que refleja una alta porosidad del agregado).

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



#### **2.2.9.2 BANCO LA PEDRERA:**

Se ubica del lado derecho en el Km 104+120 de la carretera León - Chinandega; se encuentra en explotación y su acceso se encuentra en buen estado. El macizo rocoso está conformado por una andesita basáltica. Su destape se puede estimar en 1 metro, volumen aprovechable 360,000m<sup>3</sup>, su explotación es mediante explosivos; este material puede ser utilizado para base y carpeta asfáltica (Desgaste "Los Ángeles" = 18%, Durabilidad en SO<sub>4</sub>NA<sub>2</sub> = 2.3%, Absorción < 0.5%)

#### **2.2.9.3 BANCO EL GUAYABAL:**

Se ubica en la progresiva 48+000 de la carretera Santa Rita - Izapa lado derecho entrada a El Guayabal, se encuentra en explotación y su acceso amerita un mejoramiento cerca del banco en si. Se trata de una grava limo - arcillosa (A<sub>2</sub>-4), su descapote oscila en 1,50 metros, siendo volumen aprovechable de 100,000 m<sup>3</sup>, explotación mediante tractor o excavadora, este material puede ser utilizado como subbase.

#### **2.2.9.4 FINCA LA VEGA:**

Se ubica a 3,400 metros del empalme El Tránsito, lado izquierdo sobre la ruta Izapa - Santa Rita; se encuentra en explotación su acceso está en perfecto estado, se trata de una toba (Riolita Alterada). El destape es del orden de unos 0.80 metros, volumen aprovechable 15,000 m<sup>3</sup>, explotación mediante tractores y excavadoras; este material puede utilizarse para terracería (Desgaste "Los Ángeles" = 40%, elevada absorción y reducido peso específico).

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 2.3 ESTUDIO DE TRÁNSITO



---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**2.3.1 ANÁLISIS DE DATOS Y PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO**

Por ser el tránsito una de las variables más importante en el diseño de un pavimento, su adecuada cuantificación es indispensable si se quiere obtener un buen proyecto. La información requerida para determinar el tránsito en una vía, con propósitos de diseño, es su promedio diario y su discriminación por tipo de vehículo.

Cuando se va a diseñar un pavimento no es suficiente el solo conocimiento del volumen del tránsito inicial, sino que debe hacerse un estimativo del tránsito total a que estará sometido la estructura durante el lapso que se fije como período de diseño. Dicho estimativo requiere la utilización de una tasa de crecimiento anual del tránsito, por cuanto es un hecho reconocido que este se incrementa a causa del incremento de la población y del mayor uso del vehículo.

El tránsito en cualquier año "n" puede calcularse con la expresión:

$$T_n = T_o (1 + i)^n$$

**2.3.1.1 ANÁLISIS DE DATOS:**

A continuación en la tabla N°4 se muestran los datos de distribución diaria en la semana del tránsito entre Izapa - Santa Rita tomado a partir de datos históricos.

**Tabla N°4**  
**Distribución Diaria del Transito**  
**Tramo: Izapa - Santa Rita.**

Dia	Vehículos por Dia	Porcentaje del total	Factor
Lunes	497	14.0	1.02
Martes	560	16.0	0.91
Miércoles	222	6.0	2.28
Jueves	5523	16.0	0.92
Viernes	655	18.0	0.78
Sábado	655	18.0	0.78
Domingo	418	12.0	1.22
Total	3,559	100.0	-
Promedio	508	14.29	1.0

Fuente: Estudio de tránsito MTI  
Factor: Promedio / volumen día correspondiente  
Promedio: Total /

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez      Br. Suhey Pérez  
Br. Ruth Mercado          Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

Las distribuciones diarias del tránsito a lo largo de la semana en el tramo de estudio siendo los días de mayor volumen de tránsito el viernes y el sábado con el 18% del tránsito de la semana

El conteo y la clasificación vehicular de cada una de las estaciones de aforo, fueron utilizados para obtener un total de vehículos por día y por sentido de circulación.

A continuación se presentan los resultados para la carretera en estudio

Tabla N°5  
Volumen promedio de transito diario (vpd)  
Tramo Izapa - Santa Rita

Sentido	Livianos					Medianos					Pesados			TOTAL
	Moto	Auto	Jeep	Mbus	Pick up	bus	C2	C3	C2R2	C2R3	T252	T352	T353	
Izp- St Rita	9	20	26	11	82	25	57	1	0	0	0	32	0	264
St Rita-Izp	8	25	24	11	78	24	50	2	0	0	0	31	1	253
Total	17	45	50	22	160	49	107	3	0	0	0	63	1	517
%	57					31					12			100

Fuente: ESTUDIO DE TRAFICO MTI. Registros Históricos  
Izapa; Sr. Santa Rita

Nota: para el estudio de porcentajes de distribución vehicular en solo tres categorías se opto a agrupar como trafico liviano desde motocicletas hasta pick up, inclusive; como trafico mediano a buses camiones simples y camiones con remolques; como trafico pesado a los camiones articulados y vehículos especiales

Para la estimación de tránsito promedio diario (TPDA), se utilizaron los datos aportados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) mediante del uso de los factores de ajustes apropiados:

- Factor. N (12 horas diurnas a 24 horas)
- Factor. L (laboral a semanal)
- Factor. F (fin de semana a semana)
- Factor. I (invierno a TPDA).

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





### 2.3.1.2 PROYECCIÓN DEL TRANSITO ACTUAL

La tasa de crecimiento utilizada fue proporcional por los informes aportados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) tomados de datos históricos e investigaciones recientes de tramo en estudio.

Se agruparon los vehículos en tres categorías de tráfico livianos, medianos, y pesado con tasas de crecimiento de 5 %, 4% y 3% respectivamente

El periodo de diseño seleccionado para la realización de este proyecto es de veinte años (20 años), teniendo como base de campo obtenido, mediante lo antes mencionado y proporcionado por el MTI para obtener la proyección del transito futuro

$$T_f = T_o (1 + i)^n$$

Donde:

T<sub>f</sub> = Tránsito al final del periodo

T<sub>o</sub> = Tránsito inicial

i = Tasa de crecimiento anual

n = Periodo de diseño

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



TABLA N°6  
PROYECTO DE TRAFICO LIVIANO  
TRAMO SANTA RITA - IZAPA

TRANSITO PROMEDIO DIARIO ACTUAL

AÑO	TASA (i)	TPDA	AUTO	JEEP	MICROBUS	PICK - UP
2004		243	54	50	7	132
2005	5.0	255	57	53	8	139
2006	5.0	268	60	56	8	146
2007	5.0	282	63	59	8	154
2008	5.0	296	66	62	9	162
2009	5.0	311	70	65	9	170
2010	5.0	327	74	69	9	179
2011	5.0	344	78	73	10	188
2012	5.0	361	82	77	10	198
2013	5.0	379	86	81	11	208
2014	5.0	398	94	85	11	219
2015	5.0	418	99	89	11	230
2016	5.0	439	104	94	12	242
2017	5.0	461	109	99	12	254
2018	5.0	484	115	104	12	267
2019	5.0	508	121	109	13	280
2020	5.0	534	127	115	13	294
2021	5.0	561	133	121	13	309
2022	5.0	589	140	127	14	325
2023	5.0	619	147	133	14	341
2024	5.0	650	154	140	14	358

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



TABLA N° 7  
PROYECTO DE TRAFICO MEDIANO  
TRAMO SANTA RITA - IZAPA  
TRANSITO DE PROMEDIO DIARIA ACTUAL

AÑO	TASA (i)	TPDA	BUS	C2	C3
2004		114	51	55	8
2005	4.0	119	53	57	8
2006	4.0	124	55	59	8
2007	4.0	129	57	61	9
2008	4.0	134	59	63	9
2009	4.0	139	61	66	9
2010	4.0	145	63	69	10
2011	4.0	151	66	72	10
2012	4.0	157	69	75	10
2013	4.0	163	72	78	11
2014	4.0	170	75	81	11
2015	4.0	177	78	84	11
2016	4.0	184	81	87	12
2017	4.0	191	84	90	12
2018	4.0	199	87	94	12
2019	4.0	207	90	98	13
2020	4.0	215	94	102	13
2021	4.0	224	98	106	13
2022	4.0	234	102	110	14
2023	4.0	243	106	114	14
2024	4.0	253	110	119	14

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



TABLA N° 8  
PROYECCIÓN DE TRAFICO PESADO  
TRAMO SANTA RITA - IZAPA

AÑO	TASA (i)	TPDA	T2 - S2	T3 - S2	T3 - S3
2004		77	10	53	14
2005	3.0	79	11	55	15
2006	3.0	81	11	57	16
2007	3.0	83	11	59	16
2008	3.0	85	11	61	17
2009	3.0	88	12	63	18
2010	3.0	91	12	65	19
2011	3.0	94	13	67	20
2012	3.0	97	13	69	21
2013	3.0	100	14	71	22
2014	3.0	103	14	73	23
2015	3.0	106	15	75	24
2016	3.0	109	15	77	25
2017	3.0	112	16	79	26
2018	3.0	115	17	81	27
2019	3.0	118	18	83	28
2020	3.0	122	19	85	29
2021	3.0	126	20	88	30
2022	3.0	130	21	91	31
2023	3.0	134	22	94	32
2024	3.0	138	23	97	33

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



TABLA N° 9  
PROYECCIÓN DEL TRAFICO  
PARA LAS SECCION SANTA RITA - IZAPA

AÑO	TPDA ( VPD )	TIPO DE VEICULOS		
		Liviano	Mediano	Pesados
2004	434	243	114	77
2005	453	255	119	79
2006	473	268	124	81
2007	494	282	129	83
2008	515	296	134	85
2009	538	311	139	88
2010	563	327	145	91
2011	589	344	151	94
2012	615	361	157	97
2013	642	379	163	100
2014	671	398	170	103
2015	701	418	177	106
2016	732	439	184	109
2017	764	461	191	112
2018	798	484	199	115
2019	833	508	207	118
2020	871	534	215	122
2021	911	561	224	126
2022	953	589	234	130
2023	996	619	243	134
2024	1,041	650	253	138
Tasa de Crecimiento		5%	4%	3%

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### III: DISEÑO DE PAVIMENTO



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### **3.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO:**

Es una estructura formada por una o más capas de materiales seleccionados, que tienen como función proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la sección del tráfico y el clima, así como transmitir en forma adecuada los esfuerzos generados por las cargas de tránsito, de manera que la capacidad de soporte de las capas de apoyo no se exceda.

### **3.2 CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:**

Tradicionalmente los pavimentos se clasifican como Rígidos y Flexibles.

#### **3.2.1 PAVIMENTOS RÍGIDOS:**

Son estructuras formadas por losas de concreto hidráulico, que actúan simultáneamente como cuerpo estructural básico y como superficie de rodamiento. Estos pavimentos debido a su rigidez y elevado módulo de elasticidad, distribuyen las cargas sobre un área relativamente extensa del suelo de apoyo de modo que la mayor parte de la capacidad estructural es proporcionada por la propia losa.

#### **3.2.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES:**

Es una estructura de pavimento que mantiene un contacto íntimo con las cargas rodantes y la distribuye a la Subrasante, sin estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, la cohesión y fricción de las partículas.

Un pavimento flexible está constituido por una carpeta asfáltica relativamente delgada, la capa base denominada subbase.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 3.3 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

A continuación se define cada una de las capas que conforman un pavimento:

#### 3.3.1 CARPETA DE RODAMIENTO:

La carpeta de rodamiento está constituida por un material pétreo al que ha sido adicionado un producto asfáltico y que tiene por objeto servir como aglutinante.

Su función principal es de transmitir las cargas a la base y a la vez proporcionar una superficie de rodamiento adecuada que permita un tránsito fácil y cómodo a los vehículos.

Aumentar la capacidad de soporte del pavimento, especialmente si su espesor es apreciable (mayor de 50 mm).

Impermeabilizar la superficie, evitando posible infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar parcial o totalmente las capas inferiores.

Resistir la acción de estructura de los vehículos y de los agentes climatológicos.

#### 3.3.2 BASE:

La base es una capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase. Esta capa se encuentra limitada en su parte superior por una carpeta asfáltica y tiene como función primordial soportar adecuadamente las cargas que los vehículos le transmiten a través de la carpeta y distribuir los esfuerzos rígidos en magnitudes adecuadas a las capas inferiores a fin de evitar que se produzcan deformaciones perjudiciales.

Es recomendable que la base tenga cualidades permeables para que puedan desalojar el agua en caso de que ésta penetre a través de la carpeta asfáltica o por las partes adyacentes producto de llenas, así como, impedir la ascensión capilar.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





### 3.3.3 SUBBASE:

Es una capa de material seleccionado comprendido entre la subrasante y la base, su función es la de transmitir en forma adecuada a la subrasante los esfuerzos que el tránsito le impone a través de la base.

Otra función consiste en servir de transición entre el material de base, generalmente granular más o menos grueso y la propia subrasante; La subbase; más fina que la base; actúa como filtro de ésta e impide su incrustación en la subrasante.

## 3.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

### 3.4.1 El Tránsito:

En este método de diseño se basa en encontrar el número de cargas de ejes estándares equivalentes de 18.000 Lbs para el carril de diseño, valor que es conocido en el método como ESAL.

### 3.4.2 Confiabilidad:

La confiabilidad de diseño para un pavimento, es la probabilidad de que una sección diseñada usando este proceso se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.

Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento sobrevivirá al periodo para el que fue diseñado.

Los niveles de confiabilidad recomendado en el método AASHTO se encuentran vinculados con la clasificación funcional de la carretera como se indica a continuación.



Tabla N°10  
Niveles de Confiabilidad

Recomendaciones por la AASHTO

<b>Clasificación funcional</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>
Autopistas Interestatales	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectors	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Paviment Structures 1994

El tramo en estudio se puede clasificar como autopista Interestatal y se encuentre en una zona rural por lo tanto la confiabilidad a utilizar será 85%.

### 3.4.3 Desviación Estándar Global (So)

La desviación estándar es un coeficiente en el cual se describe que también los datos de prueba de la AASTHO coincidían con las ecuaciones de diseño de la misma.

Entre menor sea la desviación estándar, mejores serán los datos del modelo de la ecuación. El rango recomendado por la AASTHO para pavimentación flexible es de 0.4 - 0.5; en nuestro caso la desviación estándar utilizada fue de 0.45.

### 3.4.4 Serviciabilidad:

La serviciabilidad de un pavimento es definida como la habilidad de servir al tipo de tráfico que se usa en la vía. Esta oscila entre (0) cuando es posible transitar y cuando no existe ningún grado de molestia es de (5) aproximadamente.

El índice de la serviciabilidad inicial (Po), indica el nivel al momento de construirse y el valor recomendado por la AASHTO para pavimento flexibles es de 4.2.

El índice de la serviciabilidad final (Pf) indica el punto donde el pavimento necesita reparación, el valor recomendado por la norma es de 30, 2.5 y 2.0

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



De 2.5 a 3.0 para camiones principales y 2.0 para caminos secundarios; en nuestro caso es de 2.5 por ser una carretera de primer orden.

Ya que  $P_o$  y  $P_f$  han sido establecidos la siguiente ecuación puede ser aplicada para definir el cambio total de serviciabilidad.

$$PSI = P_o - P_f$$

Donde:

$PSI$ = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

$P_o$ = índice de servicio Inicial

$P_f$ = Índice de servicio final

Los niveles de "S" utilizados fueron:

$$P_o = 4.2$$

$$PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7$$

### 3.4.5 Coeficiente de Drenaje:

Dependiendo de la calidad de drenaje y del grado de humedad del coeficiente de drenaje  $M_2$ , será aplicado a la base granular para modificar el coeficiente de esta capa

En el presente proyecto la prueba de CBR se realizo con la muestra completamente saturada es decir, la prueba mas critica por lo tanto el coeficiente de drenaje toma valor de 1.

### 3.4.6 Porcentaje de Humedad

Tabla N°11

Porcentaje de tiempo al cual esta expuesta la estructura del pavimento en lo niveles de humedad próxima a la saturación

Calidad drenaje	Menor de 1%	1.5%	5-25%	Mayor de 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.3	1.3-1.2	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.0	1.0
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.0-0.8	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.8	0.8-0.6	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.15	0.15-0.4	0.40

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



### 3.4.7 MODULOS RESILIENTE DE LOS MATERIALES

La base para la caracterización de los materiales de subrasante en este método es el modulo residente o elástico.

Para la determinación del modulo de resistencia de diseño de la Subrasante se hacen las siguientes observaciones.

1500\*CBR para suelos finos, con CBR < 10 para CBR > se utilizan los gráficos correspondientes para la subbase suministrado por la AASHTO.

### 3.4.8 Coeficiente de Capas

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente ( $a_1$ ), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles

Estos coeficientes permiten convertir los espesores relativos de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

El método presenta cinco categorías de estos coeficientes según el tipo y función de la capa considerada: Concreto asfáltico, base granular, subbase granular, base tratada con cemento y base asfáltica.

#### 3.4.8.1 Subrasante

Para la determinación del módulo resiliente de la terracería se utilizo el grafico del anexo D ; en base a su:

CBR = 27.9 al 95%.

MRSR = 14,400 PSI

#### 3.4.8.2 Capa de concreto asfáltico:

El coeficiente de la carpeta de rodamiento ( $a_1$ ) se obtiene de la grafica del anexo D pág. para una estabilidad Marshall de 1800 según el criterio del instituto de Alfalfa USA para el diseño Marshall donde  $a_1=0.41$

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



#### 3.4.8.3 Capa base Triturada:

Para la determinación del coeficiente estructural de la capa base ( $a_2$ ) se obtuvo de la grafica del anexo D. y su modulo resiliente se determino en base al CBR de dicha capa 83.5 al 100%, por lo tanto

$$a_2 = 0.139$$

$$MRB = 29,000 \text{ PSI}$$

#### 3.4.8.4 Subbase:

Para la determinación del coeficiente estructural de la capa base ( $a_3$ ) se obtuvo de la grafica del anexo D. y su modulo resiliente se determino en base al CBR de dicha capa 72.5 al 95%, por lo tanto

$$a_3 = 0.123$$

$$MRSB = 17,000 \text{ PSI}$$

### 3.5 CALCULO DE EJES EQUIVALENTES: (ESAL)

El tránsito es una de las variables mas importantes en el diseño del pavimento y este depende directamente de los conteos vehiculares y de la proyección de TPDA (tabla N°13 ) se presentan los vehículos que transitan la carretera con mayor frecuencia.

El método realiza una transformación de cargas de ejes estándares equivalentes a 18,000 Lbs lo que es conocido como ESAL (Equivalent Stándar Axe Load).

Es importante destacar que se utilizo un SN=5 y Pt=2 para determinar los factores ESAL.

#### 3.5.1 Estructuras y Cargas:

Para el cálculo de ejes equivalentes se tomo en cuenta el tipo de vehículos obtenidos de los conteos vehiculares y los pesos de los ejes sugeridos en el diagrama de cargas permisibles presentado en el anexo C de la vigente en nuestro país y recomendado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Suhey Pérez

Br. Ruth Mercado

Br. Violeta Urbina



A continuación se muestra la tabla N°12 en el que se presenta la estructura vehicular, la clase de vehículos y la carga por el tipo de eje:

Tabla N°12

Clase de Vehículos	Cargas en LBS	Parte	Tipo
Automóvil	2,000	F	Simple
	2,000	R	Simple
Jeep	6000	F	Simple
	6000	R	Simple
MB	6000	F	Simple
	10000	R	Simple
Pick-up	2000	F	Simple
	5000	R	Simple
Bus	8000	F	Simple
	10000	R	Simple
C2	9900	F	Simple
	19800	R	Simple
C-3	11000	F	Simple
	35200	R	Tanden
T2-S2	11000	F	Simple
	19800	M	Simple
	35200	R	Tanden
T3-S2	11000	F	Simple
	35200	M	Tanden
	35200	R	Tanden
T3-S3	11000	F	Simple
	35200	M	Tanden
	44000	R	Simple

F= Frontal  
R= Trasero  
M= Central

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**CALCULO DEL ESAL DE DISEÑO**

Tabla N°13

Tipo de Vehículo	Peso porEje (Lbs)	Tránsito Actual	Factor de Crecimiento	Tránsito de Diseño	Factor ESAL	ESAL
Automóvil	2,000	54	12,069.073	651,729.94	0.0002	261
	2,000		12,069.073	651,729.94	0.0002	
Jeep	6000	50	12,069.073	603,453.65	0.009	10,862
	6000		12,069.073	603,453.65	0.009	
MB	6000	7	12,069.073	84,483.51	0.009	7,435
	10000		12,069.073	84,482.51	0.079	
Pick-up	2000	132	12,069.073	1,593,117.636	0.0002	9,081
	5000		12,069.073	1,593,117.636	0.0055	
Bus	8000	51	10,868.999	554,318.49	0.031	571,502
	10000		10,868.999	554,318.49	1.0	
C2	9900	55	10,868.999	597,794.45	0.0766	950,254
	19800		10,868.999	597,794.45	1.513	
C-3	11000	8	10,868.999	86,951.92	0.1265	120,559
	35200		10,868.999	86,951.92	1.26	
T2-S2	11000	10	9,807.687	98,076.87	0.1265	284,374
	19800		9,807.687	98,076.87	1.513	
	35200		9,807.687	98,076.87	1.26	
T3-S2	11000	53	9,807.687	519,817.411	0.1265	1,375,670
	35200		9,807.687	519,817.411	1.26	
	35200		9,807.687	519,817.411	1.26	
T3-S3	11000	14	9,807.687	137,307.618	0.1265	284,570
	35000		9,807.687	137,307.618	1.26	
	44000		9,807.687	137,307.618	0.686	

$\Sigma$	<b>3,314,568</b>
----------	------------------

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 3.5.2 RELACIÓN RECOMENDADA POR LA AASHTO PARA ESAL DE DISEÑO.

$$W_{18} = D_D * D_L * W_{18}$$

Donde:

$D_D$  = Porcentaje de Tráfico en la Dirección de Diseño.

En el presente proyecto, según fue determinado en el estudio de tráfico, este factor de distribución es relativamente equilibrado, por lo que se adopta el 50%

$$D_D = 0.50$$

$D_L$  = Números de carriles y porcentaje de tráfico en el carril de diseño.

### 3.5.3 FACTORES DE TRAFICO EN EL CARRIL DE DISEÑO RECOMENDADAS POR LA AASHTO.

Tabla N°14

NUMEROS DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DE TRAFICO EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

FUENTE: AASHTO FOR DESING STRUCTURES

En el presente proyecto se prevé la construcción de dos carriles ( uno por cada dirección de circulación). Por tanto, se adopta un factor de tráfico de 1.0.

$$D_L = 1.0$$

$$W_{18} = \text{ESAL Calculado}$$

$$W_{18} = 3,614,568.$$

ESAL UTILIZADO PARA EL DISEÑO.

$$W_{18} = 0.5 * 1.0 * 3,614,568 = 1,807,284$$

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





### 3.5.4 CALCULO DE ESPESORES Y NÚMERO ESTRUCTURAL APORTADO

Una vez obtenido los coeficientes estructurales de cada capa y sus módulos de resistencia, se aplicará la formula presentada por la AASHTO, donde el número estructural proporcionado para la estructura está basada en los tipos de materiales y espesores de capas.

$$SN = (a_1) (D_1) + (a_2) (D_2) (D_m) + \dots + (a_n) (D_n) (m_n)$$

Donde:

a1,a2 = Coeficientes de capas  
 D1,D2 = Espesores De capas en pulgadas  
 m1,m2 = Coeficiente de drenajes.

Debido a que generalmente es impractica y antieconómica la colocación de capas de pavimentos muy delgadas, el método recomienda los siguientes mínimos.

### 3.5.5 ESPESORES MINIMOS DE PAVIMIENTOS FLEXIBLES RECOMENDADOS POR LA AASHTO.

Tabla N°15

ESPESORES MINIMOS EN PULGADAS		
NUMEROS DE EJES EQUIVALENTES (MILLONES)	CONCRETO ASFALTICO	BASE GRANULAR
< 0.05	1.0 + SD	4
0.05-0.15	2.0	4
0.15-0.50	2.5	4
0.5-2.0	3.0	6
2.0-7.0	3.5	6
> 7.0	4.0	6

El ESAL de diseño del tramo en estudio es de 1,807,284 para el carril de diseño por lo que los espesores mínimos recomendados son de:

3.0" para la Carpeta  
 6.0" para la Base.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez      Br. Suhey Pérez  
 Br. Ruth Mercado        Br. Violeta Urbina



A continuación se muestra un resumen de los parámetros de diseño requerido para la rehabilitación del tramo.

### 3.6 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

- ESAL de Diseño.....1,807,284
- Confiabilidad.....85%
- Desviación Estándar.....0.45%
- Diferencia del Límite de Servicio  $\Delta$  PSI.. 1.7
- Coeficiente de Drenaje ( $m^2$ ).....1.0
- Estabilidad Marshall.....1,800Lbs
- Coeficiente Estructural de Carpeta ( $a^1$ )..0.41
- Módulo Resiliente de la Base.....29,000PSI
- CBR de Base.....83.5
- Coeficiente estructural de Base ( $a_2$ ).....0.139
- Coeficiente Estructural de la Subbase ( $a_3$ )0.123
- Módulo Resiliente de Subbase.....17,000
- CBR de Subbase.....72.50
- Módulo Resiliente de Subrasante.....14,400PSI
- CBR de Subrasante.....27.9

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



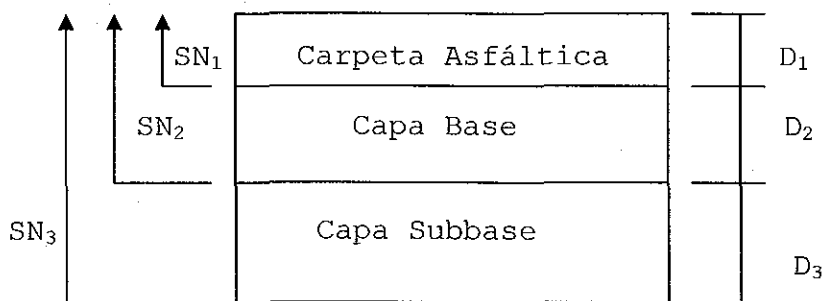
### 3.6.1 Consideraciones para el Diseño de las Capas Estructurales

Para el diseño del tramo de carretera en estudio se considera la capa de subbase existente como subrasante debido al grado de resistencia que presenta la subbase que es muy bueno (CBR=27.9%)

Se opto por escarificar carpeta y base existente, utilizando este material como parte nueva de la subbase.

### 3.7 SOLUCIÓN:

Valores obtenidos del Monograma (Ver gráfico en anexo D)



$$SN_1 = 2.16$$

$$SN_2 = 2.44$$

$$SN_3 = 2.85$$

$$D_1 = SN_1 / a_1 = 2.16 / 0.41 = 5.27 \approx 5.50'' \Rightarrow D^* = 5.50''$$

$$SN^*_1 = D^*_1 \times a_1 = 5.50 \times 0.41 = 2.26 > SN_1 = 2.19 \text{ OK}$$

$$D_2 = (SN_2 - SN^*_1) / (a_2 \times m_2) = (2.44 - 2.26) / (0.139 \times 1) = 1.29 \Rightarrow D^*_2 = 6''$$

$$SN^*_2 = D_2 \times a_2 \times m_2 = (6) (0.139) (1) = 0.834$$

$$SN^*_2 + SN^*_1 \geq SN_2$$

$$0.834 + 2.26 = 3.09 > SN_2 = 2.44 \text{ OK.}$$

$$D_3 = SN_3 - (SN^*_2 + SN^*_1) / a_3 = 2.85 - (0.834 + 2.26) / 0.123$$

$$D_3 = 1.95 \approx 2.0'' = D^*_3$$

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



$$D^*_3 \times a_3 = SN^*_3 = (2.0)(0.123) = 0.246$$

$$SN^*_3 + SN^*_2 + SN^*_1 \geq SN_3$$

$$0.246 + 0.834 + 2.26 = 3.336 \geq 2.85$$

Del resultado obtenido para  $D_1 = 5.50''$  debido que al colocar  $5.50''$  de carpeta asfáltica es antieconómico y el espesor mínimo recomendado por la AASHTO es de  $3''$ , entonces,  $D_1 = 4''$  que esta por encima del mínimo y se incrementó la subbase  $D_3 = 2''$  a  $D_3 = 6''$  para efecto de construcción y economía.

Por tanto el Diseño Final será:

Carpeta Asfáltica =  $4''$   
Base =  $6''$   
Subbase =  $6''$

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**3.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE  
CAPAS ESTRUCTURALES POR EL PROGRAMA  
"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE"**  
CREADO POR THOMAS P. HARMAN EN CONJUNTO CON RANDEL  
C. RILEY E WILLIAM FELTS DE LA AASHTO

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



ACAL

Auto

Pavement Analysis: READY Page: 4

AASHTO '86 Menu

AASHTO '86 PAVEMENT DESIGN

Select Desired Analysis:

- [1] Rigid Pavement Analysis
- [2] Flexible Pavement Analysis
- [3] Both 1 & 2 (Split Screen)
- [4] Save Current Data to a File
- [5] Load Existing Data from a File
- [6] Return to Main Menu

Enter Selection: 2

Special Keys F1: HELP F2: EXIT (PgDn)

Dibujo Autoformas

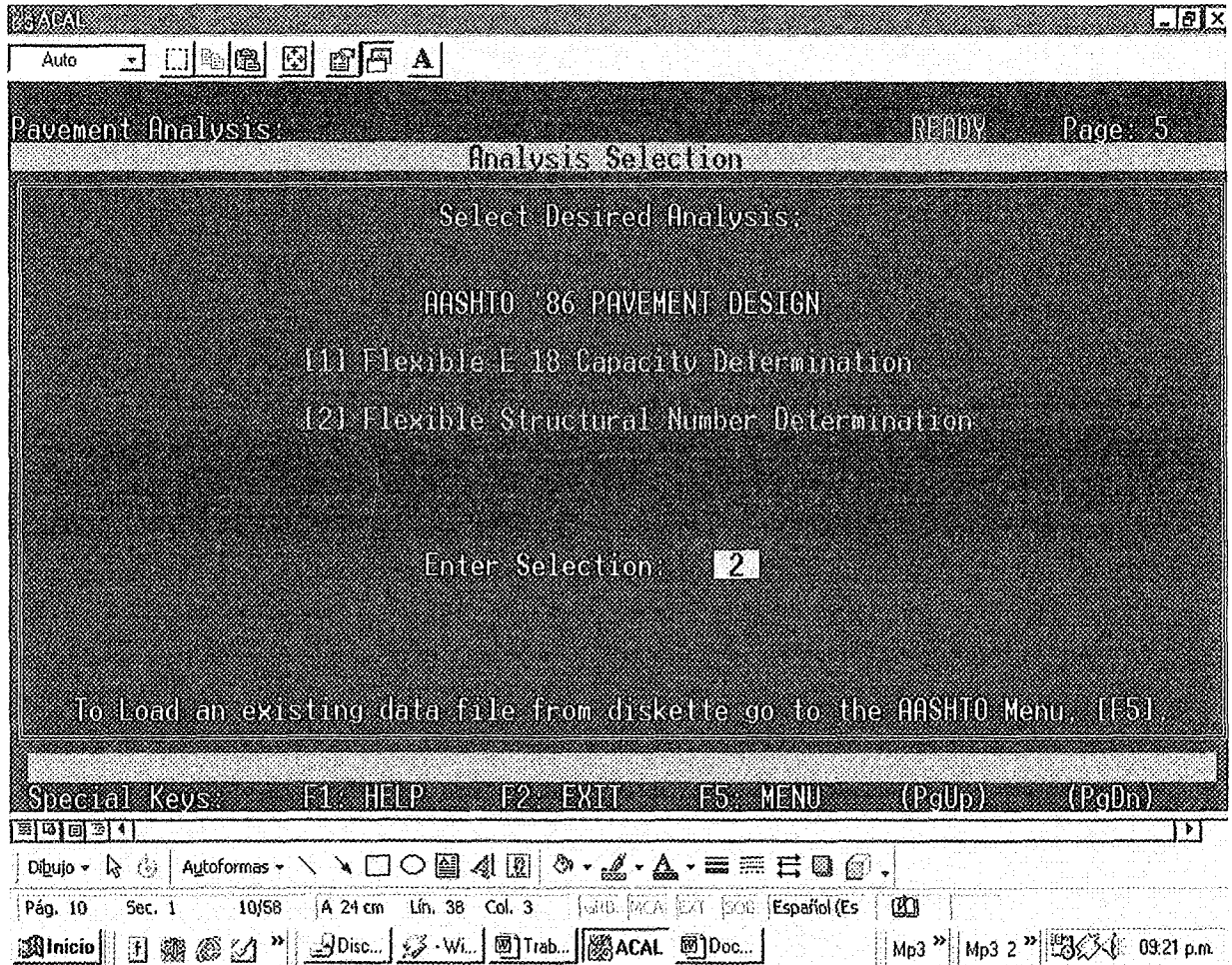
Pág. 10 Sec. 1 10/58 A 24 cm Lin. 38 Col. 3

Inicio Disc... Ahor... Trab... ACAL Doc... Mp3 Mp3 2 09:22 p.m.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



ACAL

Auto

Pavement Analysis: READY Page: 6

AASHTO '86 Design Equations

\*\*\*\* Flexible Pavement Analysis \*\*\*\*

[1] Design E 18's	1.807 287
[2] Reliability	85.00
[3] Overall Deviation	0.45
[4] Soil Resilient Mod.	14 400.0
[5] Initial Serviceability	4.20
[6] Terminal Serviceability	<b>2.50</b>

The Terminal Design Serviceability Index

Press [F10] to Calculate after inputs are complete

Special Keys: F1: HELP F2: EXIT F5: MENU (PgUp) (PgDn) (F10)

Dibujo Autoformas

Pág. 10 Sec. 1 10/58 A 24 cm Lin. 38 Col. 3 GRB FICA EXT GOB Español (Es)

Inicio Disc... amp... Trab... ACAL Doc... Mp3 Mp3 2 09:20 p.m.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





ACAL

Auto

Pavement Analysis. READY Page: 7

### Flexible Thickness Determination

Layer Number	Layer Coefficient $a(i)$	Drainage Coefficient $m(i)$	Layer Thickness $t$	$a(i) \cdot Cd \cdot t$	Thickness Needed
Upper	0.41	1.00	4.00	1.64	
2	0.14	1.00	6.00	0.83	
3	0.12	1.00	6.00	0.74	
4					
5					
6					

$\sigma = 3.21$   
 SN Required = 2.86 (OK)

Press [F10] to Clear an Input & (PgDn) to Continue when finished.

Special Keys: F1 HELP F2 EXIT F5 MENU (PgUp) (PgDn) (↑↓←→)

Dibujo Autoformas

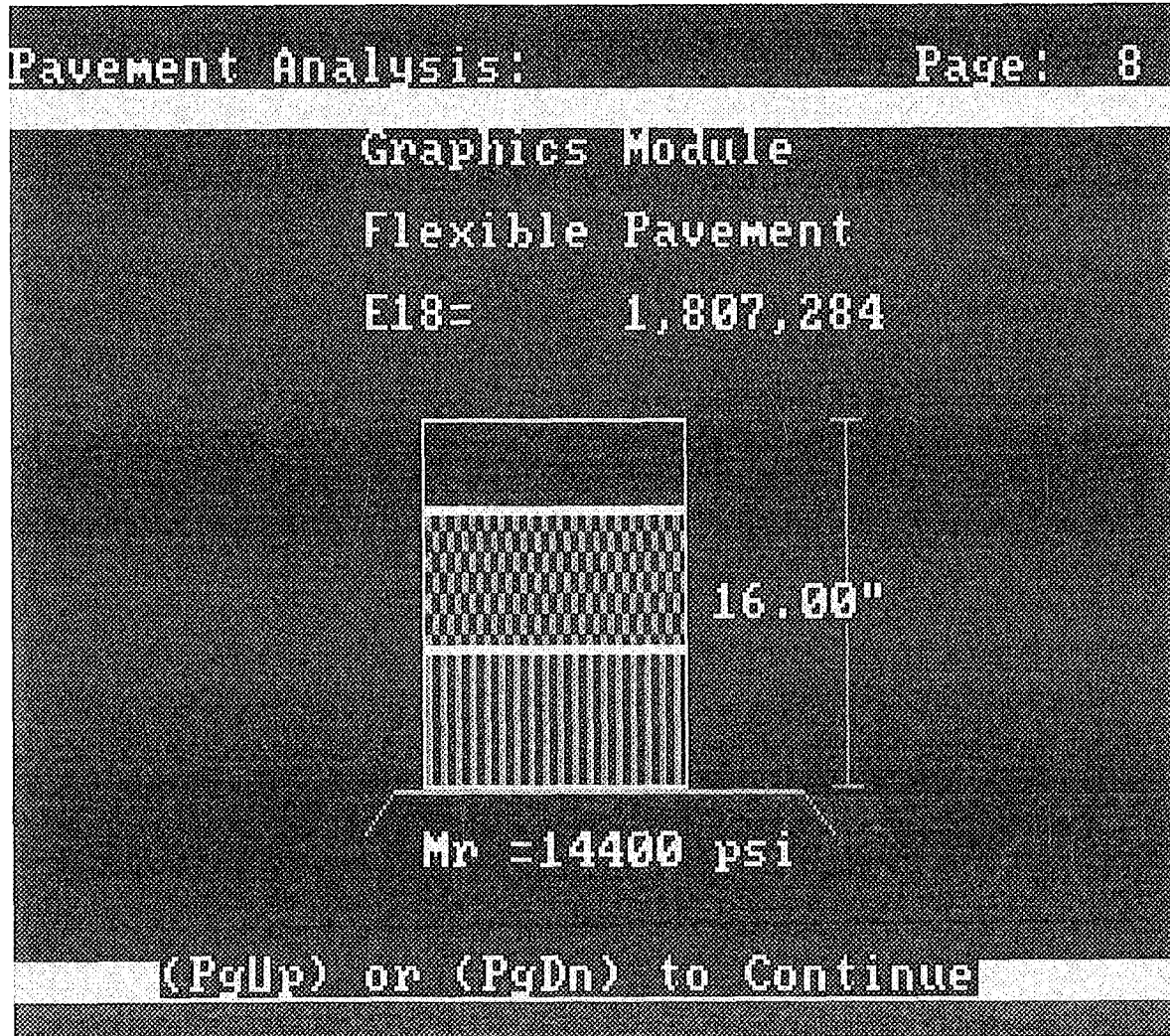
Pág. 10 Sec. 1 10/58 A 24 cm Lín. 38 Col. 3

Inicio Disc... Inam... Trab... ACAL Doc... Mp3 Mp3 2 09:19 p.m.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 3.9 OBRAS COMPLEMENTARIAS:

En el diseño final se incluyeron las estructuras complementarias necesarias para garantizar la estabilidad de la carretera, seguridad de operación, mejoramiento del drenaje, y según fue factible, el embellecimiento de la zona de camino.

Entre las obras complementarias se encuentran :

#### 3.9.1 Dispositivo de Seguridad:

El diseño de dispositivo de seguridad, empleando defensas ubicadas en el borde exterior de las banquetas consiste en elementos flexibles (FLex-beam), en localizaciones donde hay probabilidades ciertas de que un vehículo que al descontrolarse y salir de la faja de camino, encuentre en su recorrido elementos que le provoquen su destrucción.

Estos sitios se localizan principalmente en los siguientes lugares:

En tramos de terraplen con taludes muy inclinados.

En donde la calzada accede a los puentes.

Cuando las condiciones en el pie del talud fueran adversas (muros, ríos, rocas).

#### 3.9.2 Acceso a Calles Laterales y Propiedades:

A lo largo de la carretera se identificaron los distintos accesos laterales a calles y propiedades, comprobándose que la mayoría de ellos no presentan una solución adecuada.

Según la importancia de los mismo, se clasificaron en tres tipos de accesos: A: a propiedades; B: a industrias en calles transversales; C: para aquellos puntos en los que se consideró que los parámetros de las otras clasificaciones eran insuficientes.

Cada una de estas soluciones está conformada por: (AC); ancho de la calle del ingreso; (R) radio de empalme de la misma con el hombro pavimentado; (J): longitud de la alcantarilla, cuando ella es necesaria y (L): longitud del cordón protector del borde del pavimento.

Los tipos considerados y las dimensiones dadas a cada uno de los elementos que la conforman se observan en el anexo A (Planos).

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



### **3.9.3 Señalización:**

El diseño de la señalización vial se ajusto a las normas definidas en el Manual Centroamericano de Señalamiento.

#### **3.9.3.1 Señalización Horizontal:**

Este tipo de señalización, que deberá mantenerse permanentemente en buen estado de reflexión, garantiza un alto rango de seguridad y confort al usuario, principalmente en las maniobras de adelantamiento y en el manejo nocturno.

#### **3.9.3.2 Señalización Vertical:**

Las señales verticales tienen, de acuerdo a su tipo, diversos grados de importancia, ya sean preventivas, restrictivas o informativas.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**IV PRESUPUESTO**

Concepto	Descripción	U/M	Cantidad	C. U. (US\$)	Sub Contrato	C. Total
201(1)	Abra y Destronque	Ha	79.20	732		57,974.40
203(1)	Excavación no Clasificada	M3	78,840.00	6.14		484,077.60
203(18)	Excavación de Canales Menores a 4m	M3	225.00	3.00		675.00
206(2)	Sobrecarreo Largo	M3 - Km	149.889.01	1.11		166,366.80
207(1)	Excavación para estructuras	M3	56.00	14.09		789.04
304(3)	Base de material triturado	M3	67.932.00	15.81		1,074,004.92
312(1)	Súbase reciclada (carpetá y Base), tratada con cemento	M3	83.520.00	11.00		918,720.00
401(1)	Asfalto rebajado MC-70 para imprimación	Gln	133.560.00	2.53		337,906.80
401(8)	Material de secado	M3	2.423.16	32.00		77,541.12
402(1)	Asfalto rebajado RC-250 riego de liga	Gln	76.320.00	2.53		193,089.60
406(1)	Pavimento de concreto bituminoso en caliente	M3	25,200	100		2,520,000.00
608(2)	Mampostería (cabezales)	M3	35.00	41.51		1,452.85
701(19A)	Tubo de concreto reforzado de 24" clase II	Ml	245.00	126.38		30,963.10
701(19B)	Tubo de concreto reforzado de 30" clase II	Ml	81.00	178.08		14,424.48
701(27)	Lecho de alcantarillas clase "B"	M3	21.11	10.65		224.82

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

701(28)	Relleno para alcantarillas	M3	649.34	9.32		6,051.85
801(8)	Señales verticales de acero	C / u	99.00			
802(1)	Marcas de tránsito reflectorizadas discontinuas	M1	35.170.00		46,800.00	
802(2)	Marcas de tránsito reflectorizadas continuas	M1	108.830.00			
908 (1)	Guarda vía de viga "W" (Flex Beam)	M1	3.830.00	15.00		57,450.00
905 (1)	Bordillo protector de concreto de cemento Pórtland	M1	1.067.00	6.73		7,180.91
913 (7)	Cunetas revestidas de suelo cemento	M2	11.242.14	32.27		362,783.86
914 (4)	Postes guías	C/u	364.00	20.33		7,400.20
914 (5)	Postes kilómetros	C/u	2.00	25.22		50.44
<b>Subtotal</b>						<b>6,319,127.79</b>
<b>Sub-Contrato</b>						<b>46,800.00</b>
<b>Costo Total</b>						<b>6,365,927.79</b>

Lo detalles de este presupuesto se encuentran en el anexo E.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**V : IMPACTO AMBIENTAL**



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## 5.1 IMPACTO AMBIENTAL

El medio ambiente es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físicos naturales, estéticos, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive. El medio ambiente es una fuente de recursos que abastecen al ser humano de las materias primas y energías que necesitan para el desarrollo sobre el planeta. Debemos saber que solo una parte de estos recursos es renovable y se requiere por tanto un tratamiento cuidadoso para evitar que un solo uso anárquico de ellos nos conduzca a una situación irreversible.

Las evaluaciones ambientales, pretenden como principio establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente sin pretender llegar a unas figura negativa u obstruccionista ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobre - explotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. Cada proyecto ocasionará sobre el entorno en que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada basándose en los estudios de impacto ambiental.

## 5.2 CONCEPTOS BÁSICOS

### 5.2.1 IMPACTO AMBIENTAL:

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en algunos de los componentes del medio.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal como se manifestaría como consecuencia de la realización de un proyecto y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente si tal actuación es decir, la alteración neta de una actuación. El término impacto, no implica negatividad ya que estos pueden ser positivos y negativos.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Suhey Pérez

Br. Ruth Mercado

Br. Violeta Urbina





### **5.2.2 IMPACTO POSITIVO:**

Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación completada.

### **5.2.3 IMPACTO NEGATIVO:**

Aquel cuyo efecto se traduce en pérdidas negativas de valor naturalístico, estético, cultural de la productividad ecológica en aumentos de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o la colmatización y además riegos ambientales en discordancia con la estructura ecológica - geográfica y de la personalidad de una zona determinada.

### **5.2.4 IMPACTO AMBIENTAL EN CAMINOS Y CARRETERAS**

Los beneficios socio - económicos proporcionados por los proyectos de caminos y carreteras, incluye la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos del transporte, el mayor acceso a los mercados, a los productos locales, en el proyecto en si en otros servicios sencillos. Sin embargo los nuevos caminos y carreteras pueden producir complejos impactos negativos.

Los impactos directos de los proyectos de caminos y carreteras resultan de su construcción, mantenimiento y tránsito. Los impactos mas importantes en la construcción son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación y construcción: pérdida de la capa vegetal, modificación de los patrones naturales de drenaje, cambio de elevación de las aguas subterráneas.

Los impactos directos de caminos y carreteras pueden incluir mayor contaminación del aire, ruido, desechos a los lados de la carretera, riesgos de salud y daños ambientales; a raíz de los accidentes con materiales peligrosos en tránsito y la contaminación del agua debido a los derrames o a la acumulación de contaminantes en la superficie de los caminos y carreteras.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



Por otro lado la construcción de caminos y carreteras pueden agravar el problema de balance de pago, puede deteriorarse la calidad del aire como local o regional y se aumentara el aporte a los gases de invernadero, la planificación y diseño de un proyecto individual, incluyen rutas que evaden los recursos valiosos o frágiles y las que nos brindan acceso a las tierras silvestres y otros áreas que deberían permanecer en su estado natural.

### **5.3 MEDIDAS DE ATENUACIÓN PARA REDUCIR LOS IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

A continuación se presenta algunas medidas de atenuación para reducir los impactos negativos potenciales directos e indirectos en caminos y carreteras.

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### 5.3.1 IMPACTOS NEGATIVOS POTENCIALES DIRECTOS

1. La mayor sedimentación en ríos afectados por la erosión en los sitios de construcción y caminos nuevos rellenos y botaderos.
2. La contaminación del suelo y del agua con aceite, grasas, combustibles y pinturas en los patios para el equipo y en la planta de asfalto.
3. La contaminación del aire procedente de la planta de asfalto.
4. El polvo y el ruido local.
5. La contaminación del aire y el ruido proveniente de la operación de vehículos en áreas pobladas cruzadas por carreteras especialmente en las áreas metropolitanas o en áreas rurales con una densidad demográfica.
6. La desfiguración del paisaje por los terraplenes y los cortes profundos, rellenos y canteras.

### 5.3.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN:

1. Proteger la superficie susceptible con estiércol y paja o tela y sembrar las áreas sujetas a la erosión.
2. Reunir y reciclar los lubricantes, evitar los derrames posibles mediante buenas prácticas
3. Instalar y operar equipos para control de la contaminación del aire.
4. Periódicamente humedecer o enaceitar levemente los caminos temporales. Instalar y mantener silenciadores en los equipos.
5. Requerir el cumplimiento de los programas y normas de cumplimiento de los motores (o emplear combustibles alternativos) a fin de reducir la contaminación del aire y mejorar la capacidad del transporte público y el manejo del tránsito.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



7. Los deslaves, undimientos, deslizamientos y demás movimientos masivos en los cortes del camino.
8. La erosión de la tierra por debajo del lecho del camino que recibe el flujo concentrado de los drenajes tapados
9. El esparcimiento de basuras por el camino.
10. Las condiciones peligrosas donde la construcción interfiere con caminos existentes.
11. Alteración del drenaje superior y subterráneo (donde los cortes del camino interceptan el nivel de las aguas freáticas, vertientes, etc.
6. Emplear un diseño arquitectónico que se combine con el paisaje. Volver a sembrar la superficie desfigurada.
7. Proporcionar las obras de drenaje necesarias para reducir el riesgo de acuerdo con los estudios previos. Trazar las rutas de tal manera que eviten las áreas inherentes inestables. Estabilizar los cortes de caminos con estructuras paredes de hormigón gaviones, etc.
8. Aumentar el número de salidas de drenajes colocándolas de tal manera que evite el efecto de cascada y revestir la superficie receptora con piedras de hormigón.
9. Proporcionar instalaciones para la eliminación de desechos.
10. Incluir en el diseño señales apropiadas para los caminos incluyendo luces.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Tabla N°16

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	Positivo - <b>*Negativo</b>
Por la relación causa-efecto	Primarios - <b>*Secundarios</b>
Por el momento en que se manifiestan	Latente - <b>*Inmediato</b> -Momento Crítico
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones.	<b>*Impacto simple</b> -Impacto acumulativo
Por la extensión	<b>*Puntual</b> - Parcial - Extremo - Total
Por la persistencia	<b>*Temporal</b> - Permanente
Por la capacidad de recuperación del ambiente	-Irrecuperable - Inversible <b>-*Reversible</b> - Fugas

- ❖ **Negativo**, ya que se trata de un pavimento existente.
- ❖ **Secundario**, ya que no afectara en gran magnitud al medio natural (aire, aguas superficiales y subterráneas, suelo, flora, fauna, paisaje)
- ❖ **Inmediato**, porque solamente afectará al momento de construir.
- ❖ **Simple**, debido a que no habrá múltiples alteraciones al medio.
- ❖ **Puntual**, porque no afectara en su mayoría al medio, solamente al ancho total del tramo de carretera.
- ❖ **Temporal**, porque será ejecutado en un periodo de tiempo a corto plazo.
- ❖ **Reversible**, ya que el medio (flora) que se afectara al momento de construirse y finalizar la obra, esta podrá recuperarse.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Tabla N°17

<b>CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS</b>			
<b>Carácter (C)</b>	Positivo (1)	<b>Negativo (-1)</b>	Neutro (0)
<b>Perturbación (P)</b>	Importante (3)	<b>Regular (2)</b>	Escasa (1)
<b>Importancia (I)</b>	Alta (3)	Media (2)	<b>Baja (1)</b>
<b>Ocurrencia (O)</b>	Muy Probable (3)	Probable (2)	<b>Poco Probable (1)</b>
<b>Extensión (E)</b>	Regional (3)	Local (2)	<b>Puntual (1)</b>
<b>Duración (D)</b>	Permanente (3)	Media (2)	<b>Corta (1)</b>
<b>Reversibilidad (R)</b>	Irreversible (3)	Parcial (2)	<b>Reversible (1)</b>
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

#### 5.4 VALORACIÓN DE IMPACTO.

Fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Impacto Total (IT)} &= C \times (P + I + O + E + D + R) \\ \text{IT} &= (-1) \times (2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) \\ \text{IT} &= -7 \end{aligned}$$

Tabla N° 18

<b>NEGATIVO (-)</b>	
Severo	$\geq (-) 15$
Moderado	$(-) 15 \geq (-) 9$
Compatible	$\leq (-) 9$
<b>POSITIVO (+)</b>	
Alto	$\geq (+) 15$
Mediano	$(+) 15 \geq (+) 9$
Bajo	$\leq (+) 9$

El impacto resultado, según este estudio, Compatible con el entorno del proyecto, lo que significa que no tendrá mayores repercusiones en éste.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## VI. CONCLUSIONES

Luego de realizar todas las actividades para el presente trabajo, así como analizar la información obtenida de los estudios de tránsito, topográficos, suelo y cálculos de espesores de la estructura de pavimento se concluyó con lo siguiente:

El análisis del tránsito, se efectuó basándose en los conteos vehiculares realizados en el tramo de estudio, de lo cual se determinó que el flujo vehicular se vio afectado por una tasa de crecimiento anual del 5% para vehículos livianos, 4% para vehículos medianos y el 3% para vehículos pesados; para un periodo de diseño de 20 años.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios de suelos proporcionados por The Louis Group INCICO, se determinó que los materiales predominantes a lo largo de la carretera existente, se clasifican como suelos A-1-b, A-1-a en la capa base, subbase y terracería; y en menor escala los tipos de suelo A-4 y A-6 que se encuentran en la capa correspondiente a la terracería.

Los bancos de materiales investigados para la realización del proyecto son cuatro, de los cuales El Tránsito y La Pedrera son óptimos para utilizarse en la construcción de la carpeta asfáltica, y todos son idóneos para ser utilizados en la capa base ya que estos bancos cumplen con las especificaciones requeridas según normas Nic2000 para utilizarse en las capas de pavimento especificadas.

En los índices de plasticidad a lo largo de la carretera, predominan los suelos no plásticos (NP) y cuando varían oscilan entre el 1% al 16%, estando los suelos NP en la parte superior y los suelos con valores altos de plasticidad se encuentran en la parte inferior de la terracería.

La carretera fue clasificada como autopista interestatal en zona urbana, puesto que se encuentra cercana a la periferia de la capital, y como corredor interestatal debido a que la carretera funciona también como corredor principal de movilización de transporte de carga centroamericana.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



El número estructural (SN) calculado por medio del monograma difiere con el realizado con el programa debido a errores de precisión en el trazo sobre el gráfico, mientras que el programa lo resuelve directamente con la ecuación.

Según resultados del Método de Diseño de Pavimento Flexible de la AASHTO '86 los espesores obtenidos son:

Carpeta Asfáltica = 4"

Base = 6"

Súbase = 6"

Debemos agregar que en ésta tesis se ha incluido un Estudio de Impacto Ambiental, el cual no es un estudio completo, ya que la realización de un estudio completo sería muy extenso, por tal motivo este estudio incluye solamente los datos y resultados principales.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina





## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio y las proyecciones de tráfico, se deduce que en Nicaragua las condiciones bajas de volumen de tráfico imperan en la mayor parte de la red de carretera revestidas, y esta situación no cambiará drásticamente en los próximos 10 años; por consiguiente se recomienda dar atención a los métodos empleados en el diseño estructural para estas carreteras a través de su estudio y la acumulación de experiencias, de modo que se puedan obtener pavimentos más económicos y de mejor calidad.

Se recomienda que en el futuro se desarrollen investigaciones, ya sea por parte de las instituciones universitarias o por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) dirigidas a estudiar el Módulo Resiliente de los materiales de pavimento que se utilizaran más comúnmente en Nicaragua. De este modo se podría establecer correlaciones entre esta propiedad y el CBR o los coeficientes de capas como lo recomienda la AASHTO en su guía de diseño.

Es Aconsejable, para que la obra tenga éxito se le brinde además un mantenimiento periódico, debe resaltarse el hecho de que un buen mantenimiento rutinario y periódico siempre costará menos que la rehabilitación de una carretera deteriorada por falta de este.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures American Association of States Highway and Transportation Official 1994.
- Estudio del Plan Nacional de Transporte (PNT)  
Plan de Infraestructura vial.
- Mecánica de Suelos.  
Juárez Badillo. Rico Rodríguez.  
Tomo 2  
Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)  
Dirección General de Vialidad  
Informe Final
- Módulo de Diseño de Pavimento Flexible  
Ingeniero Israel Morales.
- MTI Ministerio de Transporte e Infraestructura. 2004 (NII-2000)  
Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos  
Calles y Puentes.
- Red Vial de NIC-2000.  
Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua.

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# ANEXOS

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# ANEXO "B"

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

## RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR.

Estación	Calasificación del Material	% de Compactación reproducido	% de Hinchamiento	Tipo de Compactación usada	RESISRENCIA A LA PENETRACIÓN									C.B.R. a Penetración de:		Promedio
					0.000"	0.025"	0.050"	0.075"	0.100"	0.150"	0.200"	0.300"	0.400"	0.1"	0.2"	
31+000-36+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22	42	80	100	132	165	230	285	30.8	33.9	32.4
		95%	0.00%	Lbs	0	42	69	101	138	180	221	303	346	42.5	45.4	44.0
		100%	0.00%	Lbs	0	65	130	173	200	250	313	389	454	61.7	64.3	63.0
36+000-41+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	30	51	81	108	156	182	251	297	33.3	35.1	34.2
		95%	0.00%	Lbs	0	56	108	130	171	204	281	368	451	52.7	57.8	55.3
		100%	0.00%	Lbs	0	65	125	160	195	259	320	432	519	60.0	65.8	62.9
41+000-46+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	26	51	73	93	128	159	209	240	28.7	32.7	30.7
		95%	0.00%	Lbs	0	32	67	93	113	136	180	238	281	34.8	37.0	35.9
		100%	0.00%	Lbs	0	61	108	130	160	203	255	307	348	49.3	52.4	50.9
46+000-51+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	24	52	92	109	157	182	252	298	33.6	35.3	34.5
		95%	0.00%	Lbs	0	65	108	130	172	216	267	346	452	53.0	54.9	54.0
		100%	0.00%	Lbs	0	86	130	151	194	247	300	389	476	59.8	61.7	60.8
51+000-56+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22	37	53	66	87	108	140	170	20.3	21.8	21.1
		95%	0.00%	Lbs	0	43	87	108	130	161	193	220	246	40.0	39.7	39.9
		100%	0.00%	Lbs	0	65	108	152	185	237	289	359	411	57.0	59.4	58.2
56+000-61+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22	50	80	95	155	182	250	296	29.3	37.4	33.4
		95%	0.00%	Lbs	0	61	108	130	170	203	277	367	433	52.4	56.9	54.7
		100%	0.00%	Lbs	0	74	130	151	192	245	298	376	454	59.2	61.2	60.2
61+000-66+000	A-1-a (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	25	53	83	110	158	173	253	299	33.9	27.6	30.8
		95%	0.00%	Lbs	0	65	108	151	173	206	268	324	380	53.3	55.0	54.2
		100%	0.00%	Lbs	0	108	151	194	229	281	333	411	454	70.7	68.4	69.6
31+000-36+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	23	41	60	90	120	150	200	253	27.8	30.8	29.3
		95%	0.00%	Lbs	0	38	63	84	120	160	200	250	302	37.0	41.1	39.1
		100%	0.00%	Lbs	0	65	130	173	200	233	305	376	432	61.7	62.7	62.2

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR.

Estación	Calificación del Material	% de Compactación reproducido	% de Hinchamiento	Tipo de Compactación usada	RESISRENCIA A LA PENETRACIÓN									C.B.R. a Penetración de:		Promedio
					0.000"	0.025"	0.050"	0.075"	0.100"	0.150"	0.200"	0.300"	0.400"	0.1"	0.2"	
36+000-41+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	26 240	44 407	62 573	93 860	123 1,138	154 1,424	203 1,878	256 2,368	28.7	31.7	30.2
		95%	0.00%	Lbs	0	41 379	66 610	87 805	123 1,138	164 1,517	204 1,887	254 2,350	307 2,840	37.9	41.9	39.9
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	130 1,202	173 1,600	203 1,878	238 2,783	308 2,849	389 3,598	432 3,996	62.6	63.3	63.0
41+000-46+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	21 194	48 444	77 712	129 1,240	160 1,480	205 1,960	264 2,442	311 2,877	41.3	43.6	42.5
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	87 804	124 1,147	166 1,535	222 2,053	279 2,581	346 3,200	432 3,996	51.1	57.3	54.2
		100%	0.00%	Lbs	0	69 638	108 999	173 1,600	200 1,850	269 2,488	319 2,951	411 3,801	478 4,403	61.7	65.6	63.7
46+000-51+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	44 407	45 601	108 999	130 1,202	161 1,489	206 1,905	265 2,451	312 2,886	40.0	42.3	41.2
		95%	0.00%	Lbs	0	65 601	108 999	130 1,202	167 1,545	223 2,063	280 2,590	368 3,404	441 4,080	51.5	57.6	54.6
		100%	0.00%	Lbs	0	87 805	151 1,397	173 1,600	220 2,035	270 2,497	346 3,200	461 4,264	548 5,069	67.8	71.1	69.5
51+000-56+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22 203	54 501	65 601	88 814	118 1,091	148 1,369	198 1,831	251 2,322	27.1	30.4	28.8
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	73 675	97 897	118 1,091	158 1,461	198 1,831	248 2,294	300 2,775	36.4	40.7	38.6
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	130 1,202	151 1,397	198 1,831	231 2,137	303 2,803	367 3,395	432 3,996	61.0	62.3	61.7
56+000-61+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	19 176	40 370	60 555	79 731	111 1,027	140 1,295	184 1,702	216 1,998	24.3	28.8	26.6
		95%	0.00%	Lbs	0	36 333	65 601	93 860	125 1,156	162 1,498	200 1,850	259 2,396	303 2,803	38.5	41.1	39.8
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	108 999	151 1,397	188 1,739	245 2,266	310 2,867	420 3,885	488 4,514	58.0	63.7	60.9
61+000-66+000	A-1-b (0) (BASE)	90%	0.00%	Lbs	0	26 240	44 407	62 573	93 860	123 1,138	154 1,424	203 1,878	256 2,368	28.7	31.7	30.2
		95%	0.00%	Lbs	0	41 379	66 610	87 805	130 1,202	164 1,517	204 1,887	254 2,349	307 2,840	40.0	41.9	41.0
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	130 1,202	173 1,600	203 1,878	260 2,405	308 2,849	389 3,598	432 3,996	62.6	63.3	63.0
31+000-36+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22 203	36 333	61 584	81 749	109 1,008	128 1,184	152 1,406	190 1,757	25.0	26.3	25.7
		95%	0.00%	Lbs	0	45 416	86 795	108 999	128 1,184	183 1,508	198 1,831	259 2,396	298 2,756	39.5	40.7	40.1
		100%	0.00%	Lbs	0	66 610	130 1,202	151 1,400	178 1,646	218 2,016	258 2,386	314 2,904	398 3,400	54.9	53.0	54.0
36+000-41+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	20 185	40 370	61 564	84 777	112 1,039	140 1,295	191 1,767	216 1,998	25.9	28.8	27.4
		95%	0.00%	Lbs	0	45 416	87 805	99 916	133 1,230	155 1,434	209 1,933	281 2,600	324 2,997	41.0	43.0	42.0
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	109 1,008	130 1,203	160 1,480	212 1,961	253 2,340	324 2,997	389 3,598	49.3	52.0	50.7

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR.

Estación	Calificación del Material	% de Compactación reproducido	% de Hinchamiento	Tipo de Compactación usada	RESISRENCIA A LA PENETRACIÓN										C.B.R. a Penetración de:		Promedio
					0.000"	0.025"	0.050"	0.075"	0.100"	0.150"	0.200"	0.300"	0.400"	0.1"	0.2"		
41+000-46+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	30 277	43 398	60 555	80 740	118 1,091	127 1,175	151 1,397	182 1,683	24.7	26.1	25.4	
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	63 583	93 860	127 1,175	162 1,498	197 1,822	253 2,340	298 2,756	39.2	40.5	39.9	
		100%	0.00%	Lbs	0	66 610	108 999	162 1,498	177 1,637	217 2,007	257 2,377	308 2,850	346 3,200	54.6	52.8	53.7	
46+000-51+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	27 250	48 444	68 814	88 814	124 1,147	154 1,424	206 1,905	243 2,248	27.1	31.7	29.4	
		95%	0.00%	Lbs	0	35 324	65 601	87 805	110 1,017	150 1,387	179 1,650	240 2,220	267 2,470	34.0	36.8	35.4	
		100%	0.00%	Lbs	0	43 398	87 805	109 1,008	135 1,249	175 1,619	212 1,961	259 2,396	324 2,997	41.6	43.6	42.6	
51+000-56+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	25 231	46 425	66 610	86 795	122 1,218	152 1,406	204 1,867	241 2,229	26.5	31.2	28.9	
		95%	0.00%	Lbs	0	35 24	49 483	77 712	110 1,017	148 1,389	182 1,683	238 2,201	265 2,451	33.3	36.4	34.9	
		100%	0.00%	Lbs	0	45 416	93 860	108 999	133 1,230	173 1,600	196 1,813	260 2,405	299 2,766	41.0	40.3	40.7	
56+000-61+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	22 203	38 351	63 583	83 768	121 1,119	130 1,202	151 1,397	173 1,600	25.6	26.7	26.2	
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	66 351	108 999	130 1,202	165 1,526	20 1,860	238 2,201	281 2,600	40.0	41.1	40.6	
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	108 999	151 1,397	180 1,665	220 2,025	260 2,405	324 2,997	370 3,422	55.5	53.4	54.5	
61+000-66+000	A-2-4 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	26 240	47 435	67 620	87 805	123 1,138	153 1,415	205 1,896	242 2,238	26.8	31.4	29.1	
		95%	0.00%	Lbs	0	36 333	65 605	86 795	109 1,008	149 1,378	178 1,646	239 2,211	277 2,562	33.6	36.6	35.1	
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	86 796	108 999	134 1,239	174 1,609	203 1,878	259 2,396	303 2,803	41.3	41.7	41.5	
36+000-41+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	18 166	33 305	42 388	60 555	70 647	80 740	91 842	105 971	18.5	16.4	17.5	
		95%	0.00%	Lbs	0	27 250	44 407	60 555	74 684	87 805	100 925	115 1,064	131 1,212	22.8	20.6	21.7	
		100%	0.00%	Lbs	0	38 351	60 555	78 721	85 286	103 953	122 1,126	133 1,221	148 1,369	26.2	25.0	25.6	
41+000-46+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	18 166	38 351	62 573	90 832	108 999	132 1,221	171 1,582	198 1,231	27.7	27.1	27.4	
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	65 601	85 786	120 1,110	153 1,415	190 1,797	251 2,322	300 2,775	37.0	39.0	38.0	
		100%	0.00%	Lbs	0	58 518	86 795	130 1,202	182 1,498	215 1,989	260 2,405	357 3,302	440 4,070	49.9	53.4	51.7	
46+000-51+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	24 222	44 407	65 601	87 805	105 971	134 1,240	168 1,554	195 1,804	26.8	27.5	27.2	
		95%	0.00%	Lbs	0	43 398	69 638	97 897	177 1,082	150 1,387	187 1,730	248 2,294	281 2,599	36.0	38.4	37.2	
		100%	0.00%	Lbs	0	65 601	108 999	130 1,202	167 1,545	195 1,804	257 2,377	324 2,997	376 3,478	51.5	52.8	52.2	

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR.

Estación	Calasificación del Material	% de Compactación reproducido	% de Hinchamiento	Tipo de Compactación usada	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN									C.B.R. a Penetración de:		Promedio
					0.000"	0.025"	0.050"	0.075"	0.100"	0.150"	0.200"	0.300"	0.400"	0.1"	0.2"	
51+000-56+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	24	46	67	88	122	150	195	230	27.1	30.8	29.0
		95%	0.00%	Lbs	0	222	425	620	814	1,128	1,387	1,804	2,127	44.0	46.2	45.1
		100%	0.00%	Lbs	0	26	54	65	80	107	132	173	194	57.0	61.9	59.5
56+000-51+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	2	4	6	8	10	12	15	18	26.5	26.3	26.4
		95%	0.00%	Lbs	0	18	37	5	74	92	111	139	166	35.8	38.2	37.0
		100%	0.00%	Lbs	0	3	6	8	11	14	17	20	22	51.2	52.6	51.9
61+000-66+000	A-2-6 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	8	12	15	19	24	29	37	43	28.7	27.8	28.3
		95%	0.00%	Lbs	0	74	111	139	176	222	268	342	398	37.9	39.7	28.8
		100%	0.00%	Lbs	0	15	20	25	30	38	45	55	66	53.3	54.0	53.7
66+000-41+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	7	10	12	15	20	25	33	41	18.8	21.6	20.2
		95%	0.00%	Lbs	0	165	92	111	139	185	231	305	379	25.6	29.8	27.7
		100%	0.00%	Lbs	0	12	17	21	23	28	33	39	45	37.0	37.0	37.0
41+000-46+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	8	15	20	26	31	40	48	52	12.9	13.8	13.4
		95%	0.00%	Lbs	0	74	139	185	240	287	370	444	481	20.0	21.4	20.7
		100%	0.00%	Lbs	0	13	21	30	42	51	60	78	91	26.5	29.0	27.8
46+000-61+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	9	13	22	24	29	33	39	39	14.8	15.0	14.9
		95%	0.00%	Lbs	0	83	120	203	222	268	305	361	361	24.0	22.2	23.1
		100%	0.00%	Lbs	0	13	22	43	35	43	52	65	78	31.1	27.7	29.4
51+000-56+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	11	16	35	30	37	50	68	86	13.9	14.4	14.2
		95%	0.00%	Lbs	0	102	148	324	277	342	462	629	795	24.0	22.2	23.1
		100%	0.00%	Lbs	0	16	23	35	44	55	68	86	97	28.7	26.7	27.7
56+000-61+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	9	16	24	28	39	46	61	72	14.5	14.8	14.7
		95%	0.00%	Lbs	0	83	148	222	259	361	426	564	666	24.7	22.6	23.7
		100%	0.00%	Lbs	0	16	27	38	45	59	73	99	114	29.3	27.1	28.2

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





# Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

## RESULTADOS DE PRUEBAS DE CBR.

Estación	Calificación del Material	% de Compactación reproducido	% de Hinchamiento	Tipo de Compactación usada	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN									C.B.R. a Penetración de:		Promedio
					0.000"	0.025"	0.050"	0.075"	0.100"	0.150"	0.200"	0.300"	0.400"	0.1"	0.2"	
61+000-66+000	A-2-7 (0) (BASE Y SUBBASE)	90%	0.00%	Lbs	0	12	22	37	59	77	103	138	163	18.2	21.2	19.7
					0	111	203	342	546	712	953	1,276	1,508			
					0	26	54	65	80	107	132	173	194			
		95%	0.00%	Lbs	0	240	500	601	740	990	1,221	1,600	1,794	24.7	27.1	25.9
					0	43	65	108	119	146	176	216	238			
					0	398	601	999	1,101	1,350	1,628	1,998	2,201			
31+000-36+000	A-7-5 (8-14) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	2	4	6	8	10	12	15	18	2.5	2.5	2.5
					0	18	37	5	74	92	111	139	166			
					0	3	6	8	11	14	17	20	22			
		95%	0.00%	Lbs	0	28	55	74	102	129	157	185	203	3.4	3.5	3.5
					0	6	10	14	17	21	25	29	33			
					0	55	92	129	157	194	231	268	305			
36+000-41+000	A-7-5 (1-14) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	8	12	15	19	24	29	37	43	5.9	5.9	5.9
					0	74	111	139	176	222	268	342	398			
					0	15	20	25	30	38	45	55	66			
		95%	0.00%	Lbs	0	139	185	231	277	351	416	509	610	9.2	9.2	9.2
					0	20	25	35	40	50	58	71	85			
					0	185	231	324	370	462	536	657	786			
46+000-51+000	A-7-5 (3-16) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	7	10	12	15	20	25	33	41	4.6	5.1	4.9
					0	165	92	111	139	185	231	305	379			
					0	12	17	21	23	28	33	39	45			
		95%	0.00%	Lbs	0	111	157	194	213	259	305	361	416	7.0	6.8	6.9
					0	15	20	26	30	37	43	54	65			
					0	139	185	240	277	342	398	499	601			
51+000-56+000	A-7-5 (5) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	8	15	20	26	31	40	48	52	8.0	8.2	8.1
					0	74	139	185	240	287	370	444	481			
					0	13	21	30	42	51	60	78	91			
		95%	0.00%	Lbs	0	120	194	277	388	472	555	721	842	12.9	12.3	12.6
					0	26	39	52	60	78	89	112	129			
					0	240	360	481	555	721	823	1,036	1,193			
61+000-66+000	A-7-5 (2-10) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	9	13	22	24	29	33	39	39	7.4	6.8	7.1
					0	83	120	203	222	268	305	361	361			
					0	13	22	43	35	43	52	65	78			
		95%	0.00%	Lbs	0	120	203	398	324	398	481	601	721	10.8	10.7	10.8
					0	17	30	22	50	60	73	92	111			
					0	157	277	203	462	555	675	852	1,027			
31+000-66+000	A-6 (5-7) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	11	16	35	30	37	50	68	86	9.2	10.2	9.7
					0	102	148	324	277	342	462	629	795			
					0	16	23	35	44	55	68	86	97			
		95%	0.00%	Lbs	0	148	213	324	407	509	629	795	897	13.5	14.0	13.8
					0	18	32	41	54	75	89	119	139			
					0	166	296	379	499	694	823	1,100	1,286			
31+000-66+000	A-4 Y A-5 (0-9) (TERRACERÍA)	90%	0.00%	Lbs	0	9	16	24	28	39	46	61	72	8.6	9.5	9.1
					0	83	148	222	259	361	426	564	666			
					0	16	27	38	45	59	73	99	114			
		95%	0.00%	Lbs	0	148	250	351	416	546	675	916	1,054	13.9	15.0	14.5
					0	22	42	53	64	86	97	124	151			
					0	204	388	490	592	796	897	1,147	1,397			

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

## RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Proyecto Santa Rita - Izapa  
 Sondeos Desde la estación 31+000 hasta la estación 66+000

Est.	Sondeo N°	Profund. (cm)	Muestra N°	Porcentaje que pasa por Tamiz									L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	Clasificación (H.R.B.)	G (%)	S (%)	F (%)	W (%)			
				1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40	#200											
31+000	8	0 a 6	31																Carp (Asf)				
31+000	8	6 a 100	32	100%	97%	92%	86%	82%	69%	54%	27%	9%	-	-	-	A-1-b (0)	31%	60%	9%	9.0%			
31+200	9	0 a 5	34																	Carp (Asf)			
31+200	9	5 a 16	35	100%	89%	83%	77%	70%	50%	40%	23%	10%	31.00	26.00	5.00	A-1-a (0)	50%	40%	10%	8.1%			
31+200	9	16 a 100	36	100%	100%	100%	99%	97%	85%	68%	43%	21%	34.00	28.00	6.00	A-1-b (0)	15%	64%	21%	13.2%			
31+400	10	0 a 5	38A																	Carp (Asf)			
31+400	10	5 a 86	40	100%	99%	99%	99%	89%	72%	55%	34%	18%	32.00	27.00	5.00	A-1-b (0)	28%	54%	18%	10.1%			
31+400	10	86 a 100	41	100%	100%	100%	100%	99%	94%	85%	49%	23%	50.00	38.00	12.00	A-2-7 (0)	6%	71%	23%	36.4%			
31+600	11	0 a 6	42																	Carp (Asf)			
31+600	11	6 a 54	44	100%	89%	83%	77%	70%	50%	40%	23%	10%	31.00	26.00	5.00	A-1-a (0)	50%	40%	10%	12.5%			
31+600	11	54 a 100	45	100%	100%	100%	99%	97%	85%	68%	43%	21%	34.00	28.00	6.00	A-1-b (0)	15%	64%	21%	21.8%			
31+800	12	0 a 4	48																	Carp (Asf)			
31+800	12	4 a 10	49	100%	89%	83%	77%	70%	50%	40%	23%	10%	31.00	26.00	5.00	A-1-a (0)	50%	40%	10%	13.0%			
31+800	12	10 a 69	50	100%	100%	100%	99%	97%	85%	68%	43%	21%	34.00	28.00	6.00	A-1-b (0)	15%	64%	21%	11.3%			
31+800	12	69 a 100	53	100%	100%	100%	100%	99%	85%	71%	62%	51%	51.00	30.00	21.00	A-7-5 (8)	15%	34%	51%	11.1%			
32+000	13	0 a 5	54																	Carp (Asf)			
32+000	13	5 a 23	55	100%	89%	83%	77%	70%	50%	40%	23%	10%	31.00	26.00	5.00	A-1-a (0)	50%	40%	10%	9.3%			
32+000	13	23 a 90	57	100%	100%	100%	99%	97%	85%	68%	43%	21%	34.00	28.00	6.00	A-1-b (0)	15%	64%	21%	13.7%			
32+000	13	90 a 100	59	100%	100%	100%	100%	99%	85%	71%	62%	51%	51.00	30.00	21.00	A-7-5 (8)	15%	34%	51%	11.1%			
32+200	14	0 a 6	58A																	Carp (Asf)			
32+200	14	6 a 31	59A	100%	89%	83%	77%	70%	50%	40%	23%	10%	31.00	26.00	5.00	A-1-a (0)	50%	40%	10%	10.4%			
32+200	14	31 a 100	60	100%	100%	100%	99%	97%	85%	68%	43%	21%	34.00	28.00	6.00	A-1-b (0)	15%	64%	21%	19.0%			
32+300	15	0 a 6	61																	Carp (Asf)			
32+300	15	6 a 74	62	100%	100%	93%	85%	79%	64%	51%	36%	20%	29.00	28.00	1.00	A-1-b (0)	36%	44%	20%	16.5%			
32+300	15	74 a 100	64	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	95%	82%	51.00	33.00	18.00	A-7-5 (13)	0%	18%	82%	29.0%			
32+500	16	0 a 5	66																	Carp (Asf)			
32+500	16	5 a 60	67	100%	100%	93%	85%	79%	64%	51%	36%	20%	29.00	28.00	1.00	A-1-b (0)	36%	44%	20%	15.6%			
32+500	16	60 a 100	69	100%	100%	100%	100%	96%	80%	64%	38%	17%	29.00	22.00	7.00	A-2-4 (0)	20%	63%	17%	6.5%			
32+700	17	0 a 8	70																	Carp (Asf)			
32+700	17	8 a 82	71	100%	100%	93%	85%	79%	64%	51%	36%	20%	29.00	28.00	1.00	A-1-b (0)	36%	44%	20%	14.8%			
32+700	17	82 a 100	74	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	95%	82%	51.00	33.00	18.00	A-7-5 (13)	0%	18%	82%	30.0%			
32+900	18	0 a 4	75																	Carp (Asf)			
32+900	18	4 a 100	76	100%	100%	93%	85%	79%	64%	51%	36%	20%	29.00	28.00	1.00	A-1-b (0)	36%	44%	20%	9.3%			
33+100	19	0 a 4	78																	Carp (Asf)			
33+100	19	4 a 79	79	100%	100%	93%	85%	79%	64%	51%	36%	20%	29.00	28.00	1.00	A-1-b (0)	36%	44%	20%	10.9%			
33+100	19	79 a 100	82	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	95%	82%	51.00	33.00	18.00	A-7-5 (13)	0%	18%	82%	33.0%			
33+300	20	0 a 5	82A																	Carp (Asf)			
33+300	20	5 a 24	83	100%	86%	80%	74%	65%	50%	42%	26%	13%	27.00	25.00	2.00	A-1-a (0)	50%	37%	13%	8.1%			
33+300	20	24 a 80	84	100%	100%	100%	100%	100%	96%	84%	55%	26%	51.00	30.00	21.00	A-2-7 (1)	4%	70%	26%	17.6%			
33+300	20	80 a 100	85	100%	100%	100%	98%	96%	94%	90%	83%	66%	52.00	41.00	11.00	A-7-5 (8)	6%	28%	66%	30.4%			
33+500	21	0 a 6	87																	Carp (Asf)			
33+500	21	6 a 23	88	100%	86%	80%	74%	65%	50%	42%	26%	13%	27.00	27.00	-	A-1-a (0)	50%	37%	13%	12.5%			
33+500	21	23 a 71	89	100%	100%	100%	100%	100%	96%	84%	55%	26%	51.00	30.00	21.00	A-2-7 (1)	4%	70%	26%	26.6%			
33+500	21	71 a 100	90	100%	100%	100%	98%	96%	94%	90%	83%	66%	52.00	41.00	11.00	A-7-5 (8)	6%	28%	66%	39.0%			
33+700	22	0 a 5	91																	Carp (Asf)			

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
 Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
 Br. Violeta Urbina



# Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

## RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

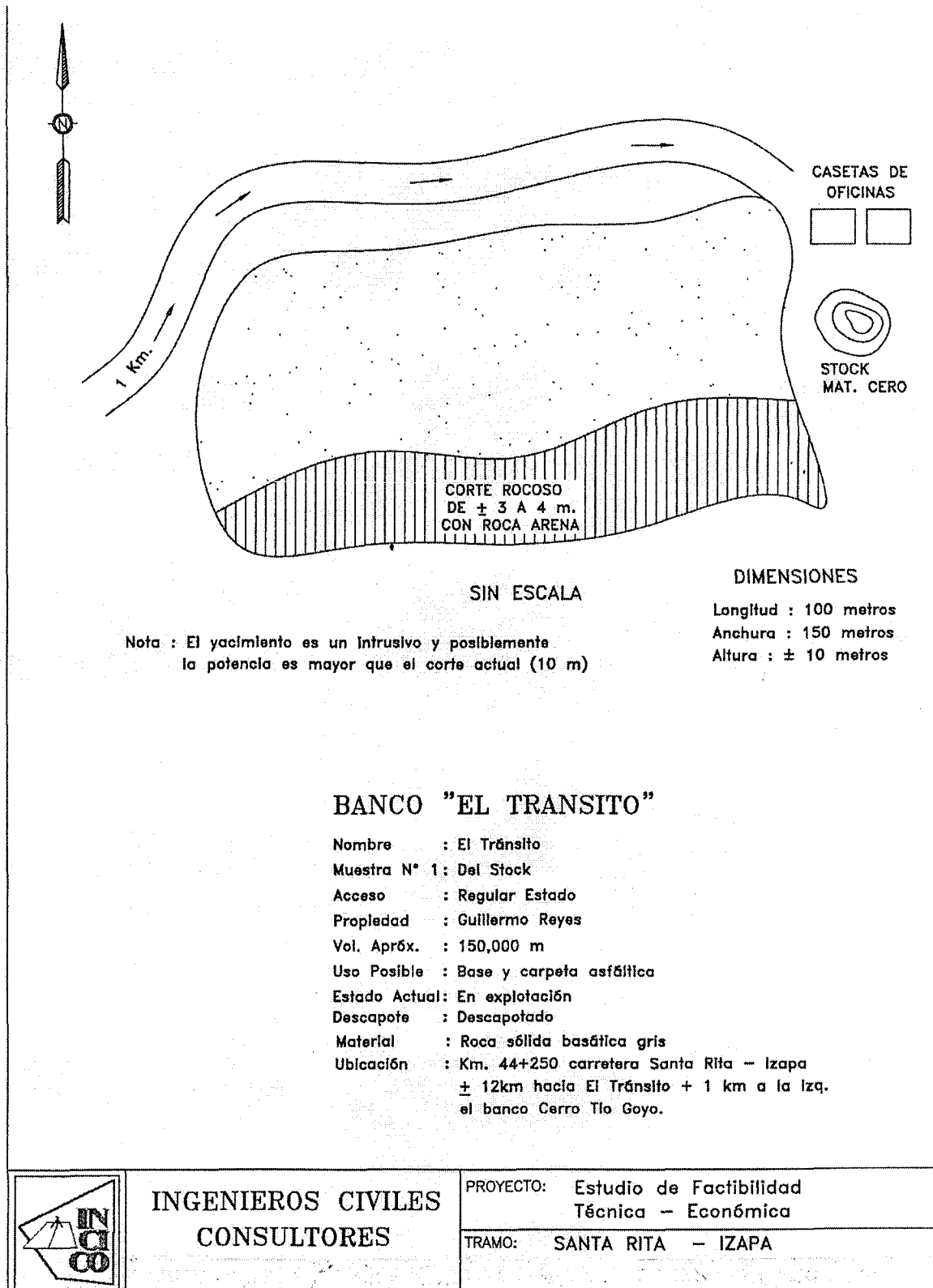
Proyecto Santa Rita - Izapa  
 Sondeos Desde la estación 31+000 hasta la estación 66+000

Est.	Sondeo N°	Profund. (cm)	Muestra N°	Porcentaje que pasa por Tamiz										L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	Clasificación (H.R.B.)	G (%)	S (%)	F (%)	W (%)
				1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40	#200									
33+700	22	5 a 26	92	100%	86%	80%	74%	65%	50%	42%	26%	13%	27.00	27.00	-	A-1-a (0)	50%	37%	13%	8.7%	
33+700	22	26 a 100	93	100%	100%	100%	100%	100%	96%	84%	55%	26%	51.00	30.00	21.00	A-2-7 (1)	4%	70%	26%	24.4%	
33+900	23	0 a 8	94										-	-	-	Carp (Asf)					
33+900	23	8 a 28	95	100%	86%	80%	74%	65%	50%	42%	26%	13%	27.00	27.00	-	A-1-a (0)	50%	37%	13%	9.8%	
33+900	23	28 a 73	96	100%	100%	100%	100%	100%	96%	84%	55%	26%	51.00	30.00	21.00	A-2-7 (1)	4%	70%	26%	19.4%	
33+900	23	73 a 100	98	100%	100%	100%	100%	100%	89%	71%	36%	21%	33.00	26.00	7.00	A-2-4 (0)	11%	68%	21%	17.6%	
34+100	24	0 a 5	99										-	-	-	Carp (Asf)					
34+100	24	5 a 26	100	100%	86%	80%	74%	65%	50%	42%	26%	13%	27.00	27.00	-	A-1-a (0)	50%	37%	13%	7.9%	
34+100	24	26 a 83	101	100%	100%	100%	100%	100%	96%	84%	55%	26%	51.00	30.00	21.00	A-2-7 (1)	4%	70%	26%	19.5%	
34+100	24	83 a 100	102	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	94%	86%	52.00	33.00	19.00	A-7-5 (14)	0%	14%	86%	27.7%	
34+300	25	0 a 4	103										-	-	-	Carp (Asf)					
34+300	25	4 a 23	104	100%	97%	91%	83%	78%	62%	18%	27%	14%	27.00	25.00	3.00	A-1-a (0)	38%	48%	14%	4.8%	
34+300	25	23 a 82	105	100%	94%	92%	88%	83%	67%	52%	33%	21%	38.00	30.00	5.00	A-1-b (0)	33%	46%	21%	7.5%	
34+300	25	82 a 100	106	100%	100%	100%	100%	98%	93%	84%	68%	60%	38.00	30.00	16.00	A-6 (7)	7%	33%	60%	20.6%	
34+500	26	0 a 7	108										-	-	-	Carp (Asf)					
34+500	26	7 a 35	109	100%	97%	94%	87%	82%	68%	51%	27%	11%	27.00	25.00	2.00	A-1-b (0)	32%	57%	11%	7.8%	
34+500	26	35 a 82	110	100%	93%	91%	87%	85%	74%	67%	46%	28%	38.00	30.00	8.00	A-2-4 (0)	26%	46%	28%	16.3%	
34+500	26	82 a 100	111	100%	100%	98%	97%	96%	84%	79%	67%	58%	34.00	21.00	13.00	A-6 (6)	16%	26%	58%	26.3%	
34+750	27	0 a 7	112										-	-	-	Carp (Asf)					
34+750	27	7 a 33	113	100%	97%	94%	87%	82%	68%	51%	27%	11%	27.00	25.00	2.00	A-1-b (0)	32%	57%	11%	7.0%	
34+750	27	33 a 100	114	100%	93%	91%	87%	85%	74%	67%	46%	28%	38.00	30.00	8.00	A-2-4 (0)	26%	46%	28%	18.3%	
35+000	28	0 a 5	117										-	-	-	Carp (Asf)					
35+000	28	5 a 48	118	100%	97%	94%	87%	82%	68%	51%	27%	11%	27.00	25.00	2.00	A-1-b (0)	32%	57%	11%	15.5%	
35+000	28	48 a 60	119	100%	93%	91%	87%	85%	74%	67%	46%	28%	38.00	30.00	8.00	A-2-4 (0)	26%	46%	28%	23.8%	
35+000	28	60 a 100											-	-	-	Roca (I)					
35+200	29	0 a 6	122										-	-	-	Carp (Asf)					
35+200	29	6 a 32	123	100%	97%	94%	87%	82%	68%	51%	27%	11%	27.00	25.00	2.00	A-1-b (0)	32%	57%	11%	14.6%	
35+200	29	32 a 100	124	100%	93%	91%	87%	85%	74%	67%	46%	28%	38.00	30.00	8.00	A-2-4 (0)	26%	46%	28%	18.0%	
35+400	30	0 a 5	127										-	-	-	Carp (Asf)					
35+400	30	5 a 35	128	100%	100%	100%	92%	85%	73%	59%	36%	17%	24.00	24.00	-	A-1-b (0)	27%	56%	17%	8.1%	
35+400	30	35 a 60	130	100%	100%	100%	100%	100%	100%	89%	61%	27%	34.00	30.00	4.00	A-2-4 (0)	0%	73%	27%	14.3%	
35+400	30	60 a 100											-	-	-	Roca (I)	100%	0%	0%		
35+600	31	0 a 6	131										-	-	-	Carp (Asf)					
35+600	31	6 a 47	132	100%	100%	100%	92%	85%	73%	59%	36%	17%	24.00	24.00	-	A-1-b (0)	27%	56%	17%	10.6%	
35+600	31	47 a 71	135	100%	100%	100%	100%	100%	100%	89%	61%	27%	34.00	30.00	4.00	A-2-4 (0)	0%	73%	27%	21.5%	
35+600	31	71 a 100	136	100%	100%	100%	99%	96%	79%	70%	54%	42%	30.00	23.00	7.00	A-4 (1)	21%	37%	42%	21.2%	
35+800	32	0 a 6	136A										-	-	-	Carp (Asf)					
35+800	32	6 a 86	137	100%	100%	100%	92%	85%	73%	59%	36%	17%	24.00	24.00	-	A-1-b (0)	27%	56%	17%	12.5%	
35+800	32	86 a 100	139	100%	100%	100%	100%	100%	100%	89%	61%	27%	34.00	30.00	4.00	A-2-4 (0)	0%	73%	27%	20.6%	
36+000	7	0 a 4	26										-	-	-	Carp (Asf)					
36+000	7	4 a 19	27	100%	92%	87%	81%	78%	66%	53%	25%	11%	-	-	-	A-1-b (0)	34%	55%	11%	8.2%	
36+000	7	19 a 59	28	100%	97%	87%	78%	73%	58%	42%	19%	6%	-	-	-	A-1-a (0)	42%	52%	6%	8.1%	
36+000	7	59 a 100	29	100%	100%	94%	87%	82%	67%	52%	26%	9%	-	-	-	A-1-b (0)	33%	58%	9%	8.2%	
36+100	33	0 a 5	140										-	-	-	Carp (Asf)					
36+100	33	5 a 59	141	100%	100%	100%	92%	85%	73%	59%	36%	17%	24.00	24.00	-	A-1-b (0)	27%	56%	17%	13.4%	

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
 Br. Ruth Mercado

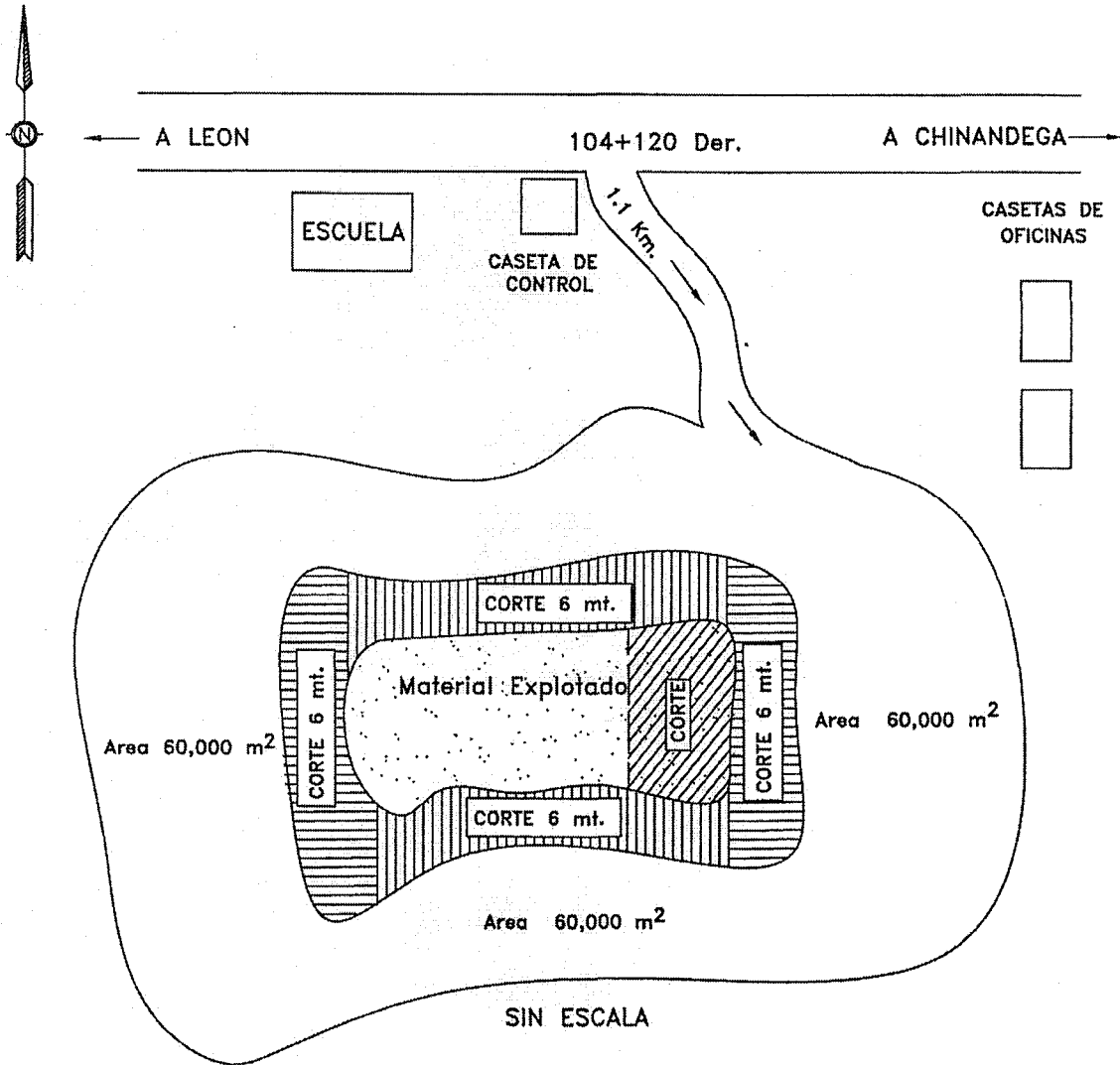
Br. Suhey Pérez  
 Br. Violeta Urbina



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### BANCO "LA PEDRERA"

Nombre : La Pedrera  
Muestra : Del Stock  
Acceso : Buen estado  
Propiedad : Silvio Argüello  
Vol. Apróx. : 360,000 m<sup>3</sup>  
Uso Posible : Base y carpeta asfáltica  
Estado Actual: En explotación  
Descapote : ± 1.0 m  
Material : Roca andesita basalto  
Ubicación : Km 104+120 a la Der.



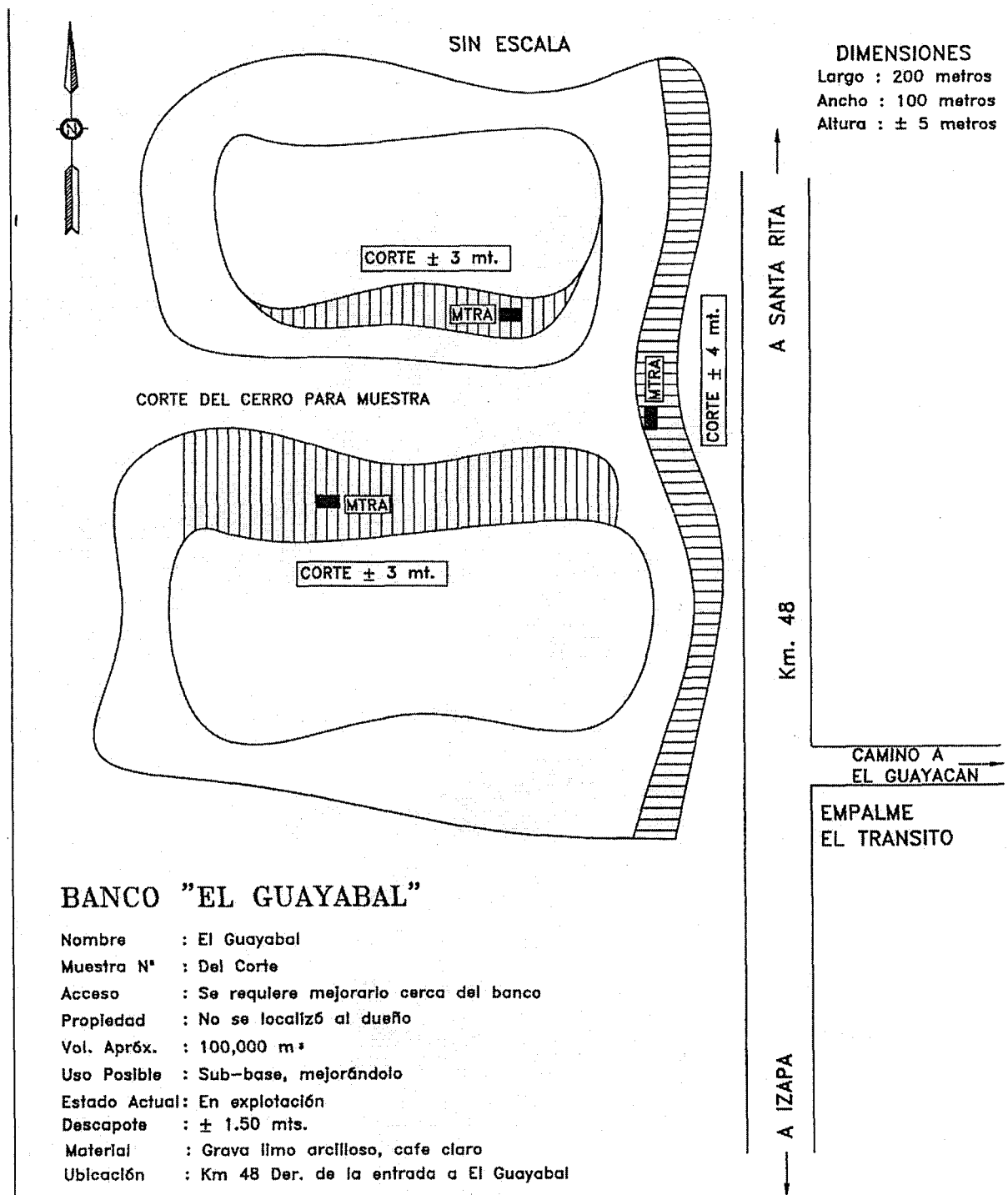
INGENIEROS CIVILES  
CONSULTORES

PROYECTO: Estudio de Factibilidad  
Técnica - Económica  
TRAMO: SANTA RITA - IZAPA

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



### BANCO "EL GUAYABAL"

Nombre : El Guayabal  
Muestra N° : Del Corte  
Acceso : Se requiere mejorarlo cerca del banco  
Propiedad : No se localizó al dueño  
Vol. Apróx. : 100,000 m<sup>3</sup>  
Uso Posible : Sub-base, mejorándolo  
Estado Actual : En explotación  
Descapote : ± 1.50 mts.  
Material : Grava limo arcilloso, café claro  
Ubicación : Km 48 Der. de la entrada a El Guayabal



INGENIEROS CIVILES  
CONSULTORES

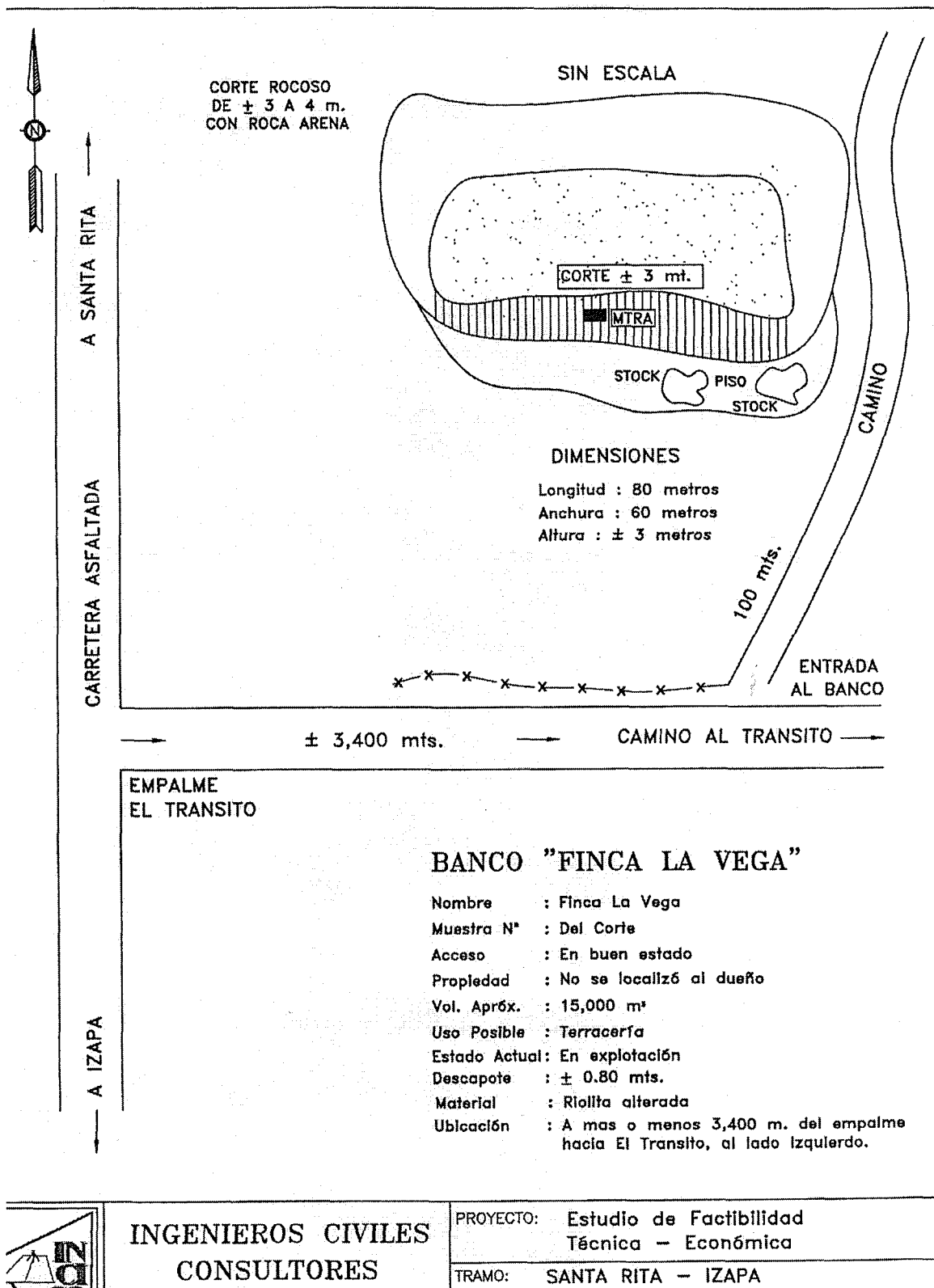
PROYECTO: Estudio de Factibilidad  
Técnica - Económica

TRAMO: SANTA RITA - IZAPA

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# ANEXO "C"

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina

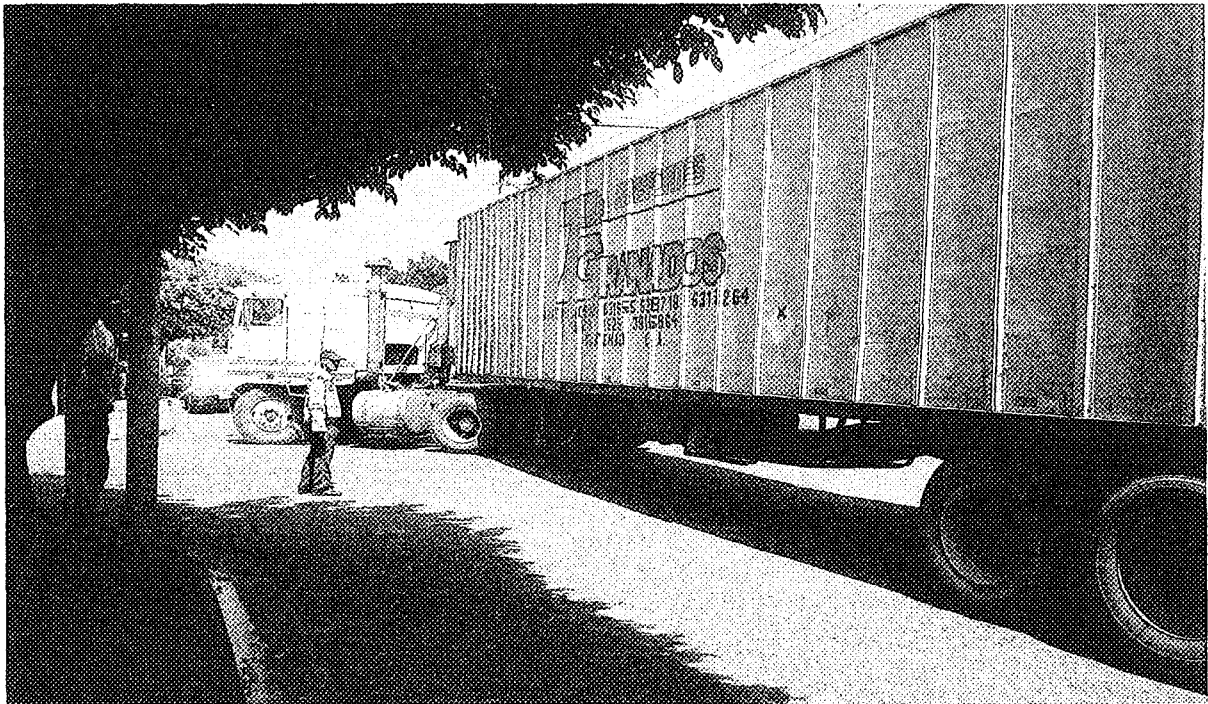


---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina

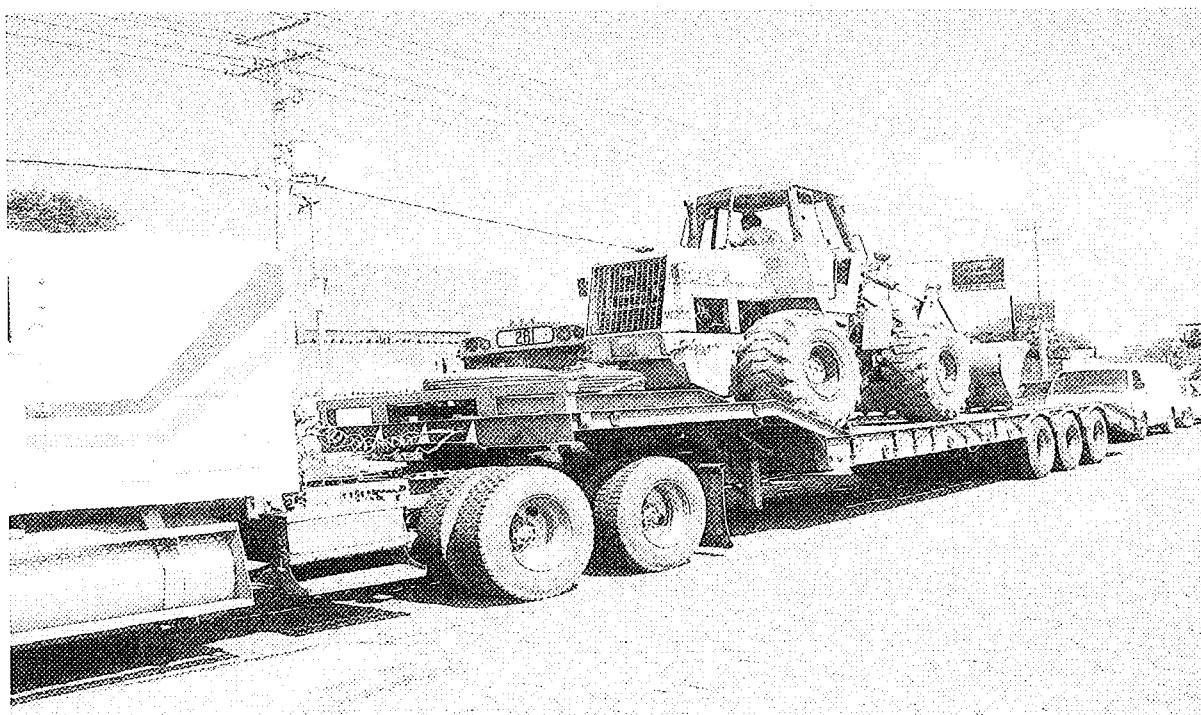
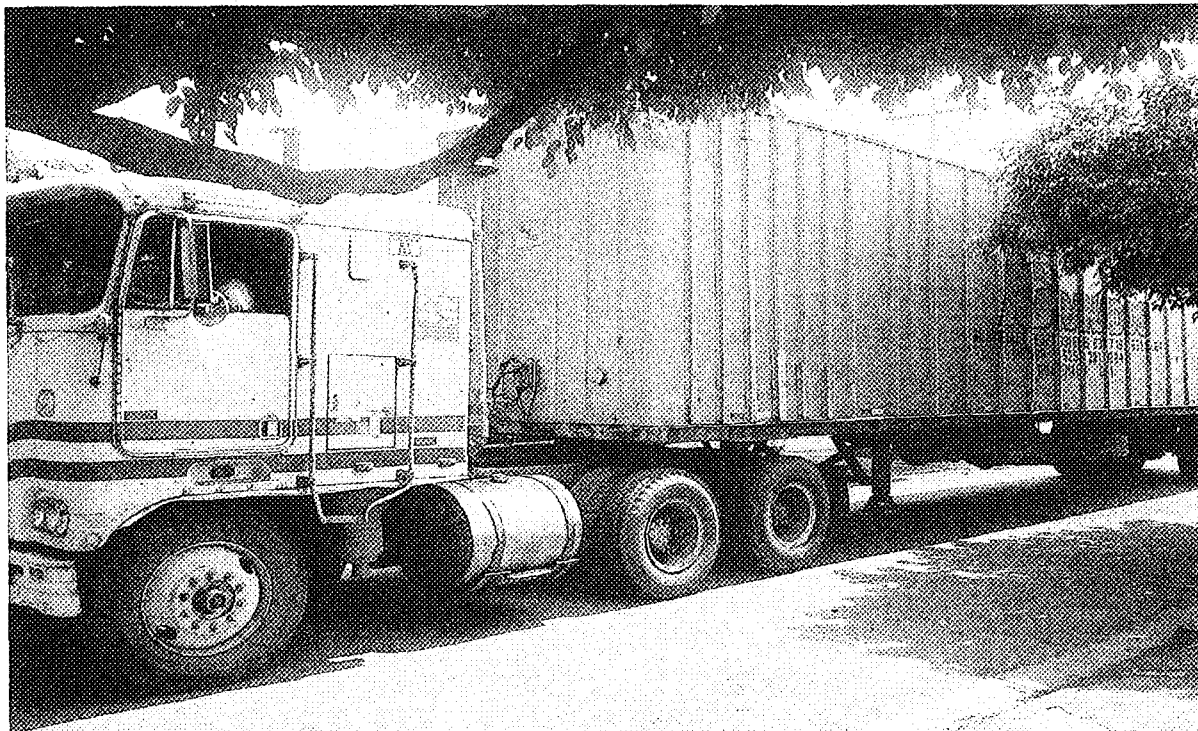


---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



REPUBLICA DE NICARAGUA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD



Uniendo a Nicaragua!

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES**  
**PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (l) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		4,50	9,00					13,50
C3		5,00	16,00				21,00	
			8,00	8,00				
C4		5,00	20,00				25,00	
			6,67	6,66	6,66			
T2-S1		5,00	9,00	9,00			23,00	
T2-S2		5,00	9,00	16,00			30,00	
				8,00	8,00			
T2-S3		5,00	9,00	20,00			34,00	
				6,67	6,66	6,66		
T3-S1		5,00	16,00		9,00		30,00	
			8,00	8,00				
T3-S2		5,00	16,00		16,00		37,00	
			8,00	8,00	8,00	8,00		
T3-S3		5,00	16,00		20,00			41,00
			8,00	8,00	6,67	6,66	6,66	
C2-R2		4,50	9,00	4.0 a	4.0 a		21,50	
		4,50	9,00	6.5 b	6.5 b		26,50	
C3-R2		5,00	16,00		4.0 a	4.0 a	29,00	
		5,00	8,00	8,00	6.5 b	6.5 b	34,00	
C3-R3		5,00	16,00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35,00
		5,00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37,50

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

a : Eje sencillo llanta sencilla.  
b : Eje sencillo llanta doble.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# ANEXO "D"

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**CRITERIO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO (USA) PARA EL DISEÑO MARSHALL**

Criterio para mezcla del método Marshall	Tránsito Liviano carpeta y base		Tránsito mediano carpeta y base		Tránsito pesado carpeta y base	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Compactación, N° de golpes en cada cara de la probeta	35		50		75	
Estabilidad, N Lbs	3,336	0	5,338	0	8,006	0
	7,500	0	1,200	0	1,800	0
Flujo, 0.25mm	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de Vacíos	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA)	70	80	65	78	65	75
<b>NOTA</b> Clasificación del tránsito: Liviano: condiciones de tránsito que resultan en un ESAL de diseño < 10 Mediano: Condiciones de tránsito que resultan en una ESAL de diseño entre 10 y 10 Pesado: Condiciones de tránsito que resultan en un ESAL de diseño > 10(6)						

Fuente: Manual del Instituto del Asfalto.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





Table Axle Load Equivalency Factors, Flexible Pavements, Triple Axles,  $P_t = 2.0$   
[from Ref. 5.4]

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
6	.0004	.0004	.0003	.0003	.0003	.0003
8	.0009	.0010	.0009	.0008	.0007	.0007
10	.002	.002	.002	.002	.002	.001
12	.004	.004	.004	.003	.003	.003
14	.006	.007	.007	.006	.006	.005
16	.010	.012	.012	.010	.009	.009
18	.016	.019	.019	.017	.015	.015
20	.024	.029	.029	.026	.024	.023
22	.034	.042	.042	.038	.035	.034
24	.049	.058	.060	.055	.051	.048
26	.068	.080	.083	.077	.071	.068
28	.093	.107	.113	.106	.098	.094
30	.125	.140	.149	.140	.131	.128
32	.164	.182	.194	.184	.173	.167
34	.213	.233	.248	.238	.225	.217
36	.273	.294	.313	.303	.288	.279
38	.346	.368	.390	.381	.364	.353
40	.434	.458	.481	.473	.454	.443
42	.538	.560	.587	.580	.561	.548
44	.662	.682	.710	.705	.686	.673
46	.807	.825	.852	.849	.831	.818
48	.976	.992	1.015	1.014	.999	.987
50	1.17	1.18	1.20	1.20	1.19	1.18
52	1.40	1.40	1.42	1.42	1.41	1.40
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.95	1.93	1.93	1.94	1.94
58	2.29	2.27	2.24	2.23	2.25	2.27
60	2.67	2.64	2.59	2.57	2.60	2.63
62	3.10	3.06	2.98	2.95	2.99	3.04
64	3.59	3.53	3.41	3.37	3.42	3.49
66	4.13	4.05	3.89	3.83	3.90	3.99
68	4.73	4.63	4.43	4.34	4.42	4.54
70	5.40	5.28	5.03	4.90	5.00	5.15
72	6.15	6.00	5.68	5.52	5.63	5.82
74	6.97	6.79	6.41	6.20	6.33	6.56
76	7.88	7.67	7.21	6.94	7.08	7.36
78	8.88	8.63	8.09	7.75	7.90	8.23
80	9.98	9.69	9.06	8.63	8.79	9.18
82	11.2	10.8	10.1	9.6	9.8	10.2
84	12.5	12.1	11.2	10.6	10.8	11.3
86	13.9	13.5	12.5	11.8	11.9	12.5
88	15.5	15.0	13.8	13.0	13.2	13.8
90	17.2	16.6	15.3	14.3	14.5	15.2

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Table

Axle Load Equivalency Factors, Flexible Pavements, Tandem Axles,  $P_t = 2.0$   
 [from Ref. 5.4]

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	.003	.003	.003	.003	.003	.003
10	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	.103	.117	.124	.117	.109	.106
22	.158	.171	.183	.174	.164	.158
24	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.36	1.36
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.6	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
 Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
 Br. Violeta Urbina



Table Axle Load Equivalency Factors, Flexible Pavements, Single Axles,  $P_t = 2.0$   
[from Ref. 5.4]

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.002	.003	.002	.002	.002	.002
6	.009	.012	.011	.010	.009	.009
8	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	.075	.085	.090	.085	.079	.076
12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina

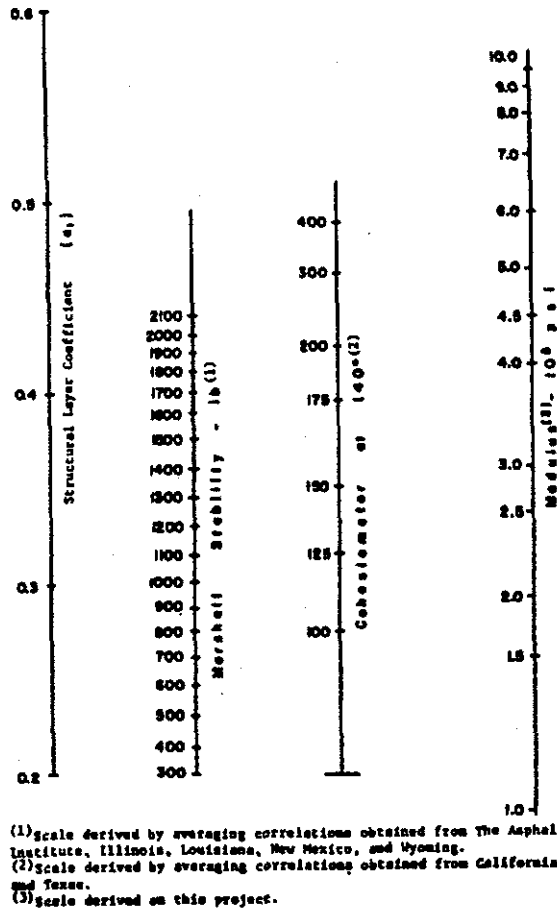
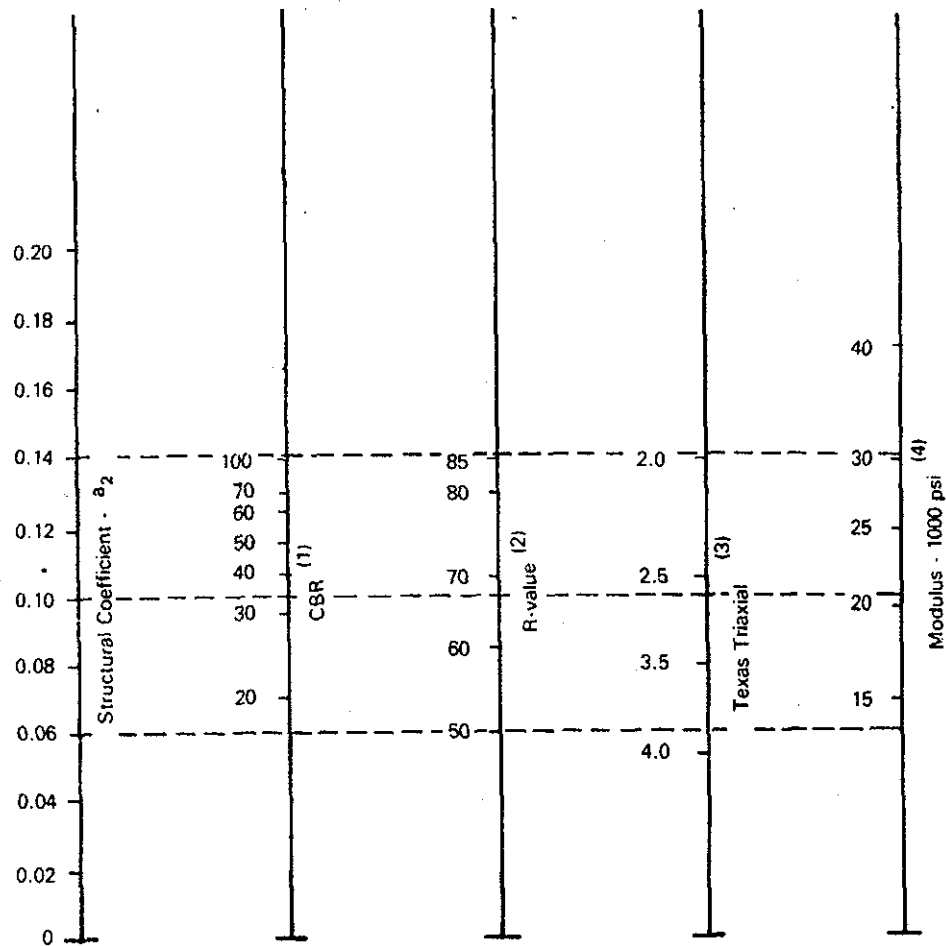


Figure 5.7 Variation in "a<sub>1</sub>" with Surface Course Strength [from Ref. 5.2].

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



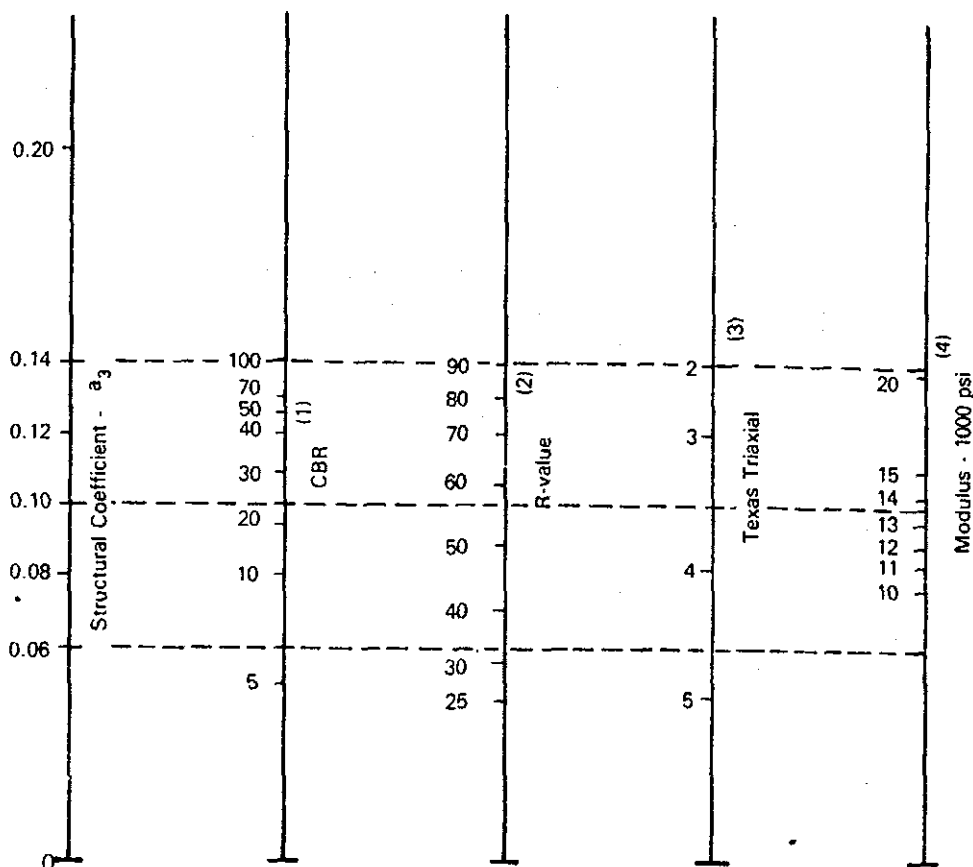
- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Figure 2.6. Variation in Granular Base Layer Coefficient ( $a_2$ ) with Various Base Strength Parameters (3)

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Figure 2.7. Variation in Granular Subbase Layer Coefficient ( $a_3$ ) with Various Subbase Strength Parameters (3)

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina

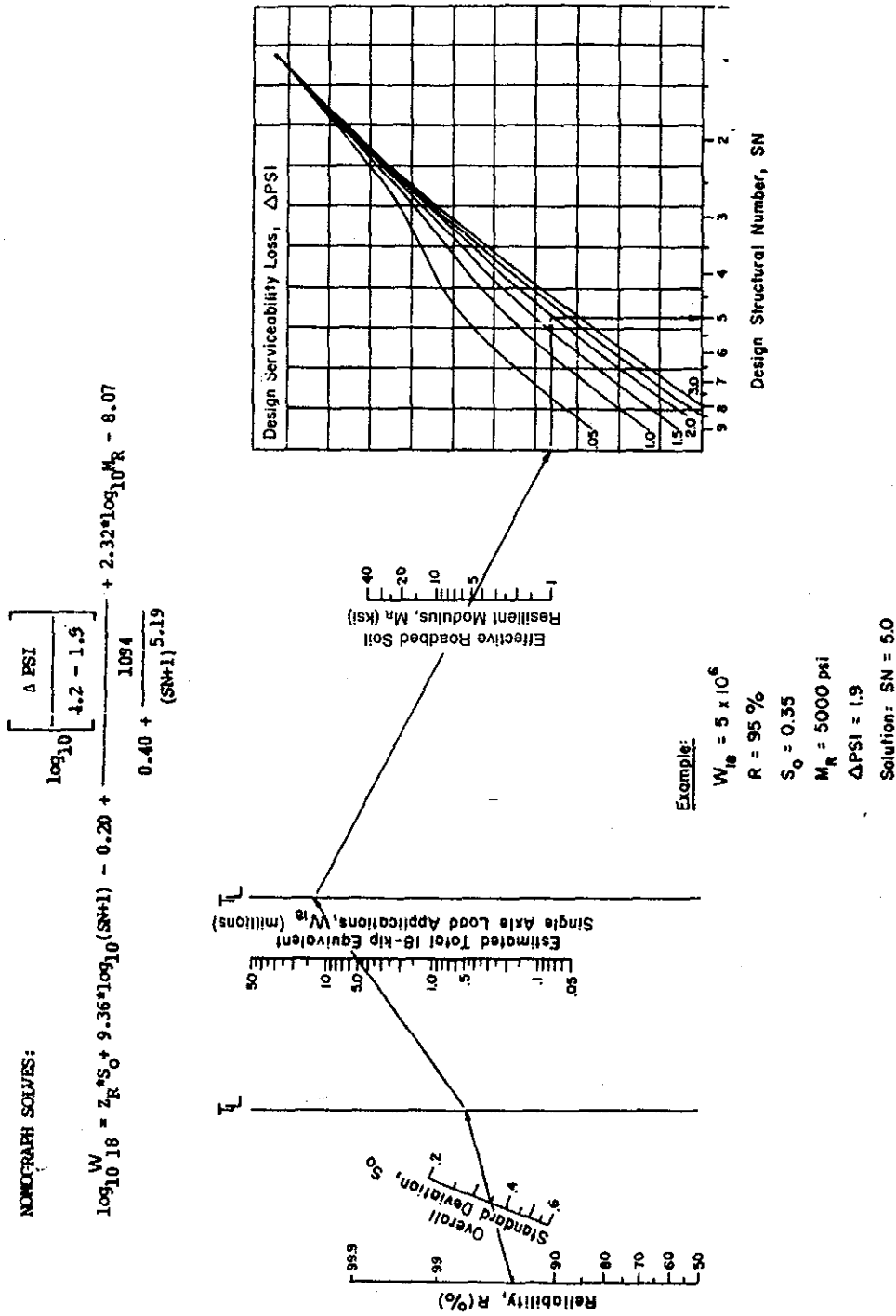


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
 Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
 Br. Violeta Urbina



**TRAMO SANTA RITA - IZAPA  
NORMAS ESPECIALES DE DISEÑO**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALORES</b>
Derecho de Vía (Existente)	m	40.00
Velocidad de diseño	K.P.H	70.00
N° de carriles	Unidad	2.00
Carga de diseño	S/D	HS-20-44+25%
Ancho de carril	m	3.50
Ancho de rodamiento	m	7.00
Ancho de Hombro	m	1.80
Ancho de corona	m	10.60
Vehículo de diseño	tipo	WB-15
Distancia entre ejes	m	15.20
Coefficiente de fricción transversal 70 K.P.H	S/D	0.14
Coefficientes de fricción longitudinal	S/D	0.15
Radio de curvatura mínimo 70K,P,H	m	163.70
Pendiente transversal	%	2.50
Pendiente del hombro	%	4.00
Pendiente longitudinal máxima	%	7.50
Pendiente longitudinal mínima (Existente)	%	0.00
Pendiente longitudinal relativa para superelev. 70K.P.H	%	0.50
Superelevación máxima	%	8.00
Método de cálculo de superelevación	S/D	V
Distancia de visibilidad de paradas 70 K.P.H	m	90.00
Distancia de visibilidad de rebase 70 K.P.H	m	470.00
Sobrecancho de relleno de 2m a 6m	m	0.60
Sobrecancho de relleno mayores de 6m	m	10%H

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina





# ANEXO "E"

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

Concepto 201 (1)	Und	Cantidad	P.U (US\$)	Importe (US\$)
1 Operador de Tractor	HR	1.00	1.42	1.42
2 Ayudantes de construcción	HR	3.00	0.52	1.56
3 Alquiler de Tractor D - 6	HR	1.00	84.86	84.86
<b>Costo Unitario ( US\$ ) 732</b>	<b>HA</b>	<b>0.12</b>		<b>87.84</b>

Concepto 203 ( 3 )	Und	Cantidad	P.U (US\$)	Importe (US\$)
1 Operador de Tractor	HR	1.00	1.42	1.42
2 Operador de Mototrailla	HR	1.00	1.42	1.42
3 Operador de Motoniveladora	HR	1.00	1.42	1.42
4 Operador de Cisterna	HR	1.00	1.11	1.11
5 Operador de Vibrocompactadora	HR	1.00	1.24	1.24
6 Ayudante de construcción	HR	3.00	0.52	1.56
7 Alquiler de tractor D - 6	HR	1.00	84.86	84.86
8 Alquiler de Mototrailla	HR	1.00	87.22	87.21
9 Alquiler de Motoniveladora	HR	1.00	61.92	61.92
10 Alquiler de Cisterna	HR	1.00	41.29	41.29
11 Alquiler de Vibrocompactadora	HR	1.00	85.00	85.00
<b>Costos Unitarios (US\$) 6.14/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>60.00</b>		<b>368.45</b>

Concepto 206 ( 2 )	Und	Cantidad	P.U (US\$)	Importe (US\$)
1 Operador de camión Volquete	HR	4.00	1.48	5.92
2 Ayudantes de Construcción	HR	1.00	0.52	0.52
3 Alquiler de Camión Volquete	HR	4.00	42.81	171.24
<b>Costos Unitarios (US\$) 1.11/M<sup>3</sup>-Km</b>	<b>M<sup>3</sup>-Km</b>	<b>160.00</b>	<b>SAL</b>	<b>177.68</b>

Concepto 207 ( 1 )	Und	Cantidad	P.U (US\$)	Importe (US\$)
1 Ayudante de Construcción	HR	2.00	0.52	1.04
2 Operador de Retroexcavadora	HR	1.00	1.48	1.48
3 Alquiler de Retroexcavadora	HR	1.00	82.00	82.00
<b>Costos Unitarios (US\$) 14.09/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>6.00</b>		<b>84.52</b>

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

Concepto 304 ( 3 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Operador de tractor D - 7	HR	1.00	1.42	1.42
2 Operador de Cargador Frontal	HR	2.00	1.42	2.84
3 Choferes de Volquete	HR	3.00	1.48	4.44
4 Operador de Motoniveladora	HR	1.00	1.42	1.42
5 Operador de Cisterna	HR	1.00	1.11	1.11
6 Operador de Vibrocompactadora	HR	1.00	1.24	1.24
7 Ayudante de Construcción	HR	1.00	0.52	0.52
8 Alquiler de Tractor D - 7	HR	1.00	84.86	84.86
9 Alquiler de Cargador Frontal	HR	2.00	99.76	199.52
10 Alquiler de Volquetes	HR	3.00	42.81	128.43
11 Alquiler de Motoniveladoras	HR	1.00	61.92	61.92
12 Alquiler de Cisterna	HR	1.00	41.29	41.29
13 Alquiler de Vibrocompactadora	HR	1.00	85.00	85.00
14 Piedra Triturada	M <sup>3</sup>	38.4	12.00	460.8
<b>Costos Unitarios (US\$) 15.81/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>68.00</b>		<b>1,074.81</b>

Concepto 608 ( 2 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañil de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
2 Carpintero de Construcción	HR	1.00	0.84	0.84
3 Ayudante de Construcción	HR	5.00	0.52	2.60
4 Madera de pino	PLG <sup>2</sup> -vr	25.00	0.12	3.00
5 Arena Motastepe	M <sup>3</sup>	0.21	8.42	1.77
6 Cemento Canal	QQ	2.30	5.38	12.37
7 Piedra Bolon	M <sup>3</sup>	0.70	10.50	7.35
8 Agua Potable	M <sup>3</sup>	0.30	0.62	0.19
<b>Costos Unitarios (US\$) 41.51/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>0.70</b>		<b>29.06</b>

Concepto 701 ( 19A )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Operador de Retroexcavadora	HR	1.00	1.48	1.48
2 Operador de Camiones	HR	1.00	1.48	1.48
3 Albañil de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
4 Ayudante de Construcción	HR	3.00	0.52	1.56
5 Alquiler de Retroexcavadora	HR	0.50	82	41.00

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

6 Alquiler de Camiones	HR	0.50	42.81	21.41
7 Tubo 24" Clase II	ML	1.50	76.58	114.87
8 Arena Motastepe	M <sup>3</sup>	0.15	8.42	1.26
9 Cemento Canal	QQ	1.00	5.38	5.38
10 Agua potable	M <sup>3</sup>	0.30	0.62	0.19
<b>Costos Unitarios (US\$) 126.38/ML</b>	<b>ML</b>	<b>1.50</b>	<b>24"</b>	<b>189.57</b>

Concepto 701 ( 19B )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 - 6 Mano de Obra y Equipos (Ver TCR clase II 24")	HR	1.00	67.87	67.87
7 Tubo 30" clase II	ML	1.20	115.48	138.58
8 Arena motastepe	M <sup>3</sup>	0.20	8.42	1.68
9 Cemento Canal	QQ	1.00	5.38	5.38
10 Agua Potable	M <sup>3</sup>	0.30	0.62	0.19
<b>Costos Unitarios (US\$) 178.08/ML</b>	<b>ML</b>	<b>1.20</b>	<b>30"</b>	<b>213.70</b>

Concepto 701 ( 27 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañil de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
2 Ayudante de Construcción	HR	1.00	0.52	0.52
3 Alquiler de Vibromanual	HR	0.50	5.00	2.50
4 Material Selecto (Arena Motastepe)	M <sup>3</sup>	2.00	8.42	16.84
5 Agua potable	M <sup>3</sup>	0.80	0.62	0.50
<b>Costos Unitarios (US\$) 10.65/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>2.00</b>		<b>21.30</b>

Concepto 701 ( 28 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañil de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
2 Ayudante de Construcción	HR	4.00	0.52	2.08
3 Compactadora Manual	HR	0.50	22.00	11.00
4 Material de Relleno	M <sup>3</sup>	4.00	5.57	22.28
5 Agua Potable	M <sup>3</sup>	1.60	0.62	0.99
<b>Costos Unitarios (US\$) 9.32/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>4.00</b>		<b>37.29</b>

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

Concepto 905 ( 1 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañil de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
2 Carpintero de Construcción	HR	1.00	0.84	0.84
3 Ayudante de Construcción	HR	5.00	0.52	2.60
4 Vibrador Manual	HR	1.00	30.00	30.00
5 Cemento Canal	QQ	4.20	5.38	22.60
6 Arena Motastepe	M <sup>3</sup>	0.34	8.42	2.86
7 Piedra Triturada	M <sup>3</sup>	0.36	12.00	1.56
8 Madera	PLG <sup>2</sup> -vr	110.00	0.12	13.20
10 Agua	M <sup>3</sup>	0.30	0.62	0.19
<b>Costos Unitarios (US\$) 149.58/M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>0.50</b>		<b>74.79</b>

Concepto 905 ( 5 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañiles de Construcción	HR	1.00	0.94	0.94
2 Carpinteros de Construcción	HR	1.00	0.84	0.84
3 Ayudante de Construcción	HR	4.00	0.52	2.08
4 Operador de Camión	HR	1.00	1.48	1.48
5 Alquiler de Camión	HR	0.40	42.81	17.12
6 Madera de Pino	PLG <sup>2</sup> -vr	30.00	0.12	3.6
7 Cemento Canal	QQ	5.00	5.38	26.9
8 Material Selecto	M <sup>3</sup>	20.00	5.57	111.4
9 Clavos	Kg	1.00	1.41	1.41
<b>Costos Unitarios (US\$) 33.15/ML</b>	<b>ML</b>	<b>5.00</b>		<b>165.77</b>

Concepto 914 ( 4 )	Und	Cantidad	P.U(US\$)	Importe (US\$)
1 Albañiles de construcción	HR	1	0.94	0.94
2 Ayudantes de Construcción	HR	5	0.52	2.6
3 Postes Guías	C/u	20	20.15	403
<b>Costos Unitarios (US\$) 20.33/Postes</b>	<b>Postes</b>	<b>20</b>		<b>406.54</b>

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



## DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS.

### 201 (1) ABRA Y DESTRONQUE:

El calculo de la cantidad de obra para este concepto se efectuó determinado de las secciones transversales de cada estación, el ancho a despejar a cada lado de la calzada existen, el ancho promedio calculado fue de 11 Mst. a cada lado de la calzada. La cantidad de obra se determino con la siguiente formula.

Cantidad = Longitud x Ancho Promedio x 2 Lados / 10,000

Cantidad =  $36,000 \times 11 \times 2/10$ , = 79.20 Ha

Costos Unitario = US\$ 732.00

Costo Total =  $79.20 \text{ Ha} \times 732$  = 57,974.40

### 203 (3) EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA:

El método utilizado para el calculo de volúmenes fue el Avgendarea (Average End Área), el cual promedia el área de corte o relleno entre dos secciones consecutivas, multiplicando luego por la distancia entre dichas estaciones. Dando como resultado del calculo entes descrito la cantidad de **0.15 (14.6)**  
**(36,000) = 78,840.m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 6.14

Costo Total =  $78,840 \times 6.14$  = 484,077.60

### 203 (18) EXCAVACIÓN DE CANALES MENORES DE 4M:

El cálculo de la cantidad de obra para este concepto se efectuó obteniendo datos, topográficos del DTM, tales como elevaciones, longitudes y un espesor de corte promedio, los que posteriormente se introducen en una hoja electrónica preparada por los consultores para efectuar el calculo respectivo. Dando como resultado del calculo antes descrito la cantidad de **225 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 3.00

Costo Total =  $225 \times 3.00$  = 675.00

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



### 206 (2) SOBRECARRERO LARGO

El cálculo de la cantidad de obra para este concepto se obtuvo mediante el análisis de la curva masa, considerando una distancia de acarreo libre de 600 mts y una distancia de sobreacarreo económico de 6 Km, Dado como resultado del análisis antes descrito la cantidad de **149,889.01 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 1.11

Costo Total = 149,889.01 x 1.11 = 166,376.80

### 207 (1) EXCAVACIÓN DE ESTRUCTURAS:

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó obteniendo datos topográficos del DTM y de los perfiles dibujados sobre el eje del cruce, tales como elevación, longitud y un espesor de corte promedio, los que posteriormente se introducen en una hoja electrónica preparada por los consultores para efectuar el calculo respectivo. Esto por cada estación por lo que se propone una alcantarilla. Dando como resultado del calculo antes descrito la cantidad de **56 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 14.09

Costo Total = 56 x 14.09 = 789.04

### 304 (3) BASE DE MATERIAL TRITURADO:

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó calculando el volumen del prisma de la sección típica para la capa de base. Para el calculo del prisma se utilizó la formula.

Cantidad = (Ancho de Carril + Hombro + Espesor de Base) x 2 x  
Espesor de Base x

Longitud + Esp. de Carpeta x Hombro x 2 x Longitud  
Cantidad = (3.5+1.8+0.15)x2x0.15x36,000+007x1.8x2x36,000 =  
**67,932 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 15.81

Costo Total = 67,932 x 15.81 = 1,074,004.92

### 312 (1) SUBBASE RECICLADA

La cantidad de obra del reciclaje queda determinado por el prisma de la sección típica para la capa de subbase. para el calculo del prisma se utilizo la formula.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Cantidad=(Ancho de Carril+Hombro+2xEspesor de Base+Espesor de Subbase) x 2 x

Espesor de subbase x Longitud

Cantidad=(3.5+1.8+2x0.15+0.2) x2x0.2x36,000 = **83,520 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 11.00

Costo Total = 83,520 x 11.00 = 918,720.00

#### **401 (1) ASFALTO REBAJADO MC-70 PARA IMPRIMACIÓN**

La estimación de obra para este concepto se efectuó calculando el área a imprimir y multiplicando por la intensidad de riego.

Cantidad = (Ancho de Carril +Hombro)x2x Longitud x Intensidad de Riego  
Cantidad = (3.5+1.8) x 2 x 36,000 x 0.35 = **133,560 GIN**

Costo Unitario = US\$ 2.53

Costo Total = 133,560 x 2.53 = 337,906.80

#### **401 (8) MATERIAL DE SECADO**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó calculando el volumen a colocar de material pétreo.

Cantidad = (Ancho de Carril + Hombro)x2 x Longitud x Espesor Pétreo

Cantidad = (3.5 + 1.8)x2x36,000x ¼ x2.54 / 100 = **2,423.16 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 32.00

Costo Total = 2,423.16 x 32.00 = 77,541.12

#### **402 (1) ASFALTO DEBAJADO RC-250 RIEGO DE LIGA**

Las estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó calculando el área sobre la que se colocara concreto asfáltico o tratamiento superficial bituminoso y luego multiplicado por la intensidad de riego.

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina





## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

---

---

Cantidad=(Ancho de Carril +Hombro)x2 x Longitud x Intensidad de Riesgo

$$\text{Cantidad}=(3.5 + 1.8) \times 2 \times 36,000 \times 0.20 = \mathbf{76,320 \text{ G1N}}$$

$$\text{Costo Unitario} = \text{US\$ } 2.53$$

$$\text{Costo Total} = 76,320 \times 2.53 = 193,089.60$$

### **406 (1) PAVIMENTO DE CONCRETO BITUMINOSO EN CALIENTE**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó el volumen a colocar de concreto bituminoso.

Cantidad = Ancho de Carril x 2 x Longitud x Espesor de Carpeta

$$\text{Cantidad} = 3.5 \times 2 \times 36,000 \times 0.1 = \mathbf{25,200 \text{ m}^3}$$

$$\text{Costo Unitario} = \text{US\$ } 100.00$$

$$\text{Costo Total} = 25,200 \times 100.00 = 2,520,000.00$$

### **608 (2) MAMPOSTERÍA (Cabezales):**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó previendo un volumen de **35 m<sup>3</sup>** para efectuar reparaciones en los cabezales, vertedero y zampeados existentes.

$$\text{Costo Unitario} = \text{US\$ } 41.51$$

$$\text{Costo Total} = 35 \times 41.51 = 1,452.85$$

### **701 (27) LECHO DE ALCANTARILLAS:**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó calculando el volumen de material granular para el lecho de cada alcantarilla a colocar en las diferentes estaciones.

Cantidad = Longitud de Alc. x (Diametro en Pulg.x0.0254)x 0.10

$$\text{Cantidad} = (245 \times (24 \times 0.254) + 81 \times (30 \times 0.254)) \times 0.10 = \mathbf{21.11 \text{ m}^3}$$

$$\text{Costo Unitario} = \text{US\$ } 10.65$$

$$\text{Costo Total} = 21.11 \times 10.65 = 224.82$$

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**701 (28) RELLENO DE ALCANTARILLAS:**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó obteniendo datos topográficos del DTM y de los perfiles dibujado sobre el eje del cruce, tales como longitudes, elevaciones en el cauce y en los hombros, los que posteriormente se introducen en una hoja electrónica preparada por os consultores para efectuar el calculo respectivo. Esto por cada estación en la que se propone una alcantarilla. Dado como resultado del calculo antes descrito la cantidad de **649.34 m<sup>3</sup>**

Costo Unitario = US\$ 9.32

Costo Total =  $649.34 \times 9.32 = 6,051.85$

**701 (19A) Tubo de Concreto Reforzado de 24" Clase II**

**701 (19B) Tubo de Concreto Reforzado de 30" Clase II**

**905 (1) Bordillo Protector de Concreto Reforzado de Cemento Pórtland**

**913 (7) Cunetas Revestidas de Suelo Cemento**

Los conceptos **701(19A)**, **701(19B)**, **905(1)** y **(923) (1)** están relacionados al diseño de los acceso a las calles laterales o a propiedades, y sus dimensiones están indicadas en los planos del anexo A.

Se detallan a continuación los accesos de este proyecto, con su tipo, estación y lado:

Acceso Tipo A/0": 2+900/D-3+490/I-14+440/D-18+360/I-19+600/D = **5 (Cinco)**

Acceso Tipo A/24": 0+800/I-4+560/D-5+190/I-5+510/D-5+600/D-5+820/I

6+400/I-7+150/I-7+170/D-10+110/I-10+170/I-10+190/I

11+080/I-1+200/D-18+420/D = **15 (quince)**

Acceso Tipo A/30": 11+240/D-11+350/D-11+720/I = **3 (Tres)**

---

---

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez

Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez

Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

Acceso Tipo A/M": 9+790/I-9+800/I-9+910/I-9+980/I-8+670/D = **6 (Seis)**

Acceso Tipo B/0": 1+770/D-1+800/I-7+900/D-9+040/I-9+040/D-10+420/D  
10+500/I-10+570/I-22+750/I-25+690/D-28+230/D-28+630/I  
28+730/D-31+780/D-33+260/I-34+090/I = **16 (Dieciseis)**

Acceso Tipo B/24": 0+550/D-3+160/D-3+780/D-4+200/I-4+210/D-8+280/I  
11+490/D = **7 (Siete)**

Acceso Tipo B/30": 11+690/D-32+590/I-32+590/D = **3 (Tres)**

Acceso Tipo C/0": 9+580/D-28+730/I-13+960/ = **3 (Tres)**

Alcantarilla lateral de TCR 24" en: 10+150/D, long: 70 metros

Alcantarilla lateral de TCR 30" en: 11+610/I, long; 30 metros

TIPO	CANTIDAD	Ø 24" (mts)	Ø 30" (mts)	Bordillo Protector (mst)
A/0"	5	-----	-----	5x13 = 65
A/24"	15	15x7 = 105	-----	15x13 = 195
A/30"	3	-----	3x7 = 21	3x13 = 39
A/M	6	-----	-----	6x13 = 78
B/0"	16	-----	-----	16x19 = 309
B/24"	7	7x10 = 70	-----	7x19 = 133
B/30"	3	-----	3x10 = 30	3x19 = 57
C/0"	3	-----	-----	3x24 = 72
Acceso 10+500/D	1	70	-----	82
Acceso 11+610/I	1	-----	30	42
<b>Totales</b>	<b>60</b>	<b>245</b>	<b>81</b>	<b>1067</b>
<b>Concepto</b>	<b>923 (1)</b>	<b>701 (19A)</b>	<b>701 (19B)</b>	<b>905 (1)</b>

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



**801 (8) SEÑALES VERTICALES DE ACERO:**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó cuantificando la cantidad de señales, a continuación se detalla la ubicación según planos plantas perfil.

Lado Izquierdo: 0-050-0+800-0+360-0+820-0+940-1+080-3+620-4+180-4+480-5+220-6+490-8+430-8+790-9+620-9+680-11+480-11+680-11+810-11+880-12+530-13+090-13+840-13+930-15+560-18+020-18+320-18+900-19+820-20+080-21+280-22+520-23+260-23+920-25+060-25+630-25+870-27+620-28+470-28+710-28+780-28+880-29+040-29+210-31+320-32+690-33+520-33+980-34+880-35+180-35+880-36+000 = **50 ( Cincuenta)**

Lado Derecho: 0-100-0-030-0-020-0+480-0+980-2+040-3+620-4+180-4+520-6+460-8+290-8+290-8+650-9+540-9+620-9+780-10+060-11+790-12+080-12+510-13+060-13+820-14+820-15+860-17+680-18+560-18+900-19+980-20+520-21+040-22+160-24+360-25+610-25+840-26+360-26+880-28+450-28+520-28+690-28+760-29+180-29+780-32+560-32+940-33+980-34+280-35+700-35+800-35+860-35+920 = **49 (Cuarenta y Nueve)**

**Total = 99 Señales**

**902 (1) GUARDA VIGA "W" Flex Beam**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó cuantificando la cantidad de metros de guardavía, a continuación se detalla la ubicación según planos plantillas perfil.

Lado izquierdo			Lado Derecho		
Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud (m)	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud (m)
3+380	3+460	40	3+380	3+460	80
5+380	5+480	100	6+440	6+500	60
6+460	6+520	60	14+640	14+840	200
6+800	6+840	40	16+280	16+360	80

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita - Izapa"

10+500	10+560	60	19+620	19+760	140
14+640	14+780	140	20+340	20+720	380
15+560	15+640	80	20+880	20+980	100
16+760	17+040	280	22+140	22+360	220
19+620	19+760	140	27+540	27+620	80
20+340	20+400	60	30+660	30+800	140
22+060	22+220	160	31+160	31+480	320
24+400	24+540	140	31+780	31+900	120
30+660	30+780	120	34+420	34+520	100
31+160	31+320	160			
31+430	31+480	50			
34+420	34+520	100			
35+400	35+480	80			

Longitud Total = 3,830 mt.

Costo Unitario = US\$ 15.00

Costo Total = 3,830 x 15.00 = 57,450.00

**913 (7) CUNETAS REVESTIDAS DE SUELO CEMENTO:**

La estimación de la cantidad de obra para este concepto se efectuó cuantificando las Cunetas Reservadas de Suelo Cementos, colocadas para evitar la erosión del drenaje en los sectores en corte, están ubicadas entre las siguientes estaciones y lados:

Lado Izquierdo				Lado Derecho			
Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud (m)	Pendiente	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud (m)	Pendiente
0+440	0+540	100	6.23	0+440	0+520	80	6.23
				13+400	13+500	100	7.20
14+560	14+620	60	6.85				
14+860	15+100	140	6.80	14+860	15+100	140	6.80

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



## Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

15+640	15+960	320	6.91	15+640	15+960	320	6.91
				16+400	16+700	300	5.91
				16+740	16+880	140	5.56
				17+200	17+320	120	7.30
19+200	19+300	100	4.40	19+200	19+300	100	4.40
19+380	19+520	140	6.90	19+380	19+520	140	6.90
20+740	20+860	120	5.57				
22+340	22+640	100	7.00	2+380	22+640	100	7.00
22+820	22+920	100	5.24				
26+680	26+860	180	6.46	26+680	26+860	180	6.46
27+380	27+480	100	4.18	27+380	27+480	100	4.18
27+960	28+060	100	4.90	27+960	28+060	100	4.90
31+000	31+140	140	6.73	31+000	31+120	120	6.73
32+240	32+400	160	5.20	32+240	32+400	160	5.20

**Longitud Total = 4,060 metros**

**Superficie Total = 4,060m x 2.769 m<sup>2</sup>/m = 11,242.14m<sup>2</sup>**

Costo Unitario = US\$ 32.27

Costo Total = 11,242.14 x 32.27 = 362,783.86

### **802 (1) y 802 (2) MARCAS DE TRÁNSITO REFLECTORIZADAS DISCONTÍNUAS Y CONTINUAS:**

La estimación de las cantidades de obra para este concepto se efectuó cuantificando los metros de Marcas de Tránsitos Reflectorizadas Discontinuas y Continuas, para ambos bordes externos de la calzada y los bordes internos, resultando **35,170 m** y 108,830 m respectivamente, están ubicadas entre las siguientes estaciones:

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



# Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

Señalización Horizontal Estación 0+000 - 36+000 Borde Interno Calzada Izquierda		
Desde	Hasta	Tipo
0+000	0+860	—————
0+860	4+150	-----
4+150	4+520	—————
4+520	4+850	-----
4+850	5+320	—————
5+320	5+700	-----
5+700	6+060	—————
6+060	9+780	-----
9+780	10+090	—————
10+090	12+380	-----
12+380	12+730	—————
12+730	12+840	-----
12+840	13+300	—————
13+300	13+540	-----
13+540	14+080	—————
14+080	15+110	-----
15+110	16+040	—————
16+040	16+220	-----
16+220	16+500	—————
16+500	16+660	-----
16+660	17+600	—————
17+600	17+700	-----
17+700	18+810	—————
18+810	19+100	-----
19+100	19+470	—————
19+470	19+550	-----
19+550	20+080	—————
20+080	20+340	-----
20+340	21+000	—————
21+000	21+490	-----
21+490	22+670	—————
22+670	23+240	-----
23+240	23+300	—————
23+300	24+040	-----

Señalización Horizontal Estación 0+000 - 36+000 Borde Interno Calzada Derecho		
Desde	Hasta	Tipo
0+000	0+420	—————
0+420	3+600	-----
3+600	4+040	—————
4+040	4+310	-----
4+310	4+810	—————
4+810	5+210	-----
5+210	5+560	—————
5+560	9+240	-----
9+240	9+480	—————
9+480	11+870	-----
11+870	12+280	—————
12+280	12+360	-----
12+360	12+840	—————
12+840	13+080	-----
13+080	13+560	—————
13+560	14+560	-----
14+560	15+600	—————
15+600	15+900	-----
15+900	17+170	—————
17+170	17+280	-----
17+280	18+340	—————
18+340	18+580	-----
18+580	19+580	—————
19+580	19+900	-----
19+900	20+960	—————
20+960	21+000	-----
21+000	22+120	—————
22+120	23+520	-----
23+520	23+800	—————
23+800	24+860	-----
24+860	25+370	—————
25+370	27+720	-----
27+720	28+240	—————
28+240	28+840	-----

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina



Diseño de Pavimento Flexible Tramo de Carretera "Santa Rita -Izapa"

24+040	24+290	—————
24+290	25+510	-----
25+410	25+840	—————
26+840	28+200	-----
28+200	28+740	—————
28+740	29+280	-----
29+280	30+000	—————
30+000	30+500	-----
30+500	30+550	—————
30+550	30+810	-----
30+810	30+910	—————
30+910	31+430	-----
31+430	31+960	—————
31+960	32+530	-----
32+530	32+900	—————
32+900	34+140	-----
34+140	34+300	—————
34+300	35+200	-----
35+200	35+300	—————
35+300	35+580	-----
35+580	36+000	—————

28+840	29+520	—————
29+520	30+060	-----
30+060	30+180	—————
30+180	30+980	-----
30+980	31+440	—————
31+440	32+070	-----
32+070	32+380	—————
32+380	33+640	-----
33+640	33+840	—————
33+840	34+680	-----
34+680	34+780	—————
34+780	35+200	-----
35+200	35+450	—————
35+450	36+000	-----

Señalización Horizontal		
Estación 0+000 - 36+00		
Ambos Bordes Externos		
Desde	Hasta	Tipo
0+000	36+000	—————

**914 (4) POSTES GUÍAS**

Los postes Guías, se ubicaran en los cuatros ángulos de cada alcantarilla, en el borde exterior del hombro. En este proyecto se tiene 91 alcantarillas, por lo que el total de este concepto es de: **364 unidades.**

**914 (5) POSTES KILÓMETROS**

Los postes de kilómetros, tiene un faltante de **2 unidades,** los cuales son del Km.53 y el Km. 58.

Elaborado por:

Br. Mariano Bermúdez  
Br. Ruth Mercado

Br. Suhey Pérez  
Br. Violeta Urbina