



**CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
M.O.P.T.**

**AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
PROYECTO DE REHABILITACION**

# **INFORME FINAL**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**



**CONVENIO CSV - FUNDEVI  
OCTUBRE DE 1996**

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
M.O.P.T.

**AUTOPISTA GENERAL CAÑAS**  
PROYECTO DE REHABILITACION

**INFORME FINAL**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

OCTUBRE DE 1996

25 de noviembre de 1996  
LM-IC-C-140-96

Señor  
**Ing. Francisco Jiménez, Presidente**  
**Consejo de Seguridad Vial**  
Presente

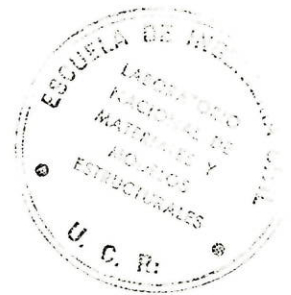
Estimado señor:

De acuerdo con las cláusulas contractuales del convenio marco CSV-FUNDEVI me complace remitirle para su consideración del informe final y respectivo juego de planos constructivos correspondientes a la propuesta de rehabilitación del proyecto "Autopista General Cañas".

Atentamente,



**Dr. Juan A. Pastor Gómez**  
**Director**  
**Laboratorio Nacional de Materiales**  
**y Modelos Estructurales**

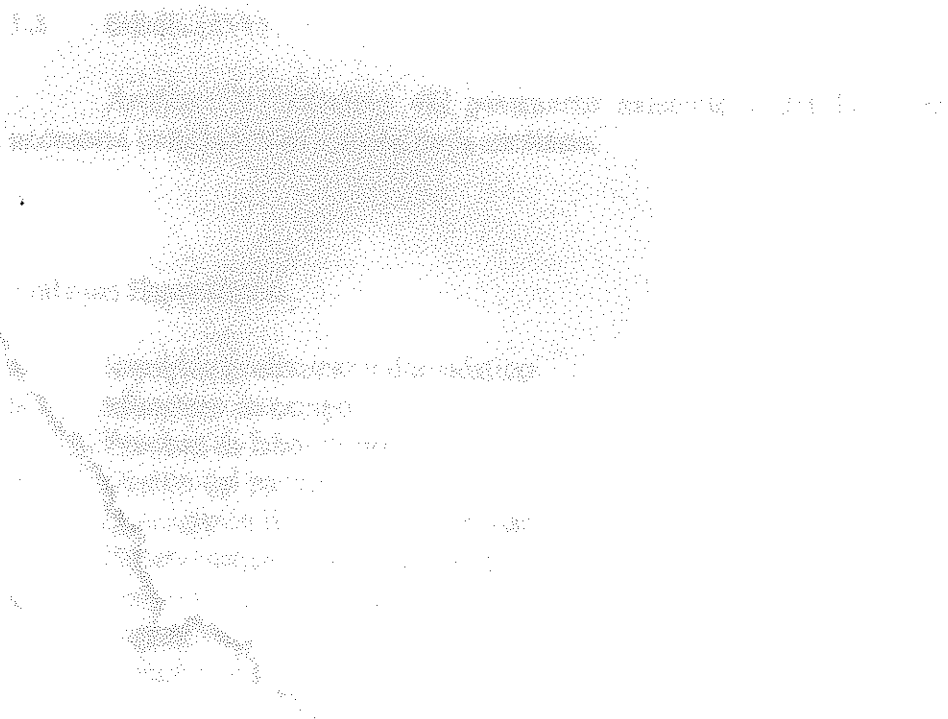


C.C. Ing. Rodolfo Silva, Ministro MOPT  
Ing. Jorge Arturo Castro, Coordinador UNEPROVI  
car

## INDICE GENERAL

<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>	<b>5</b>
1.1	Ubicación	5
1.2	Antecedentes	5
1.3	Objetivo	5
1.4	Planos equemáticos lineales	6
1.5	Estudio de tránsito	6
1.6	Diagnóstico	6
	1.6.1 Metodología usada	6
	1.6.2 Observaciones	8
<b>2.</b>	<b>DIAGNOSTICO</b>	<b>9</b>
2.1	Sondeos a Cielo Abierto	9
	2.1.1 Descripción por capas del perfil de pavimento	9
	2.1.2 Resultado de los ensayos de laboratorio	13
<b>3.</b>	<b>ANALISIS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE</b>	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO</b>	<b>33</b>
4.1	Estudio de deflexiones	33
4.2	Capacidad estructural del pavimento existente	34
4.3	Evaluación visual del pavimento	35
4.4	Diseño estructural	37
	4.4.1 Dimensionamiento del pavimento flexible	38
	4.4.2 Dimensionamiento del pavimento rígido	45
<b>5.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>48</b>
<b>Anexo A:</b>	<b>Resumen de resultados de los análisis de tránsito</b>	<b>51</b>
	<b>Anexo A-1: Caso pavimento flexible</b>	<b>52</b>
	<b>Anexo A-2: Caso pavimento rígido</b>	<b>86</b>

<b>Anexo B:</b>	Resultados del ensayo con viga Benkelman	113
<b>Anexo C:</b>	Perfil del pavimento obtenido con extractora de núcleos	118
<b>Anexo D:</b>	Resultado de los ensayos de laboratorio	130
<b>Anexo E:</b>	Especificaciones especiales	264
<b>Anexo F:</b>	Planos constructivos y evaluación visual	273



## 1- ASPECTOS GENERALES

### 1.1 UBICACION

Esta Autopista comunica tres provincias:  
San José - Heredia - Alajuela.  
Se inicia en el Parque Metropolitano La Sabana  
y termina en el Aeropuerto Juan Santamaría.  
Longitud del proyecto: 14.5 km.

### 1.2 ANTECEDENTES

Este trabajo se enmarca dentro de los alcances de las cláusulas cuarta y quinta del convenio marco de cooperación suscrito entre el Consejo de Seguridad Vial y FUNDEVI, en mayo de 1993, y vigente hasta mayo de 1998.

### 1.3 OBJETIVO

Analizar la estructura del pavimento existente y dar la asistencia técnica necesaria para la rehabilitación de la carretera.

#### Trabajos Específicos:

- a- Revisión preliminar y diagnóstico
- b- Muestreo de campo
- c- Pruebas de laboratorio
- d- Diseño del pavimento
- e- Descripción del proyecto y mapas
- f- Planos (esquemáticos lineales)
- g- Secciones transversales
- h- Especificaciones
- i- Sumario de cantidades

## 1.4 PLANOS ESQUEMÁTICOS LINEALES

Los planos esquemáticos lineales muestran los sitios donde hay drenajes, cabezales, puentes y detallan el trabajo a realizar en:

- a- Espaldones
- b- Sub-drenajes
- c- Capa de rodamiento

Asimismo en los planos anexos se presenta un resumen del estado superficial de la carretera.

## 1.5 ESTUDIO DE TRANSITO

El análisis del tránsito en la Autopista General Cañas se basa en datos suministrados por el Departamento de Estudios Básicos de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

En el Capítulo 3 se presenta en detalle la metodología empleada en los análisis de tránsito y los resultados de los estudios de predicción de cargas utilizados en el diseño estructural del pavimento.

## 1.6 DIAGNOSTICO

### 1.6.1 METODOLOGIA USADA

#### a- Diagnóstico Visual

Se realizó una evaluación visual del deterioro del pavimento, orientada a determinar el nivel de falla según tramos homogéneos, esto con el propósito de tener un mejor criterio para decidir entre una rehabilitación o una reconstrucción del pavimento existente. Esta evaluación visual permite además interpretar el modelo de deterioro en cada tramo homogéneo y sus posibles causas de falla. En el apartado 4.3 se detalla al respecto y se muestran los resultados de este análisis.

**b- Muestreo**

Se tomaron muestras a cielo abierto y sondeos con extractora de núcleos para realizar pruebas de laboratorio en los siguientes componentes de la carretera:

- a- Sub-rasante
- b- Sub-base
- c- Base
- d- Capa de rodamiento

**e- Perfil a Cielo Abierto**

Para el perfil a cielo abierto se utilizó una cortadora de concreto y una barra. Se hicieron perforaciones de 1.00 m x 0.60 m, se determinaron espesores y se hizo extracción muestras de pavimento asfáltico, base, sub-base y sub-rasante para análisis en el laboratorio.

**d- Perfil por Sondeo**

Se utilizó una extractora de núcleos con broca de 10 cm de diámetro. Para llegar a más profundidad se utilizó un horador manual de 7.62 cm de diámetro, comprobándose espesores y calidad de los agregados.

**e- Los ensayos realizados se hicieron de acuerdo a las Normas AASTHO, según se detalla a continuación:**

- a- Límite líquido T 89-94
- b- Límite plástico e índice de plasticidad T 90-94
- c- Análisis granulométrico T 88-93
- d- Próctor estándar T 99-94
- e- Próctor modificado T 180-93
- f- Índice de soporte de California (CBR) T 193-93
- g- Contenido de asfalto y ceniza T-164
- h- Contenido de agua T-55
- i- Graduación de la extracción T-30
- j- Estabilidad Marshall T-245
- k- Peso específico (máxima teórica) T-209



#### f- Diseño del Pavimento

Se plantearon varias alternativas de solución en pavimento flexible y rígido. De las opciones planteadas como factibles, finalmente se seleccionó una en concreto asfáltico y otra en hormigón.

#### 1.6.2 OBSERVACIONES

La Autopista General Cañas, diseñada en el año 1955 une las Provincias de San José, Heredia y Alajuela con un derecho de vía de 30 m, con dos carriles en cada sentido de 3.65 m, con una valla medianera, de concreto, tipo "New Jersey" y espaldones exteriores de 2.50 m. El pavimento actualmente muestra un perfil promedio de 20 cm de sub-base, de material granular (lastre), una base de 15 cm de piedra quebrada y 20 cm de concreto asfáltico como capa de rodamiento. Un detalle del perfil obtenido en los sondeos se presenta en el Capítulo 2.

Desde el punto de vista del tránsito tiene tres secciones bien definidas:

Parque Metropolitano La Sabana - Puente Juan Pablo II  
Puente Juan Pablo II - Intersección San Antonio  
Intersección San Antonio - Intersección Aeropuerto

## 2- ESTUDIO DE LABORATORIO

Como se indicó en el capítulo anterior, se realizaron sondeos a cielo abierto y con horador manual, lo que permitió determinar el perfil de la estructura del pavimento y realizar el análisis de laboratorio a las muestras obtenidas en campo.

### 2.1 SONDEOS A CIELO ABIERTO

Se presenta a continuación una descripción del perfil del pavimento de acuerdo con los sondeos realizados. Esta información se complementa con los datos obtenidos en las muestras con extractora de núcleos que se presenta en el Anexo C.

#### 2.1.1 DESCRIPCIÓN POR CAPAS DEL PERFIL DEL PAVIMENTO

Se presenta a continuación una descripción del perfil típico de la estructura del pavimento:

##### Muestra N° 1

Estación: 0 + 900 LD

- C1: Concreto asfáltico con un espesor de 5 cm. Presenta agrietamiento "cuero de lagarto".
- C2: Concreto asfáltico de 5 cm de espesor. Material degradado.
- C3: Carpeta de 5 cm de espesor. Material degradado.
- C4: Carpeta de 3 cm de espesor.
- C5: Concreto asfáltico de 5 cm de espesor. Material degradado.
- B: Base granular de piedra mezclada con lastre. Espesor 12 cm.
- S: Sub-base de lastre contaminado con arcilla café. Espesor 13 cm.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso.

**Muestra N° 2**

Estación: 1 + 500 LD

- C1: Concreto asfáltico de 5 cm de espesor, con agrietamiento tipo “cuero de lagarto”
- C2: Carpeta asfáltica degradada con un espesor de 5 cm.
- C3: Carpeta asfáltica degradada con un espesor de 4 cm.
- C4: Carpeta asfáltica degradada de 5 cm de espesor.
- B: Base granular con finos de lastre de 8 a 10 cm de espesor.
- S: Sub-base de lastre con tamaño máximo de 10 cm con un espesor de 16 cm. En este punto el material presenta apariencia de baja compactación.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso de color café.

**Muestra N° 3**

Estación 3 + 100 LD

- C: Concreto asfáltico con algunos vacíos, espesor 23 cm. La unión entre capas es buena lo que permite extraer un solo bloque.
- B: Base granular de piedra quebrada con canto rodado. Espesor de 10 cm.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 30 cm.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso a 63 cm de profundidad.

**Muestra N° 4**

Estación: 6 + 600 LD

- C1: Concreto asfáltico con un espesor de 10 cm, con agrietamiento tipo “cuero de lagarto”.
- C2: Concreto asfáltico degradado con un espesor de 10 cm.
- B: Base granular de piedra quebrada con un espesor de 20 cm.
- S: Sub-base de lastre de 20 cm de espesor.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso a 78 cm de profundidad.

**Muestra N° 5**

Estación: 7 + 900 LD

- C1: Concreto asfáltico con un espesor de 12 cm.
- C2: Concreto asfáltico de 6 cm, degradado.
- B: Base granular de 13.0 cm.
- S: Sub-base de lastre, espesor 21 cm.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso a 51 cm de profundidad.

**Muestra N° 6**

Estación: 11 + 500 LD

- C1: Concreto asfáltico con un espesor de 10 cm, con algunos vacíos.
- C2: Concreto asfáltico degradado, con 5 cm de espesor.
- C3: Concreto asfáltico degradado, con 5 cm de espesor.
- B: Base granular de 18 cm de espesor.
- S: Sub-base de lastre, 26 cm de espesor.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso a una profundidad de 64 cm.

**Muestra N° 7**

Estación: 12 + 800 LD

- C1: Concreto asfáltico de 11 cm de espesor con agrietamiento tipo “cuero de lagarto”.
- C2: Concreto asfáltico de 10 cm de espesor material degradado.
- B: Base granular de piedra quebrada con un espesor de 18 cm.
- S: Sub-base de lastre de 21 cm de espesor.
- SR: Sub-rasante de suelo arcilloso a una profundidad de 60 cm.

## Muestra N° 8

Estación: 14 + 900 LD

C1: Concreto asfáltico con un espesor de 4 cm, presenta vacíos.

C2: Concreto asfáltico de 5 cm de espesor, material degradado.

C3: Concreto asfáltico de 10 cm en estado degradado.

B y S: Debido a que la capa de concreto asfáltico superficial estaba bien adherida a las otras capas de concreto asfáltico no se pudo levantar.

### 2.1.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos de plasticidad, graduación y capacidad de soporte CBR. En la Tabla 2.1 se presenta el resumen de este análisis. Adicionalmente se hicieron mediciones de densidad en sitio con densímetro nuclear, los resultados se presentan en la Tabla 2.2.

A las muestras obtenidas de la capa asfáltica se le hicieron las siguientes pruebas de laboratorio:

- Contenido de asfalto
- Contenido de ceniza
- Contenido de agua
- Peso específico
- Estabilidad Marshall y flujo
- Porcentaje de vacíos

En la Tabla 2.3 se muestran los resultados más importantes de los ensayos realizados a la capa asfáltica.

En el Anexo D se presenta de forma detallada cada uno de los ensayos realizados a las diferentes capas constitutivas del pavimento.

Tabla N° 2.1 Resumen de resultados de laboratorio

Muestra	Estación	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad	Porcentaje Pasando 200	Densidad Máxima kg/m³	Porcentaje de Humedad	CBR a 95 % C	Porcentaje de Humedad
N°	N°								
1B	0 + 900	NP	NP	0	10.0	2200	7.5	-	-
1S	0 + 900	NP	NP	0	18.0	1750	15.0	-	-
2B	1 + 500	15.9	14.5	1.4	10	2133	8.0	-	-
2S	1 + 500	22	17.9	4.2	19.7	1770	13.5	-	-
2SR	1 + 500	38.8	22.1	16.7	66.7	1433	26.0	7	25.7
3B	3 + 100	NP	NP	0	10.0	2075	8.5	75	9.1
3S	3 + 100	NP	NP	0	22.0	1730	14.9	58	14.6
4B	6 + 600	NP	NP	0	9.0	2105	8.5	73	7.4
2S	6 + 600	NP	NP	0	24.0	1780	16.0	57	16.2
5B Y 5S		-	-	-	-	-	-	-	-
6B	11 + 500	NP	NP	0	9.0	2135	6.6	78	9.0
6S	11 + 500	NP	NP	0	19.0	1780	15.0	-	-
7B	12 + 800	NP	NP	0	10.0	2110	8.3	70	8.5
7S	12 + 800	NP	NP	0	19.0	1760	17.5	53	17.0
8B	14 + 600	NP	NP	0	9.0	20.25	10.0	62	10.0
8S	14 + 600	NP	NP	0	17.0	1692	13.2	-	-
9B	14 + 900	NP	NP	0	7.0	-	-	-	-

B: Base

S: Sub-base

SR: Sub-rasante

Tabla N° 2.2 Densidad de Compactación con Equipo Nuclear

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación N°	Muestra N°	Densidad Húmeda Promedio kg/m <sup>3</sup>	Densidad Seca Promedio kg/m <sup>3</sup>	Porcentaje Humedad %	Porcentaje Compactación %
0 + 900	1B	2345	2191	6.99	100
0 + 900	1S	1778	1455	22.18	83
1 + 500	2B	2176	1965	10.78	92
1 + 500	2S	1769	1449	22.08	82
3 + 100	3B	1984	1759	12.77	85
3 + 100	3S	1606	1268	26.56	73
6 + 600	4B	2020	1851	9.09	88
6 + 600	4S	1804	1440	25.26	81
7 + 900	5B	1954	1784	9.52	84
7 + 900	5S	1865	1555	19.94	74
11 + 500	6B	2137	1958	9.15	92
11 + 500	6S	1845	1523	21.15	86
12 + 800	7B	2061	1869	10.34	89
12 + 800	7S	1813	1455	24.6	83
14 + 600	8B	2163	1983	9.12	98
14 + 600	8S	1783	1412	26.27	83

B: Base

S: Sub-base



Tabla N° 2.3 Resumen de los ensayos realizados a la capa asfáltica

Ubicación: Carril derecho, según sentido San José - Alajuela

Estación N°	Muestra N°	Gravedad Específica Bruta Seca	Porcentaje Vacíos %	Estabilidad kg	Flujo 1/100 cm
0 + 400	1	2.266	4.91		
0 + 900	2	2.303	1.87		
1 + 500	3	2.252	2.26	1444	23
2 + 000	4	2.251	3.06		
3 + 100	5	2.142	9.51	1929	26
3 + 600	6	2.244	3.89		
4 + 400	7	2.268	4.06		
5 + 100	8	2.174	5.48		
5 + 600	9	2.235	3.66		
6 + 600	10	2.140	4.29		
7 + 100	11	2.104	5.31		
7 + 900	12	2.049	6.65	1897	20
8 + 500	13	1.861	16.17		
8 + 900	14	2.270	2.24		
9 + 300	15	2.232	3.25		
9 + 600	16	2.215	2.89		
10 + 000	17	2.244	2.39		
10 + 700	18	2.204	4.31		
11 + 500	19	2.198	4.55		
12 + 100	20	2.160	Concreto Degradado		
12 + 800	21	2.211	4.49		
13 + 200	22	2.198	4.72		

### 3- ANALISIS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

Para definir las hipótesis de carga a utilizar en el diseño se realizó un estudio de sensibilidad de variables con el propósito de determinar los rangos probables de carga, según los diferentes períodos de análisis propuestos. Para esto se adecuaron dos metodologías, una para pavimento rígido, otra para el caso flexible.

En este análisis de sensibilidad se consideraron los siguientes aspectos:

- a) Se subdividió el proyecto en tres tramos en función de los volúmenes de tránsito, esto es:
  - La Datsun - Rotonda Juan Pablo II.
  - Rotonda Juan Pablo II - Intersección San Antonio de Belén.
  - Intersección San Antonio de Belén - Intersección Aeropuerto.
- b) Se plantearon dos hipótesis de crecimiento del flujo vehicular (4 y 6 % anual).
- c) Se consideró la capacidad máxima de la vía (4 carriles) como tope de crecimiento del volumen de vehículos. Para esto se consideró el efecto de posibles cambios en el factor hora-pico (cambios en la forma de la curva horaria), así como alternativas de modificación de la composición actual de la flota (porcentaje de pesados y livianos) basados en el hecho de que la vía tiende paulatinamente a un régimen de circulación urbano, sumado esto al impacto que en términos de vehículos pesados implica el proyecto Ciudad Colón - Orotina para este tramo.

De este análisis se derivaron dos escenarios probables de capacidad máxima de la vía que para efectos de cálculo se tradujo a valores máximos del TPD.

- d) Se definieron tres escenarios probables de composición de la flota, separado en 6 categorías: livianos, autobuses, carga liviana, camiones de 2 ejes (C-2), camiones de 3 ejes (C-3), y camiones de más de 3 ejes agrupados en la categoría T3-S2.

- e) Se consideraron tres hipótesis de carga para cada tipo de vehículo, en términos de número de ejes estandar de 8.2 ton que pasan por la carretera en función del tipo de vehículo (factor de equivalencia de carga).
- f) Se hizo una combinación de todas las variables antes indicadas y se calcularon los rangos probables de carga para un período de diseño de 12 años en el caso del pavimento flexible y de 22 años para el pavimento rígido.
- g) Finalmente se supuso una distribución simétrica de cargas por sentido de circulación y se asignó el número de ejes equivalentes en el carril de diseño.

Cabe aclarar que la asignación de cargas para cada tipo de vehículo se hizo con base en información procedente de las estaciones de pesaje, y se complementó con datos suministrados por el Departamento de Pesos y Dimensiones del MOPT.

Para el caso del pavimento flexible se hizo la asignación de carga en términos de ejes equivalentes por cada tipo de vehículo, a partir de la ecuación:

$$\text{Log} (W_x/W_{18}) = 4.79*\text{log}(19) - 4.79*\text{log} (L_x+L_2) + 4.33*\text{log} (L_2) + (G_t/\beta_x) - (G_t/\beta_{18}).$$

Donde:

$$G_t = \text{log} ((4.2-P_t) / 2.7).$$

$$\beta_x = 0.40 + ((0.081*(L_x+L_2)^{3.23}) / ((SN + 1)^{5.19} * L_2^{3.23}))$$

$$B_{18} = \text{valor de } \beta_x \text{ para } L_x = 18000 \text{ lb}$$

$L_x$  = carga aplicada por eje.

$L_2 = 1$  para eje simple.

2 para eje tandem.

3 para eje tridem.

SN = número estructural AASHTO.

$P_t$  = índice de servicio AASHTO al final del período de diseño.

En el caso del pavimento rígido se hizo un análisis estadístico de distribución de carga considerando:

- a) Cada tipo de vehículo.
- b) Dos tipos de ejes (simples y tandem).
- c) Un rango de carga para ejes simples de 0 a 12000 kg, y para ejes tandem de 0 a 22000 kg.

Con la distribución de cargas por eje ( según rango de carga ) por tipo de vehículo se procedió luego a realizar los análisis de fatiga del pavimento.

En las Tablas N° 3.1 a N° 3.6 se resumen los resultados de este análisis para el caso de pavimento flexible y para el tramo N°1. Los restantes tramos, así como el detalle de estos análisis, se presentan en el anexo A.

En las Tablas N° 3.7 a N° 3.11 se presenta una muestra del análisis estadístico utilizado para calcular la distribución de cargas por tipo de vehículo y según tipo de eje (ejes simples y ejes tandem), estratificado por nivel de carga. Esta información se requiere para efectuar el análisis de fatiga del pavimento de concreto. En el anexo A se presenta el resumen de la información procesada en este análisis.

Las Tablas N° 3.7 y N° 3.8 son una muestra de la metodología que se utilizó para determinar los rangos probables de distribución de cargas por eje (caso ejes simples y ejes tandem), por tipo de vehículo, para el tramo N°1.

A continuación se describe cada uno de los escenarios (o hipótesis) considerados en este análisis de sensibilidad.

- N° de tramo : según se indicó, para realizar el análisis de tránsito el proyecto se subdividió en 3 tramos (ya se indicó la ubicación de cada uno).

- Nivel de carga : Se asignó para cada tipo de vehículo 3 posibles valores de nivel de carga (bajo, medio, alto) en términos de ejes equivalentes de 8.2 ton. A título de ejemplo para el camión C-3 se utilizó como factores de equivalencia: 1.4, 1.5 y 1.8 para cada una de las hipótesis indicadas.
- N° de caso : Determina las dos hipótesis de tasa de crecimiento del flujo vehicular (4% y 6%).
- N° de hipótesis : Define 3 hipótesis de composición de flujo vehicular (baja, media, alta). En términos de solicitudes, la hipótesis baja se refiere a bajo porcentaje de vehículos pesados (buses y camiones) y consecuentemente un alto porcentaje de pesados corresponde a la hipótesis alta.

Cada uno de estos análisis se hizo para dos casos de capacidad máxima de la vía (73000 y 76000 vehículos por día).

TABLA No 3.1: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.81E+06	1.72E+07	1.84E+07	1.64E+07	4.79E+06	6.90E+06	2.29E+07
CASO 2	1.82E+06	1.73E+07	1.85E+07	1.64E+07	4.80E+06	6.91E+06	2.30E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.80E+06	1.87E+07	1.80E+07	1.81E+07	5.51E+06	8.05E+06	2.45E+07
CASO 2	1.80E+06	1.87E+07	1.80E+07	1.81E+07	5.52E+06	8.06E+06	2.46E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.76E+06	1.93E+07	1.75E+07	1.95E+07	8.62E+06	1.15E+07	2.74E+07
CASO 2	1.76E+06	1.93E+07	1.75E+07	1.96E+07	8.63E+06	1.15E+07	2.74E+07

TABLA No 3.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.81E+06	1.63E+07	1.11E+07	1.64E+07	4.47E+06	6.61E+06	1.98E+07
CASO 2	1.82E+06	1.63E+07	1.11E+07	1.64E+07	4.48E+06	6.62E+06	1.98E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.80E+06	1.76E+07	1.08E+07	1.81E+07	5.14E+06	7.71E+06	2.14E+07
CASO 2	1.80E+06	1.77E+07	1.08E+07	1.81E+07	5.15E+06	7.72E+06	2.14E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.76E+06	1.82E+07	1.05E+07	1.95E+07	8.05E+06	1.10E+07	2.42E+07
CASO 2	1.76E+06	1.82E+07	1.05E+07	1.96E+07	8.06E+06	1.10E+07	2.42E+07

TABLA No 3.4 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.79E+07	1.91E+07	1.70E+07	4.96E+06	7.15E+06	2.38E+07
CASO 2	1.89E+06	1.79E+07	1.92E+07	1.70E+07	4.98E+06	7.18E+06	2.39E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	1.94E+07	1.86E+07	1.88E+07	5.71E+06	8.34E+06	2.54E+07
CASO 2	1.87E+06	1.94E+07	1.87E+07	1.88E+07	5.73E+06	8.37E+06	2.55E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	1.99E+07	1.81E+07	2.02E+07	8.93E+06	1.19E+07	2.83E+07
CASO 2	1.83E+06	2.00E+07	1.82E+07	2.03E+07	8.97E+06	1.20E+07	2.85E+07



TABLA No 3.5: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.98E+07	2.67E+07	2.17E+07	5.95E+06	8.19E+06	2.95E+07
CASO 2	1.89E+06	1.99E+07	2.69E+07	2.18E+07	5.98E+06	8.23E+06	2.96E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	2.15E+07	2.60E+07	2.40E+07	6.85E+06	9.55E+06	3.14E+07
CASO 2	1.87E+06	2.16E+07	2.62E+07	2.41E+07	6.88E+06	9.60E+06	3.16E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	2.22E+07	2.54E+07	2.59E+07	1.07E+07	1.36E+07	3.49E+07
CASO 2	1.83E+06	2.23E+07	2.55E+07	2.60E+07	1.08E+07	1.37E+07	3.50E+07

TABLA No 3.6 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.69E+07	1.15E+07	1.70E+07	4.63E+06	6.85E+06	2.05E+07
CASO 2	1.89E+06	1.69E+07	1.15E+07	1.70E+07	4.65E+06	6.88E+06	2.06E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	1.83E+07	1.12E+07	1.88E+07	5.33E+06	7.99E+06	2.22E+07
CASO 2	1.87E+06	1.84E+07	1.12E+07	1.88E+07	5.35E+06	8.03E+06	2.23E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	1.88E+07	1.09E+07	2.02E+07	8.34E+06	1.14E+07	2.50E+07
CASO 2	1.83E+06	1.89E+07	1.09E+07	2.03E+07	8.37E+06	1.15E+07	2.51E+07

TABLA No 3.7 : DISTRIBUCION DE PESOS POR EJE. CAMION TIPO C-2  
 MUESTRA : ESTACION DE PESAJE OCHOMOGO  
 MES: SETIEMBRE 1993

CARGA E. simple	DIA									TOTAL	%
	23	24	25	26	27	28	30	31			
0 <= 2	3	3	5	4	3	0	0	4		22	1.8
2 <=3	0	14	26	16	10	3	20	18		107	8.9
3 <=4	6	37	50	38	45	8	44	46		274	22.8
4 <=5	3	43	38	43	30	2	43	44		246	20.5
5 <=6	0	2	11	6	3	0	7	4		33	2.8
6 <=7	0	7	9	8	8	0	8	15		55	4.6
7 <=8	1	11	6	9	12	2	14	8		63	5.3
8 <=9	2	45	50	44	42	8	61	56		308	25.7
9 <=10	3	22	15	16	15	1	11	9		92	7.7
10 <=11	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
11 <=13	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
13 <=14	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
>=14	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>184</b>	<b>210</b>	<b>184</b>	<b>168</b>	<b>24</b>	<b>208</b>	<b>204</b>		<b>1200</b>	<b>100.0</b>

TABLA No 3.8 : DISTRIBUCION DE PESOS POR EJE. CAMION C3 Y T3-S2  
 MUESTRA : ESTACION DE PESAJE OCHOMOGO  
 MES: FEBRERO 1993

CARGA E. tandem	DIA									TOTAL	%
	1	3	5	8	10	12	15	17			
0 <=5	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
5<=7	3	1	0	0	0	0	1	2		7	0.6
7<=8	1	1	1	0	0	0	0	0		3	0.3
8<=9	1	1	0	3	3	1	2	0		11	0.9
9<=10	4	1	0	4	4	4	2	2		21	1.8
10<=11	3	4	1	6	7	5	0	2		28	2.3
11<=12	4	6	2	5	7	8	2	0		34	2.8
12<=13	8	10	8	4	6	10	4	7		57	4.8
13>=14	11	19	29	12	15	11	2	3		102	8.5
14<=15	30	31	17	35	20	17	19	18		187	15.7
15<=16	48	50	32	54	29	28	46	15		302	25.3
16<=17	32	40	27	49	49	44	78	39		358	30.0
17<=18	0	0	1	0	26	22	22	11		82	6.9
18<=20	1	0	0	0	0	0	0	0		1	0.1
>=20	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0
TOTAL	146	164	118	172	166	150	178	99		1193	100.0

TABLA No 3.9 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES POR RANGO DE CARGA. CAMION C-2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-2)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	50	1.4	0.0283	4.02E+05	4.03E+05	4.45E+05	4.45E+05	4.80E+05	4.80E+05
2 <= 3	257	7.3	0.1454	2.06E+06	2.07E+06	2.29E+06	2.29E+06	2.47E+06	2.47E+06
3 <= 4	840	23.8	0.4754	6.75E+06	6.77E+06	7.47E+06	7.47E+06	8.06E+06	8.06E+06
4 <= 5	749	21.2	0.4239	6.02E+06	6.03E+06	6.66E+06	6.66E+06	7.19E+06	7.19E+06
5 <= 6	80	2.3	0.0453	6.43E+05	6.44E+05	7.12E+05	7.12E+05	7.68E+05	7.68E+05
6 <= 7	148	4.2	0.0838	1.19E+06	1.19E+06	1.32E+06	1.32E+06	1.42E+06	1.42E+06
7 <= 8	202	5.7	0.1143	1.62E+06	1.63E+06	1.80E+06	1.80E+06	1.94E+06	1.94E+06
8 <= 9	809	22.9	0.4578	6.50E+06	6.52E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.77E+06	7.77E+06
9 <= 10	393	11.1	0.2224	3.16E+06	3.17E+06	3.50E+06	3.50E+06	3.77E+06	3.77E+06
10 <= 11	4	0.1	0.0023	3.21E+04	3.22E+04	3.56E+04	3.56E+04	3.84E+04	3.84E+04
11 <= 13	2	0.1	0.0011	1.61E+04	1.61E+04	1.78E+04	1.78E+04	1.92E+04	1.92E+04
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	3534	100.0	2.0000						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-2.

TABLA N 3.10 : DISTRIBUCION DE EJES TANDEM POR RANGO DE CARGA, CAMION C-3 Y T3 - S2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <=5	6	0.1	0.002	1.10E+04	1.11E+04	1.28E+04	1.28E+04	1.92E+04	1.92E+04
5<=7	35	0.8	0.014	6.44E+04	6.45E+04	7.46E+04	7.46E+04	1.12E+05	1.12E+05
7<=8	39	0.9	0.015	7.18E+04	7.19E+04	8.31E+04	8.31E+04	1.25E+05	1.25E+05
8<=9	60	1.3	0.023	1.10E+05	1.11E+05	1.28E+05	1.28E+05	1.92E+05	1.92E+05
9<=10	92	2.0	0.036	1.69E+05	1.69E+05	1.96E+05	1.96E+05	2.94E+05	2.94E+05
10<=11	97	2.1	0.038	1.79E+05	1.79E+05	2.07E+05	2.07E+05	3.10E+05	3.10E+05
11<=12	163	3.6	0.063	3.00E+05	3.00E+05	3.48E+05	3.48E+05	5.21E+05	5.21E+05
12<=13	234	5.2	0.091	4.31E+05	4.31E+05	4.99E+05	4.99E+05	7.48E+05	7.48E+05
13>=14	468	10.4	0.182	8.62E+05	8.62E+05	9.98E+05	9.98E+05	1.50E+06	1.50E+06
14<=15	755	16.7	0.294	1.39E+06	1.39E+06	1.61E+06	1.61E+06	2.41E+06	2.41E+06
15<=16	1265	28.0	0.492	2.33E+06	2.33E+06	2.70E+06	2.70E+06	4.05E+06	4.05E+06
16<=17	1214	26.9	0.472	2.23E+06	2.24E+06	2.59E+06	2.59E+06	3.88E+06	3.88E+06
17<=18	84	1.9	0.033	1.55E+05	1.55E+05	1.79E+05	1.79E+05	2.69E+05	2.69E+05
18<=20	2	0.0	0.001	3.68E+03	3.68E+03	4.26E+03	4.26E+03	6.40E+03	6.40E+03
>=20	0	0	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	<b>4514</b>	<b>100</b>	<b>1.755</b>						

(\*) Factor de distribución de carga, eje tandem, para camión C-3 y T3-S2.







## 4- ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

### 4.1 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

Con base en los resultados del ensayo con viga Benkelman, se subdividió el proyecto en 4 tramos homogéneos.

Una vez corregida la deflexión por temperatura, se asignó la “deflexión de rebote (Drr)” a cada tramo, como sigue:

#### Tramo No 1 :

De estación 0+000 a 1+700 :  $LD^{(*)} = 98.6 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$   
 $LI^{(*)} = 98.6 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$

#### Tramo No 2 :

De estación 1+700 a 5+600 :  $LD^{(*)} = 75.8 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$   
 $LI^{(*)} = 93.7 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$

#### Tramo No 3 :

De estación 5+600 a 8+400 :  $LD^{(*)} = 126 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$   
 $LI^{(*)} = 79 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$

#### Tramo No 4 :

De estación 8+400 a Final del Proyecto :  $LD^{(*)} = 82 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$   
 $LI^{(*)} = 83 \text{ (mm} \cdot 10^{-2}\text{)}$

(\*) LD : Lado derecho, dirección San José - Alajuela, carril derecho.

(\*) LI : Lado izquierdo, dirección Alajuela - San José, carril derecho.

Esta información se complementó con los ensayos de laboratorio para estimar la capacidad estructural del pavimento existente por retrocálculo de módulos (equivalente estructural “ espesor - módulo”).

En el anexo B se presenta en detalle el resultado del ensayo de deflectometría.

#### 4.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EXISTENTE

A partir de la respuesta elástica del pavimento y de las propiedades físico-mecánicas de sus materiales constitutivos (espesor, capacidad de soporte y densidad), se hace un análisis iterativo de esfuerzo-deformación, para obtener un valor aproximado de los "módulos equivalentes" de la estructura del pavimento, de modo que haya congruencia entre los parámetros físico-mecánicos obtenidos en laboratorio con la respuesta elástica del pavimento.

El valor probable de módulo equivalente se obtiene para la deflexión de rebote ( $D_{rr}$ ) lo que da una confiabilidad superior al 90%.

Por medio de este análisis se obtuvo un equivalente estructural dentro de los siguientes rangos:

CAPA	ESPEORES EQUIVALENTES (cm)	RANGO PROBABLE DEL MODULO DE DEFORMACION PARA LD Y LI (kg/cm <sup>2</sup> )
------	-------------------------------	---

##### Tramo N° 1

CA *	20	5290 - 7050
B *	12	1130 - 1340
SB *	18	740 - 880
SR *	-	350 - 460

##### Tramo N° 2

CA *	21.3	5990 - 8800	7040 - 8800
B *	12	1340 - 1620	1410 - 1620
SB *	21.3	635 - 810	705 - 915
SR *	-	350 - 530	490 - 630

**Tramo N° 3**

CA *	22	4225 - 5100	7040 - 8800
B *	14	1125 - 1270	1410 - 1620
SB *	22	565 - 670	705 - 915
SR *	-	270 - 350	490 - 630

**Tramo N° 4**

CA *	21	5985 - 7390
B *	14	1370 - 1550
SB *	20	665 - 880
SR *	-	420 - 495

\*CA : Capa asfáltica , B\* : Base , SB\* : Sub-base, SR\* : Sub-rasante

LD: Carril derecho, dirección San José- Alajuela

LI: Carril derecho, dirección Alajuela - San José

#### 4.3 EVALUACION VISUAL DEL PAVIMENTO

Se hizo una evaluación visual en cada uno de los carriles. Para realizar esta evaluación se tomó como unidad básica de medición tramos de 100m de longitud, se caracterizaron las manifestaciones de deterioro según tipo y severidad de falla, obteniéndose una valoración del pavimento que permitió tramificar la vía según las siguientes categorías de falla :

##### a- Fallas tipo F1, F2

Estos tramos presentan manifestaciones mínimas de falla, fisuras o desprendimientos esporádicos, y por sus manifestaciones de deterioro permiten que funcione de forma eficiente un refuerzo estructural por sobrecapa. Hay que tener en cuenta que en razón de la historia de cargas de esta vía, aún en el caso de que la capa asfáltica presente un mínimo de fisuras, el pavimento tiene una fatiga acumulada que hace que especialmente dicha capa se encuentre próxima al límite de su vida útil.

**b- Fallas tipo F3**

En los tramos con este nivel de falla es posible que funcione de manera eficiente el refuerzo por sobrecapa, pero requieren una adecuada reparación en aquellos puntos donde se manifiesten deterioros por fisuras, grietas, desprendimientos locales o áreas con "lagarteo". En este caso, especialmente la capa asfáltica, está al límite de su vida útil a fatiga, y requiere por lo tanto un trabajo de reparación muy eficiente, previo a la colocación de la sobrecapa (caso de que el diseño final sea un refuerzo por sobrecapa).

**c- Fallas tipo F4**

Los tramos que presentan este nivel de deterioro, están en un nivel de falla por fatiga, especialmente en la capa asfáltica, en que empieza a percibirse incertidumbre con respecto a la eficiencia de reforzar estructuralmente el pavimento por medio de sobrecapa. No obstante si se hace una eficiente reparación de las zonas dañadas, dicha alternativa puede ser razonablemente viable, en cuyo caso se requiere una valoración técnico-económica, dentro del contexto general de deterioro de la vía, para decidir entre reparar y colocar una sobrecapa, o reconstruir el tramo.

**d- Fallas tipo F5 :**

En los tramos identificados con este nivel de falla no es recomendable colocar una sobrecapa como alternativa de rehabilitación. En estos casos se combina un nivel severo de fatiga superficial con fallas en las capas inferiores, lo que hace que la eficiencia de readecuar estructuralmente el pavimento por medio de una sobrecapa sea cuestionable.

**e- Fallas tipo F6**

Se trata de un nivel de falla severo, tanto superficialmente como en las capas inferiores, y por lo tanto se requiere una reparación "profunda" que corrija las deficiencias del pavimento de forma apropiada. La identificación y ubicación de estos patrones de falla por evaluación visual, sirven de base para diseñar la readecuación estructural del pavimento.

Para proponer las opciones definitivas de reconstrucción se analiza y se complementan los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio con esta evaluación visual.

En los planos anexos se presentan de forma detallada los resultados de esta evaluación, en planos esquemáticos a escala 1:1000.

#### 4.4 DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el análisis estructural del pavimento se tiene:

- a- El análisis de sensibilidad de solicitaciones de tránsito según se explicó detalladamente en apartados anteriores.
- b- La evaluación visual del pavimento.
- c- La capacidad estructural del pavimento existente (equivalente espesor-módulo), con base en los estudios de campo y laboratorio.
- d- Se definieron períodos de vida útil de 12 y 22 años para pavimento flexible y pavimento rígido, respectivamente.
- e- El análisis de todos estos parámetros se hizo procurando un nivel de confianza superior al 90%.

Para el diseño estructural se utilizaron los siguientes modelos:

El modelo AASHTO.

El modelo de la PCA (Portland Cement Association).

El modelo multicapa elástico ELSYM 5, desarrollado en la Universidad de California en Berkeley.

#### 4.4.1 DIMENSIONAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

En la alternativa de pavimento flexible se hizo una primera aproximación del diseño con el método AASHTO y luego se hizo un análisis de fatiga con ELSYM 5. En este caso se analizó la opción de base esfáltica y la de base estabilizada con cemento.

A partir de la ecuación:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R + S_o + 7.35 * \log_{10}(D+1) - 0.06 + [\log_{10}(\Delta\text{psi}/4.5 - 1.5)] \\ + (4.22 - 0.32p_i) * \log_{10}[S'_c * C_d (D^{0.75} - 1.132) / 215.63 * (D^{0.75} - (18.42 / (E_c/K)^{0.25}))]$$

se hizo un análisis del requerimiento estructural considerando:

Un rango de solicitaciones de carga de  $2.6 * 10^7$  a  $3.2 * 10^7$  ejes equivalentes de 8.2 ton.

Un nivel de confianza de 90% y 95%.

Una desviación estándar global de 0.35.

Una pérdida del nivel de servicio de 2.0 y 2.3.

Un rango de varicación del módulo resiliente de la sub-rasante de:  $320 \text{ kg/cm}^2$  a  $500 \text{ kg/cm}^2$ .

De aquí se obtuvo que para un nivel de confianza mayor al 90%, el requerimiento estructural medido con el parámetro SN, oscila entre 5.8 y 6.1. Esto permite hacer una primera aproximación de espesores, para luego verificar por fatiga y seleccionar así el diseño definitivo.

La Tabla 4.1 muestra los resultados de este análisis de sensibilidad. Para esta tabla aplica la siguiente simbología:

W18 = Ejes equivalentes de 8.2 ton.

Zr = Nivel de confianza.

So = Desviación estándar global.

SN = Número estructural AASHTO.

PSI = Pérdida de nivel de "servicio"

Mr = Módulo resiliente de la sub-rasante ( $\text{kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 4.1

Análisis de sensibilidad para el cálculo del parámetro SN

W18	LOG10(W18)	Z <sub>r</sub>	S <sub>o</sub>	SN	SN+1	PSI	M <sub>r</sub>	LOG10(W18)
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	6.30953	7.30953	2	317	7.41497816
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	6.07875	7.07875	2	317	7.41496491
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	5.94225	6.94225	2	387	7.41497641
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	5.72125	6.72125	2	387	7.41496126
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	5.52128	6.52128	2	493	7.41496966
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	5.31126	6.31126	2	493	7.41496977
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	6.47859	7.47859	2	317	7.50514251
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	6.24326	7.24326	2	317	7.50514379
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	6.10407	7.10407	2	387	7.50514778
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	5.87881	6.87881	2	387	7.50514586
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	5.67501	6.67501	2	493	7.5051515
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	5.46101	6.46101	2	493	7.50514621
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	6.05893	7.05893	2.3	317	7.41497808
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	5.83896	6.83896	2.3	317	7.41497032
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	5.70901	6.70901	2.3	387	7.41497445
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	5.49897	6.49897	2.3	387	7.41497245
2.60E+07	7.41497335	-1.65	0.35	5.30926	6.30926	2.3	493	7.41497291
2.60E+07	7.41497335	-1.29	0.35	5.11047	6.11047	2.3	493	7.41497621
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	6.22029	7.22029	2.3	317	7.5051446
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	5.99573	6.99573	2.3	317	7.50514595
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	5.86307	6.86307	2.3	387	7.50514878
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	5.64867	6.64867	2.3	387	7.50514473
3.20E+07	7.50514998	-1.65	0.35	5.45505	6.45505	2.3	493	7.50514928
3.20E+07	7.50514998	-1.29	0.35	5.25216	6.25216	2.3	493	7.50514734

A partir de esta primera aproximación por medio del modelo AASHTO, se procedió a realizar un análisis de fatiga, para lo que se propuso la siguiente gama de arreglos estructurales:

a- **Alternativa de base estabilizada con cemento**

En este caso se analizaron los parámetros de rigidez (módulo resiliente) que se detallan en la Tabla N° 4.2, para las combinaciones de espesores que adelante se indican.

**Tabla N° 4.2**  
**Combinaciones de módulos para el análisis de sensibilidad a fatiga (CASO BASE ESTABILIZADA)**

COMBINACIONES	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
CAPA ASFALTICA	7042	17606	24648	56338	7042	17606	24648	56338
BASE	38732	38732	38732	38732	38732	38732	38732	38732
SUB-BASE	704	704	704	704	845	845	845	845
SUB-RASANTE	458	458	458	458	493	493	493	493
COMBINACIONES	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4
CAPA ASFALTICA	7042	17606	4225	0	7042	17606	42254	0
BASE	35211	35211	35211	0	35211	35211	35211	0
SUB-BASE	669	669	669	0	704	704	704	0
SUB-RASANTE	352	352	352	0	458	458	458	0
COMBINACIONES	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4
CAPA ASFALTICA	7042	17606	42254	0	7042	14085	24648	56338
BASE	35211	35211	35211	0	35211	35211	35211	35211
SUB-BASE	669	669	669	0	634	634	634	634
SUB-RASANTE	352	352	352	0	282	282	282	282



Para este análisis de sensibilidad se propusieron las siguientes opciones de espesores (en cm):

CAPA	ESPESORES (cm)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
CAPA ASFALTICA	15	15	12	15	13	12	12	12	15	13	14	14	12	12
BASE	25	18	22	25	24	20	20	22	25	24	26	27	26	27
SUB-BASE	25	32	25	25	25	25	30	20	20	20	20	20	20	20

De este análisis de sensibilidad, combinando espesores y módulos se obtuvo como información más relevante lo siguiente:

- Esfuerzos y deformaciones unitarias normales.
- Esfuerzos y deformaciones unitarias principales.
- Desplazamientos totales.

Con estos datos se hizo el análisis de capacidad a fatiga del pavimento, calculando el número de repeticiones máximas admisibles por esfuerzos de tensión en la fibra inferior de la capa asfáltica y por deformaciones remanentes verticales a nivel de la fibra superior de la sub-rasante. Se utilizó el modelo del Instituto del Asfalto y el criterio de falla propuesto por Monismith y Finn.

La ecuación típica utilizada es:

$$N_f = 0.0796 * (e_c^{-3.291}) * (E^{-0.854})$$

$$N_d = 1.365 * 10^{-9} * (e_c^{-4.477})$$

donde:

$N_f$ : Número de repeticiones admisibles en la capa asfáltica.

$N_d$ : Número de repeticiones admisibles en la sub-rasante.

En la Tabla 4.3 se resumen los resultados más relevantes de este análisis.

Tabla N° 4.3

## Resumen de resultados del análisis de fatiga. CASO BASE ESTABILIZADA

CASO	E	$e_1$	$e_c$	$N_f$	$N_d$
C1.1	7042	5.172E-05	2.323E-04	5.26E+09	2.54E+07
C1.2	17606	1.790E-05	1.888E-04	7.91E+10	6.42E+07
C1.3	24648	6.088E-06	1.732E-04	2.06E+12	9.44E+07
C2.1	7042	4.993E-05	2.860E-04	5.91E+09	1.00E+07
C2.2	17606	1.706E-05	1.864E-04	9.26E+10	6.80E+07
C2.3	24648	5.524E-06	1.711E-04	2.84E+12	9.97E+07
C2.4	56338	1.591E-05	1.396E-04	4.32E+10	2.48E+08
D1.1	7042	3.089E-05	1.788E-04	2.87E+10	8.19E+07
D1.2	17606	4.829E-06	1.443E-04	5.90E+12	2.14E+08
D1.3	24648	3.795E-06	1.325E-04	9.78E+12	3.13E+08
D1.4	56338	1.859E-05	1.090E-04	2.59E+10	7.51E+08
D2.1	7042	2.971E-05	1.764E-04	3.26E+10	8.70E+07
D2.2	17606	4.305E-06	1.427E-04	8.60E+12	2.25E+08
D2.3	24648	4.138E-06	1.310E-04	7.35E+12	3.30E+08
D2.4	56338	1.864E-05	1.076E-04	2.56E+10	7.96E+08
E1.1	7042	4.088E-05	2.007E-04	1.14E+10	4.88E+07
E1.2	17606	1.160E-05	1.635E-04	3.30E+11	1.22E+08
E1.3	24648	1.476E-06	1.503E-04	2.19E+14	1.78E+08
E1.4	56338	1.690E-05	1.234E-04	3.54E+10	4.31E+08
E2.1	7042	3.943E-05	1.978E-04	1.29E+10	5.21E+07
E2.2	17606	1.092E-05	1.616E-04	4.02E+11	1.29E+08
E2.3	24648	1.012E-06	1.486E-04	7.57E+14	1.88E+08
E2.4	56338	1.700E-05	1.220E-04	3.47E+10	4.53E+08
CASO	E	$e_1$	$e_c$	$N_f$	$N_d$
H 6.1	7042	5.820E-05	3.200E-04	3.57E+09	6.05E+06
H 6.2	14085	2.800E-05	2.730E-04	2.19E+10	1.23E+07
H 6.3	24648	5.120E-06	2.370E-04	3.65E+12	2.32E+07
H 6.4	56338	1.870E-05	1.950E-04	2.54E+10	5.55E+07
I 6.1	7042	3.460E-05	2.450E-04	1.98E+10	2.00E+07
I 6.2	14085	1.140E-05	2.090E-04	4.22E+11	4.07E+07
I 6.3	24648	5.300E-06	1.820E-04	3.26E+12	7.56E+07
I 6.4	56338	2.120E-05	1.510E-04	1.68E+10	1.75E+08

Continuación Tabla 4.3

J 6.1	7042	4.590E-05	2.760E-04	7.80E+09	1.17E+07
J 6.2	14085	1.990E-05	2.360E-04	6.75E+10	2.36E+07
J 6.3	24648	3.380E-07	2.060E-04	2.80E+16	4.34E+07
J 6.4	56338	1.960E-05	1.700E-04	2.17E+10	1.03E+08
K 6.1	7042	3.620E-05	2.400E-04	1.70E+10	2.19E+07
K 6.2	14085	1.370E-05	2.060E-04	2.31E+11	4.34E+07
K 6.3	24648	3.120E-06	1.810E-04	1.86E+13	7.75E+07
K 6.4	56338	1.990E-05	1.510E-04	2.07E+10	1.75E+08
L 6.1	7042	3.400E-05	2.270E-04	2.09E+10	2.81E+07
L 6.2	14085	1.270E-05	1.970E-04	2.96E+11	5.31E+07
L 6.3	24648	3.350E-06	1.730E-04	1.47E+13	9.49E+07
L 6.4	56338	1.950E-05	1.450E-04	2.21E+10	2.09E+08
M 6.1	7042	4.590E-05	2.550E-04	7.80E+09	1.67E+07
M 6.2	14085	2.220E-05	2.220E-04	4.71E+10	3.11E+07
M 6.3	24648	3.470E-06	1.960E-04	1.31E+13	5.43E+07
M 6.4	56338	1.690E-05	1.640E-04	3.54E+10	1.21E+08
N 6.1	7042	4.230E-05	2.410E-04	1.02E+10	2.15E+07
N 6.2	14085	2.080E-05	2.120E-04	5.84E+10	3.82E+07
N 6.3	24648	2.970E-06	1.870E-04	2.19E+13	6.70E+07
N 6.4	56338	1.660E-05	1.580E-04	3.75E+10	1.42E+08

b- **Alternativa de base asfáltica**

De igual forma que se hizo para la base estabilizada, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad desde el punto de vista de fatiga, proponiendo una base Asfáltica como alternativa para conformar la estructura del pavimento.

Desde el punto de vista de combinaciones de rigidez se analizaron las siguientes opciones de módulos resilientes:

COMBINACIONES	1.1	1.2	1.3	1.4	3.1	3.2	3.3
CAPA ASFALTICA	7042	17606	24648	56338	7042	17606	42254
BASE	7042	8803	8803	10563	7042	8803	10563
SUB-BASE	704	704	704	704	669	669	669
SUB-RASANTE	458	458	458	458	352	352	352
COMBINACIONES	2.1	2.2	2.3	2.4	4.1	4.2	4.3
CAPA ASFALTICA	7042	17606	24648	56338	7042	17606	42254
BASE	7042	8803	8803	10563	7042	8803	10563
SUB-BASE	845	845	845	845	704	704	704
SUB-RASANTE	493	493	493	493	458	458	458

Tabla N° 4.4

## Resumen de resultados del análisis de fatiga. CASO BASE ASFALTICA.

CASO	E	$e_t$	$e_c$	Nf	Nd
A 1.1	7042	1.302E-04	3.958E-04	2.52E+08	2.33E+06
A 1.2	17606	1.267E-04	3.040E-04	1.26E+08	7.61E+06
A 1.3	24648	1.278E-04	2.823E-04	9.20E+07	1.06E+07
A 1.4	56338	9.743E-05	2.211E-04	1.11E+08	3.17E+07
A 2.1	7042	1.313E-04	3.800E-04	2.45E+08	2.80E+06
A 2.2	17606	1.257E-04	2.944E-04	1.29E+08	8.78E+06
A 2.3	24648	1.264E-04	2.738E-04	9.54E+07	1.22E+07
A 2.4	56338	9.610E-05	2.158E-04	1.16E+08	3.53E+07
B 1.1	7042	1.297E-04	3.642E-04	2.55E+08	3.39E+06
B 1.2	17606	1.204E-04	2.769E-04	1.49E+08	1.16E+07
B 1.3	24648	1.199E-04	2.568E-04	1.13E+08	1.62E+07
B 1.4	56338	8.953E-05	1.998E-04	1.46E+08	4.98E+07
B 2.1	7042	1.307E-04	3.514E-04	2.49E+08	3.98E+06
B 2.2	17606	1.197E-04	2.694E-04	1.52E+08	1.31E+07
B 2.3	24648	1.188E-04	2.502E-04	1.17E+08	1.82E+07
B 2.4	56338	8.851E-05	1.956E-04	1.52E+08	5.48E+07
C 1.1	7042	1.272E-04	3.103E-04	2.72E+08	6.94E+06
C 1.2	17606	1.005E-04	2.338E-04	2.70E+08	2.46E+07
C 1.3	24648	9.679E-05	2.166E-04	2.30E+08	3.47E+07
C 1.4	56338	4.845E-05	1.389E-04	1.11E+09	2.54E+08
C 2.1	7042	1.285E-04	2.895E-04	2.63E+08	9.47E+06
C 2.2	7042	1.280E-04	3.409E-04	2.67E+08	4.56E+06

Para esta análisis se utilizaron las siguientes configuraciones estructurales:

CAPA	ESPESORES (cm)					
	A	B	C	D	E	F
CAPA ASFALTICA	14	15	16	12	14	14
BASE	18	20	22	18	20	20
SUB-BASE	32	30	27	32	30	35

Finalmente, como resultado de este análisis se recomienda como alternativa de pavimento flexible lo siguiente :

- Conformar a nivel de la base granular existente.
- Colocar una base estabilizada de 26 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 17 cm.

#### 4.4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

El pavimento rígido se diseñó tomando en consideración los siguientes aspectos:

- De los escenarios probables de carga que se establecen en la Tabla 3.11, se seleccionó la hipótesis alta.
- Las solicitaciones de carga se separaron en dos categorías de ejes, simples y tandem; en cada caso se hizo una distribución de ejes por rango de carga.
- Se plantearon dos alternativas de reconstrucción, la primera consiste en reconstruir totalmente el pavimento a partir de la sub-rasante, manteniendo el nivel de rasante actual y la segunda, reconstruir a partir de la sub-base existente, lo que implica también subir el nivel de rasante.
- Para calcular el módulo de reacción a nivel de la base de apoyo de la losa se aplicó el método PCA, haciendo el siguiente procedimiento:

- a- Se calcula el valor CBR de diseño de la sub-rasante. Este parámetro se obtuvo del módulo resiliente calculado por retrocálculo a partir del estudio defletométrico.
- b- Se corrige el valor del módulo de reacción por efecto de la sub-base existente.
- c- Se calcula el valor del módulo k combinado a nivel de la base estabilizada, en función del espesor de la base y del valor de este parámetro obtenido a nivel de sub-base.
- d- Se seleccionó (por iteración), un valor del módulo de ruptura para el concreto de  $45 \text{ kg/cm}^2$ , medido este en el ensayo de carga a  $1/3$  de la luz de la viga.

A partir de este valor de resistencia se hace un análisis iterativo para determinar el parámetro de resistencia a fatiga por flexión, denominado en el modelo PCA "equivalente de esfuerzos". Dicho parámetro evalúa la capacidad a fatiga de la losa por esfuerzos de flexión repetidos y depende de este del espesor y resistencia de la losa, de la capacidad soportante de la base de apoyo de la losa y del tipo de eje a considerar (eje simple o tandem).

Por iteración se llegó a los siguientes rangos:

- Espesor de losa: de 24 cm a 25.4 cm.
- Equivalente de esfuerzos para eje simple: de 156 a 155 (método PCA).
- Equivalente de esfuerzos para eje tandem: de 121 a 129.
- Una vez obtenidos estos factores se calcula el número de repeticiones admisibles de carga, por rango de carga y tipo de eje.

De este análisis se obtiene el consumo de fatiga para cada nivel de carga y el consumo total de fatiga para la totalidad de los ejes durante el período de análisis.

- Posteriormente se hizo el "chequeo" de fatiga por erosión en la base. Se calculó separadamente para ejes simples y tandem. Los factores de erosión obtenidos fueron los siguientes:
  - Para ejes simples oscila entre 2.47 y 2.54
  - Para ejes tandem oscila entre 2.57 y 2.64
  
- Con estos factores se obtiene el número máximo de repeticiones admisibles y se verifica por tipo de eje y para cada nivel de carga. La Tabla N° 3.11 muestra el caso de las repeticiones máximas de carga para ejes simples en el tramo I.

Finalmente, como resultado de este análisis se recomienda la siguiente estructura del pavimento:

- Conformar a nivel de la sub-base existente, lo que implica remover la capa asfáltica y la base.
- Construir una base estabilizada de 22 cm de espesor, con una resistencia a 7 días de 35 kg/cm<sup>2</sup>.
- Construir una losa de concreto de 25 cm de espesor, con un módulo de ruptura a flexión de 45 kg/cm<sup>2</sup>, medido éste con el ensayo de carga a un tercio.

**5- PRESUPUESTO**



## PROGRAMA PARA SUMARIO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTOS DE CARRETERAS

PROYECTO:

AUTOPISTA GENERAL CAÑAS FLEXIBLE

RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL Colones
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES		GLOBAL		65,858,205
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE		GLOBAL		65,858,205
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	12690	M3	600	7,614,000
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	8700	M3	450	3,915,000
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS	1752	M3	800	1,401,600
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	200	M	550	110,000
204(1)	SUBBASE GRADUACION D	6078	M3	1750	10,636,500
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	134.4	M3	2200	295,680
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	40	M3	1400	56,448
211(2)	REMOCION EXCARIF. Y ESTABILIZACION PAVIMENTO EXISTEN	42340	M3	810	34,295,400
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA LA BASE ESTABILIZADA	6169	TONS	17800	109,816,388
308(2)	AGREGADO PARA LA BASE ESTABILIZADA	13746	M3	3100	42,612,600
308(5)	SELLO DE CURA,ASF.EMUL.PARA BASE ESTABILIZADA	274920	LITROS	55	15,120,600
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CLIENTE GRAD.BPARA CARPETA	85046	TONS	3500	297,659,698
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	5102738	LITROS	50	255,136,884
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1,CAPA DE LIGA	320740	LITROS	55	17,640,700
602A(1)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE A	4	m3	15000	60,000
603(21)	TUBO SIMILAR A ASTM C76 CLASE III DE 60 CM DE DIAM.	40	M	22000	880,000
604(3)	TRAGANTE	4	UNIDAD	65000	260,000
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUBDRENAJE FRANCES	29000	M3	1750	50,750,000
605(22)	TELA DE FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENAJE	29000	M2	230	6,670,000
606A(8)	BARANDA TIPO NEW JERSEY	2500	m	14200	35,500,000
606B(8)	REPARACION BARANDA TIPO NEW JERSEY	12000	m	4200	50,400,000
		sub. total	Colones		940,831,498
		TOTAL	Colones		1,072,547,908

**PROGRAMA PARA SUMARIO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTOS DE CARRETERAS**

PROYECTO:

AUTOPISTA GENERAL CAÑAS RIGIDO

REGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL Colones
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL			100,987,582
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL			100,987,582
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	12690	M3	600	7,614,000
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	8700	M3	450	3,915,000
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS	1752	M3	800	1,401,600
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	200	M	550	110,000
204(1)	SUBBASE GRADUACION D	9926.4	M3	1750	17,371,200
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	134.4	M3	2200	295,680
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	40	M3	1400	56,448
211(2)	REMOCION DEL PAVIMENTO EXISTENTE	42340	M3	810	34,295,400
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA LA BASE ESTABILIZADA	5544	TONS	17800	98,687,116
308(5)	SELLO DE CURA,ASF.EMUL.PARA BASE ESTABILIZADA	274920	LITROS	55	15,120,600
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1,CAPA DE LIGA	320740	LITROS	55	17,640,700
502(2)	PAVIMENTO DE HORMIGON SIN REFUERZO, DE CEMENTO PORTLAND	57275	M3	20000	1,145,500,000
602A(1)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE A	4	m3	15000	60,000
603(21)	TUBO SIMILAR A ASTM C76 CLASE III DE 60 CM DE DIAM.	40	M	22000	880,000
604(3)	TRAGANTE	4	UNIDAD	65000	260,000
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUBDRENAJE FRANCES	2610	M3	1750	4,567,500
605(22)	TELA DE FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENAJE	39150	M2	230	9,004,500
606A(8)	BARANDA TIPO NEW JERSEY	2500	m	14200	35,500,000
606B(8)	REPARACION BARANDA TIPO NEW JERSEY	12000	m	4200	50,400,000
sub. total		Colones			1,442,679,744
<b>TOTAL</b>		Colones			<b>1,644,654,908</b>

**ANEXO A**

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS  
ANALISIS DE TRANSITO**

**ANEXO A-1: CASO PAVIMENTO FLEXIBLE**

**ANEXO A-2: CASO PAVIMENTO RIGIDO**

**Anexo A-1****CASO PAVIMENTO FLEXIBLE****Resumen de Resultados de los Análisis de Tránsito**

Proyecto: Autopista General Cañas.

Estimación de cargas por eje.

Pavimento Flexible.

Condiciones:

Período de análisis : 12 años.

Tramos analizados : 3.

Taza de crecimiento vehicular : caso 1: 4% , caso 2 : 6%.

Capacidad máxima estimada : 73000 y 76000 vehículos diarios.

Hipótesis de composición vehicular : 3 casos : Baja, Media y Alta.

Equivalente de carga por tipo de vehículo : se consideraron 3 hipótesis de carga.

TABLA A1 : RANGO PROBABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 1

TPD		CAPACIDAD MAXIMA [ 73000 ]	
ANO		4%	6%
1995	66290		
1996		68941.6	70267.4
1997		71699.3	73000
1998		73000	73000
1999		73000	73000
2000		73000	73000
2001		73000	73000
2002		73000	73000
2003		73000	73000
2004		73000	73000
2005		73000	73000
2006		73000	73000
2007		73000	73000
2008		73000	73000
SUMATORIA		874699.26	876000.00

TABLA A2 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A3 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	2.01E+08	1.92E+07	7.38E+07	1.82E+07	3.19E+06	2.87E+06
CASO 2	2.02E+08	1.92E+07	7.39E+07	1.82E+07	3.20E+06	2.88E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	2.00E+08	2.08E+07	7.18E+07	2.01E+07	3.67E+06	3.35E+06
CASO 2	2.00E+08	2.08E+07	7.19E+07	2.01E+07	3.68E+06	3.36E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.96E+08	2.14E+07	6.99E+07	2.17E+07	5.75E+06	4.79E+06
CASO 2	1.96E+08	2.14E+07	7.00E+07	2.17E+07	5.76E+06	4.80E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA A4 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.81E+06	1.72E+07	1.84E+07	1.64E+07	4.79E+06	6.90E+06	2.29E+07
CASO 2	1.82E+06	1.73E+07	1.85E+07	1.64E+07	4.80E+06	6.91E+06	2.30E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.80E+06	1.87E+07	1.80E+07	1.81E+07	5.51E+06	8.05E+06	2.45E+07
CASO 2	1.80E+06	1.87E+07	1.80E+07	1.81E+07	5.52E+06	8.06E+06	2.46E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.76E+06	1.93E+07	1.75E+07	1.95E+07	8.62E+06	1.15E+07	2.74E+07
CASO 2	1.76E+06	1.93E+07	1.75E+07	1.96E+07	8.63E+06	1.15E+07	2.74E+07

TABLA A5: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.81E+06	1.92E+07	2.58E+07	2.09E+07	5.75E+06	7.90E+06	2.85E+07
CASO 2	1.82E+06	1.92E+07	2.59E+07	2.10E+07	5.76E+06	7.91E+06	2.85E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.80E+06	2.08E+07	2.51E+07	2.31E+07	6.61E+06	9.22E+06	3.03E+07
CASO 2	1.80E+06	2.08E+07	2.52E+07	2.32E+07	6.62E+06	9.23E+06	3.04E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.76E+06	2.14E+07	2.45E+07	2.50E+07	1.03E+07	1.32E+07	3.36E+07
CASO 2	1.76E+06	2.14E+07	2.45E+07	2.50E+07	1.04E+07	1.32E+07	3.37E+07



TABLA A6 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.81E+06	1.63E+07	1.11E+07	1.64E+07	4.47E+06	6.61E+06	1.98E+07
CASO 2	1.82E+06	1.63E+07	1.11E+07	1.64E+07	4.48E+06	6.62E+06	1.98E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.80E+06	1.76E+07	1.08E+07	1.81E+07	5.14E+06	7.71E+06	2.14E+07
CASO 2	1.80E+06	1.77E+07	1.08E+07	1.81E+07	5.15E+06	7.72E+06	2.14E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.76E+06	1.82E+07	1.05E+07	1.95E+07	8.05E+06	1.10E+07	2.42E+07
CASO 2	1.76E+06	1.82E+07	1.05E+07	1.96E+07	8.06E+06	1.10E+07	2.42E+07

TABLA A7: RANGO PROBABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 2

ANO	TPD	CAPACIDAD MAXIMA [ 73000 ]
		4%      6%
1995	46210	
1996		48058.4      48982.6
1997		49980.7      51921.6
1998		51980.0      55036.8
1999		54059.2      58339.1
2000		56221.5      61839.4
2001		58470.4      65549.8
2002		60809.2      69482.8
2003		63241.6      73000
2004		65771.2      73000
2005		68402.1      73000
2006		71138.2      73000
2007		73000      73000
2008		73000      73000
	SUMATORIA	746074.07      800169.39

TABLA A8 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A9: TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.72E+08	1.63E+07	6.29E+07	1.55E+07	2.72E+06	2.45E+06
CASO 2	1.84E+08	1.75E+07	6.75E+07	1.66E+07	2.92E+06	2.63E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.70E+08	1.77E+07	6.13E+07	1.72E+07	3.13E+06	2.86E+06
CASO 2	1.83E+08	1.90E+07	6.57E+07	1.84E+07	3.36E+06	3.07E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.67E+08	1.82E+07	5.96E+07	1.85E+07	4.90E+06	4.08E+06
CASO 2	1.79E+08	1.96E+07	6.40E+07	1.99E+07	5.26E+06	4.38E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA A10: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.47E+07	1.57E+07	1.40E+07	4.08E+06	5.88E+06	1.96E+07
CASO 2	1.66E+06	1.58E+07	1.69E+07	1.50E+07	4.38E+06	6.31E+06	2.10E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.53E+06	1.59E+07	1.53E+07	1.54E+07	4.70E+06	6.86E+06	2.09E+07
CASO 2	1.64E+06	1.71E+07	1.64E+07	1.66E+07	5.04E+06	7.36E+06	2.24E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.50E+06	1.64E+07	1.49E+07	1.67E+07	7.35E+06	9.80E+06	2.33E+07
CASO 2	1.61E+06	1.76E+07	1.60E+07	1.79E+07	7.89E+06	1.05E+07	2.50E+07

TABLA A11: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.63E+07	2.20E+07	1.79E+07	4.90E+06	6.74E+06	2.43E+07
CASO 2	1.66E+06	1.75E+07	2.36E+07	1.91E+07	5.26E+06	7.23E+06	2.60E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.53E+06	1.77E+07	2.14E+07	1.97E+07	5.64E+06	7.86E+06	2.59E+07
CASO 2	1.64E+06	1.90E+07	2.30E+07	2.12E+07	6.05E+06	8.43E+06	2.77E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.50E+06	1.82E+07	2.09E+07	2.13E+07	8.82E+06	1.12E+07	2.87E+07
CASO 2	1.61E+06	1.96E+07	2.24E+07	2.28E+07	9.46E+06	1.20E+07	3.08E+07

TABLA A12: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.39E+07	9.44E+06	1.40E+07	3.81E+06	5.64E+06	1.69E+07
CASO 2	1.66E+06	1.49E+07	1.01E+07	1.50E+07	4.09E+06	6.05E+06	1.81E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.53E+06	1.50E+07	9.19E+06	1.54E+07	4.38E+06	6.58E+06	1.83E+07
CASO 2	1.64E+06	1.61E+07	9.86E+06	1.66E+07	4.70E+06	7.05E+06	1.96E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.50E+06	1.55E+07	8.95E+06	1.67E+07	6.86E+06	9.39E+06	2.06E+07
CASO 2	1.61E+06	1.66E+07	9.59E+06	1.79E+07	7.36E+06	1.01E+07	2.21E+07

TABLA A13 : RANGO PROBLEABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 3

ANO	TPD	CAPACIDAD MAXIMA [ 73000 ]	
		4%	6%
1995	40910		
1996		42546.4	43364.6
1997		44248.3	45966.476
1998		46018.2	48724.5
1999		47858.9	51647.9
2000		49773.3	54746.8
2001		51764.2	58031.6
2002		53834.8	61513.5
2003		55988.2	65204.3
2004		58227.7	69116.6
2005		60556.8	73000
2006		62979.1	73000
2007		65498.2	73000
2008		68118.2	73000
SUMATORIA		664865.69	746951.72

TABLA A14 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A15: TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.53E+08	1.46E+07	5.61E+07	1.38E+07	2.43E+06	2.18E+06
CASO 2	1.72E+08	1.64E+07	6.30E+07	1.55E+07	2.73E+06	2.45E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.52E+08	1.58E+07	5.46E+07	1.53E+07	2.79E+06	2.55E+06
CASO 2	1.70E+08	1.77E+07	6.13E+07	1.72E+07	3.14E+06	2.86E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.49E+08	1.63E+07	5.31E+07	1.65E+07	4.37E+06	3.64E+06
CASO 2	1.67E+08	1.83E+07	5.97E+07	1.85E+07	4.91E+06	4.09E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%



TABLA A16: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.31E+07	1.40E+07	1.24E+07	3.64E+06	5.24E+06	1.74E+07
CASO 2	1.55E+06	1.47E+07	1.57E+07	1.40E+07	4.09E+06	5.89E+06	1.96E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.42E+07	1.37E+07	1.38E+07	4.19E+06	6.12E+06	1.86E+07
CASO 2	1.53E+06	1.59E+07	1.53E+07	1.55E+07	4.70E+06	6.87E+06	2.09E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.46E+07	1.33E+07	1.49E+07	6.55E+06	8.74E+06	2.08E+07
CASO 2	1.50E+06	1.64E+07	1.49E+07	1.67E+07	7.36E+06	9.81E+06	2.34E+07

TABLA A17 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.46E+07	1.96E+07	1.59E+07	4.37E+06	6.01E+06	2.16E+07
CASO 2	1.55E+06	1.64E+07	2.20E+07	1.79E+07	4.91E+06	6.75E+06	2.43E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.58E+07	1.91E+07	1.76E+07	5.02E+06	7.01E+06	2.31E+07
CASO 2	1.53E+06	1.77E+07	2.15E+07	1.98E+07	5.64E+06	7.87E+06	2.59E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.63E+07	1.86E+07	1.90E+07	7.86E+06	1.00E+07	2.56E+07
CASO 2	1.50E+06	1.83E+07	2.09E+07	2.13E+07	8.83E+06	1.12E+07	2.87E+07

TABLA A18: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 1 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.24E+07	8.41E+06	1.24E+07	3.40E+06	5.02E+06	1.51E+07
CASO 2	1.55E+06	1.39E+07	9.45E+06	1.40E+07	3.82E+06	5.64E+06	1.69E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.34E+07	8.19E+06	1.38E+07	3.91E+06	5.86E+06	1.63E+07
CASO 2	1.53E+06	1.51E+07	9.20E+06	1.55E+07	4.39E+06	6.58E+06	1.83E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.38E+07	7.97E+06	1.49E+07	6.12E+06	8.37E+06	1.84E+07
CASO 2	1.50E+06	1.55E+07	8.96E+06	1.67E+07	6.87E+06	9.41E+06	2.06E+07

TABLA A19 : RANGO PROBLEABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 1

ANO	TPD	CAPACIDAD MAXIMA	
		[ 76000 ]	6%
1995	66290		
1996		68941.6	70267.4
1997		71699.3	74483.4
1998		74567.2	76000
1999		76000	76000
2000		76000	76000
2001		76000	76000
2002		76000	76000
2003		76000	76000
2004		76000	76000
2005		76000	76000
2006		76000	76000
2007		76000	76000
2008		76000	76000
SUMATORIA		906266.50	910483.44

TABLA A20 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A21 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	2.09E+08	1.98E+07	7.64E+07	1.89E+07	3.31E+06	2.98E+06
CASO 2	2.10E+08	1.99E+07	7.68E+07	1.89E+07	3.32E+06	2.99E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	2.07E+08	2.15E+07	7.44E+07	2.08E+07	3.80E+06	3.47E+06
CASO 2	2.08E+08	2.16E+07	7.48E+07	2.09E+07	3.82E+06	3.49E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	2.03E+08	2.22E+07	7.24E+07	2.25E+07	5.95E+06	4.96E+06
CASO 2	2.04E+08	2.23E+07	7.28E+07	2.26E+07	5.98E+06	4.98E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA A22 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.79E+07	1.91E+07	1.70E+07	4.96E+06	7.15E+06	2.38E+07
CASO 2	1.89E+06	1.79E+07	1.92E+07	1.70E+07	4.98E+06	7.18E+06	2.39E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	1.94E+07	1.86E+07	1.88E+07	5.71E+06	8.34E+06	2.54E+07
CASO 2	1.87E+06	1.94E+07	1.87E+07	1.88E+07	5.73E+06	8.37E+06	2.55E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	1.99E+07	1.81E+07	2.02E+07	8.93E+06	1.19E+07	2.83E+07
CASO 2	1.83E+06	2.00E+07	1.82E+07	2.03E+07	8.97E+06	1.20E+07	2.85E+07

TABLA A23 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.98E+07	2.67E+07	2.17E+07	5.95E+06	8.19E+06	2.95E+07
CASO 2	1.89E+06	1.99E+07	2.69E+07	2.18E+07	5.98E+06	8.23E+06	2.96E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	2.15E+07	2.60E+07	2.40E+07	6.85E+06	9.55E+06	3.14E+07
CASO 2	1.87E+06	2.16E+07	2.62E+07	2.41E+07	6.88E+06	9.60E+06	3.16E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	2.22E+07	2.54E+07	2.59E+07	1.07E+07	1.36E+07	3.49E+07
CASO 2	1.83E+06	2.23E+07	2.55E+07	2.60E+07	1.08E+07	1.37E+07	3.50E+07



TABLA A24: EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 1

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA.

FACTOR CAMION	0,009	0,85	0,15	0,9	1,4	2,3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.88E+06	1.69E+07	1.15E+07	1.70E+07	4.63E+06	6.85E+06	2.05E+07
CASO 2	1.89E+06	1.69E+07	1.15E+07	1.70E+07	4.65E+06	6.88E+06	2.06E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.86E+06	1.83E+07	1.12E+07	1.88E+07	5.33E+06	7.99E+06	2.22E+07
CASO 2	1.87E+06	1.84E+07	1.12E+07	1.88E+07	5.35E+06	8.03E+06	2.23E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.82E+06	1.88E+07	1.09E+07	2.02E+07	8.34E+06	1.14E+07	2.50E+07
CASO 2	1.83E+06	1.89E+07	1.09E+07	2.03E+07	8.37E+06	1.15E+07	2.51E+07

TABLA A25 : RANGO PROBLEABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 2

ANO	TPD	CAPACIDAD MAXIMA		
		[ 76000 ]		
		4%	6%	
1995	46210			
1996		48058.4		48982.6
1997		49980.7		51921.6
1998		51980.0		55036.8
1999		54059.2		58339.1
2000		56221.5		61839.4
2001		58470.4		65549.8
2002		60809.2		69482.8
2003		63241.6		73651.7
2004		65771.2		76000
2005		68402.1		76000
2006		71138.2		76000
2007		73983.7		76000
2008		76000		76000
SUMATORIA		750057.77		815821.11

TABLA A26 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A27 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.73E+08	1.64E+07	6.32E+07	1.56E+07	2.74E+06	2.46E+06
CASO 2	1.88E+08	1.79E+07	6.88E+07	1.70E+07	2.98E+06	2.68E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.71E+08	1.78E+07	6.16E+07	1.72E+07	3.15E+06	2.87E+06
CASO 2	1.86E+08	1.94E+07	6.70E+07	1.88E+07	3.42E+06	3.13E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.68E+08	1.83E+07	6.00E+07	1.86E+07	4.93E+06	4.11E+06
CASO 2	1.83E+08	2.00E+07	6.52E+07	2.02E+07	5.36E+06	4.47E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA A28 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.48E+07	1.58E+07	1.40E+07	4.11E+06	5.91E+06	1.97E+07
CASO 2	1.69E+06	1.61E+07	1.72E+07	1.53E+07	4.47E+06	6.43E+06	2.14E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.54E+06	1.60E+07	1.54E+07	1.55E+07	4.72E+06	6.90E+06	2.10E+07
CASO 2	1.67E+06	1.74E+07	1.67E+07	1.69E+07	5.14E+06	7.50E+06	2.29E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.51E+06	1.65E+07	1.50E+07	1.68E+07	7.39E+06	9.86E+06	2.35E+07
CASO 2	1.64E+06	1.80E+07	1.63E+07	1.82E+07	8.04E+06	1.07E+07	2.55E+07

TABLA A29 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.64E+07	2.21E+07	1.79E+07	4.93E+06	6.78E+06	2.44E+07
CASO 2	1.69E+06	1.79E+07	2.41E+07	1.95E+07	5.36E+06	7.37E+06	2.66E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.54E+06	1.78E+07	2.16E+07	1.98E+07	5.67E+06	7.91E+06	2.60E+07
CASO 2	1.67E+06	1.94E+07	2.34E+07	2.16E+07	6.16E+06	8.60E+06	2.83E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.51E+06	1.83E+07	2.10E+07	2.14E+07	8.87E+06	1.13E+07	2.88E+07
CASO 2	1.64E+06	2.00E+07	2.28E+07	2.33E+07	9.65E+06	1.23E+07	3.14E+07

TABLA A30 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 2

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.55E+06	1.40E+07	9.49E+06	1.40E+07	3.83E+06	5.67E+06	1.70E+07
CASO 2	1.69E+06	1.52E+07	1.03E+07	1.53E+07	4.17E+06	6.16E+06	1.85E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.54E+06	1.51E+07	9.24E+06	1.55E+07	4.41E+06	6.61E+06	1.84E+07
CASO 2	1.67E+06	1.65E+07	1.00E+07	1.69E+07	4.79E+06	7.19E+06	2.00E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.51E+06	1.56E+07	8.99E+06	1.68E+07	6.90E+06	9.45E+06	2.07E+07
CASO 2	1.64E+06	1.70E+07	9.78E+06	1.82E+07	7.50E+06	1.03E+07	2.25E+07

TABLA A31 : RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO # 3

ANO	TPD	CAPACIDAD MAXIMA [ 76000 ]	
		4%	6%
1995	40910		
1996		42546.4	43364.6
1997		44248.3	45966.476
1998		46018.2	48724.5
1999		47858.9	51647.9
2000		49773.3	54746.8
2001		51764.2	58031.6
2002		53834.8	61513.5
2003		55988.2	65204.3
2004		58227.7	69116.6
2005		60556.8	73263.6
2006		62979.1	76000
2007		65498.2	76000
2008		68118.2	76000
SUMATORIA		664865.69	756215.30



TABLA A32 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA A33 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.53E+08	1.46E+07	5.61E+07	1.38E+07	2.43E+06	2.18E+06
CASO 2	1.74E+08	1.66E+07	6.38E+07	1.57E+07	2.76E+06	2.48E+06
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.52E+08	1.58E+07	5.46E+07	1.53E+07	2.79E+06	2.55E+06
CASO 2	1.73E+08	1.79E+07	6.21E+07	1.74E+07	3.17E+06	2.90E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
CASO 1	1.49E+08	1.63E+07	5.31E+07	1.65E+07	4.37E+06	3.64E+06
CASO 2	1.69E+08	1.85E+07	6.04E+07	1.88E+07	4.97E+06	4.14E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA A34 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 1 DE CARGA ( NIVEL MEDIO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.9	0.25	0.9	1.5	2.4	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.31E+07	1.40E+07	1.24E+07	3.64E+06	5.24E+06	1.74E+07
CASO 2	1.57E+06	1.49E+07	1.59E+07	1.42E+07	4.14E+06	5.96E+06	1.98E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.42E+07	1.37E+07	1.38E+07	4.19E+06	6.12E+06	1.86E+07
CASO 2	1.55E+06	1.61E+07	1.55E+07	1.57E+07	4.76E+06	6.96E+06	2.12E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.46E+07	1.33E+07	1.49E+07	6.55E+06	8.74E+06	2.08E+07
CASO 2	1.52E+06	1.66E+07	1.51E+07	1.69E+07	7.45E+06	9.94E+06	2.36E+07

TABLA A35 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 2 DE CARGA ( NIVEL ALTO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	1	0.35	1.15	1.8	2.75	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.46E+07	1.96E+07	1.59E+07	4.37E+06	6.01E+06	2.16E+07
CASO 2	1.57E+06	1.66E+07	2.23E+07	1.81E+07	4.97E+06	6.83E+06	2.46E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.58E+07	1.91E+07	1.76E+07	5.02E+06	7.01E+06	2.31E+07
CASO 2	1.55E+06	1.79E+07	2.17E+07	2.00E+07	5.71E+06	7.97E+06	2.62E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.63E+07	1.86E+07	1.90E+07	7.86E+06	1.00E+07	2.56E+07
CASO 2	1.52E+06	1.85E+07	2.12E+07	2.16E+07	8.94E+06	1.14E+07	2.91E+07

TABLA A36 : EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

TRAMO No 3

NIVEL 3 DE CARGA ( NIVEL BAJO DE CARGA POR TIPO DE VEHICULO )

HIPOTESIS 2 DE CAPACIDAD MAXIMA DE LA VIA

FACTOR CAMION	0.009	0.85	0.15	0.9	1.4	2.3	TOTAL
HIPOTESIS BAJA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.38E+06	1.24E+07	8.41E+06	1.24E+07	3.40E+06	5.02E+06	1.51E+07
CASO 2	1.57E+06	1.41E+07	9.56E+06	1.42E+07	3.86E+06	5.71E+06	1.71E+07
HIPOTESIS MEDIA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.37E+06	1.34E+07	8.19E+06	1.38E+07	3.91E+06	5.86E+06	1.63E+07
CASO 2	1.55E+06	1.53E+07	9.32E+06	1.57E+07	4.44E+06	6.67E+06	1.85E+07
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	1.34E+06	1.38E+07	7.97E+06	1.49E+07	6.12E+06	8.37E+06	1.84E+07
CASO 2	1.52E+06	1.57E+07	9.07E+06	1.69E+07	6.96E+06	9.52E+06	2.09E+07

**ANEXO A-2****CASO PAVIMENTO RIGIDO  
RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS  
ANALISIS DE TRANSITO**

Proyecto: Autopista General Cañas.

Estimación de cargas por eje.

Pavimento Rígido.

Condiciones:

Período de análisis : 22 años.

Tramos analizados : 3.

Taza de crecimiento vehicular : caso 1: 4% , caso 2 : 6%.

Capacidad máxima estimada = 73000 y 76000 vehículos diarios.

Hipótesis de composición vehicular : 3 casos : Baja, Media y Alta.

Tabla B1 : MUESTRA DE DISTRIBUCIÓN DE EJES SIMPLES POR RANGO DE CARGA  
CAMION C-2, AÑO 1993. ESTACION OCHOMOGO.

CARGA	FEB	%	SET	%	OCT	%	TOTAL	%	MIN	MAX
E. simple										
0 <= 2	14	0.9	22	1.8	14	2.0	50	1.4	0.9	2
2 <= 3	101	6.2	107	8.9	49	6.8	257	7.3	6.2	8.9
3 <= 4	381	23.5	274	22.8	185	25.8	840	23.8	22.8	25.8
4 <= 5	364	22.5	246	20.5	139	19.4	749	21.2	19.4	22.5
5 <= 6	30	1.9	33	2.8	17	2.4	80	2.3	1.9	2.8
6 <= 7	57	3.5	55	4.6	36	5.0	148	4.2	3.5	5
7 <= 8	104	6.4	63	5.3	35	4.9	202	5.7	4.9	6.4
8 <= 9	339	21.0	308	25.7	162	22.6	809	22.9	21	25.7
9 <= 10	223	13.8	92	7.7	78	10.9	393	11.1	7.7	13.8
10 <= 11	4	0.2	0	0.0	0	0.0	4	0.1	0	0.2
11 <= 13	1	0.1	0	0.0	1	0.1	2	0.1	0	0.1
13 <= 14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
>= 14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
TOTAL	1618	100.0	1200	100.0	716	100.0	3534	100.0	100	100

Tabla B2 : MUESTRA DE DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES POR RANGO DE CARGA  
CAMION C-3 Y T3-S2. AÑO 1993. ESTACION OCHOMOGO.

CARGA	FEB	%	AGO	%	SET	%	OCT	%	TOTAL	%	MIN	MAX
E. simple												
0 <= 2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
2 <= 3	6	0.9	16	2.0	11	1.6	1	0.3	34	1.3	0.3	2
3 <= 4	332	47.9	627	77.9	554	78.2	270	73.8	1783	69.3	47.9	78.2
4 <= 5	210	30.3	50	6.2	25	3.5	26	7.1	311	12.1	3.5	30.3
5 <= 6	100	14.4	103	12.8	115	16.2	66	18.0	384	14.9	12.8	18
6 <= 7	45	6.5	9	1.1	3	0.4	3	0.8	60	2.3	0.4	6.5
7 <= 8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
8 <= 9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
9 <= 10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
10 <= 11	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
11 <= 13	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
13 <= 14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
>= 14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>693</b>	<b>100.0</b>	<b>805</b>	<b>100.0</b>	<b>708</b>	<b>100.0</b>	<b>366</b>	<b>100.0</b>	<b>2572</b>	<b>100.0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



Tabla B3 : MUESTRA DE DISTRIBUCION DE EJES TANDEM POR RANGO DE CARGA  
CAMION C-3 Y T3-S2. AÑO 1993. ESTACION OCHOMOGO.

CARGA	FEB	%	AGO	%	SET	%	OCT	%	TOTAL	%	MIN	MAX
E. Tandem												
0 <=5	0	0.0	1	0.1	3	0.2	2	0.3	6	0.1	0	0.3
5 <=7	7	0.6	7	0.5	20	1.6	1	0.2	35	0.8	0.2	1.6
7 <=8	3	0.3	15	1.0	14	1.1	7	1.1	39	0.9	0.3	1.1
8 <=9	11	0.9	17	1.2	20	1.6	12	1.9	60	1.3	0.9	1.9
9 <=10	21	1.8	28	2.0	24	1.9	19	3.0	92	2.0	1.8	3
10 <=11	28	2.3	30	2.1	24	1.9	15	2.4	97	2.1	1.9	2.4
11 <=12	34	2.8	50	3.5	66	5.3	13	2.1	163	3.6	2.1	5.3
12 <=13	57	4.8	66	4.6	78	6.2	33	5.2	234	5.2	4.6	6.2
13 >=14	102	8.5	164	11.5	138	11.0	64	10.1	468	10.4	8.5	11.5
14 <=15	187	15.7	244	17.1	228	18.1	96	15.2	755	16.7	15.2	18.1
15 <=16	302	25.3	459	32.1	327	26.0	177	28.0	1265	28.0	25.3	32.1
16 <=17	358	30.0	349	24.4	315	25.1	192	30.3	1214	26.9	24.4	30.3
17 <=18	82	6.9	1	0.1	0	0.0	1	0.2	84	1.9	0	6.9
18 <=20	1	0.0838	0	0	0	0	1	0.2	2	0.0	0	0.2
>=20	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1193</b>	<b>100</b>	<b>1431</b>	<b>100</b>	<b>1257</b>	<b>100</b>	<b>633</b>	<b>100.0</b>	<b>4514</b>	<b>100.0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

TABLA B4 : RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO No 1

TPD		CAPACIDAD MAXIMA	
		[ 73000 ]	
ANO		4%	6%
1995	66290		
1996		68941.6	70267.4
1997		71699.3	73000
1998		73000	73000
1999		73000	73000
2000		73000	73000
2001		73000	73000
2002		73000	73000
2003		73000	73000
2004		73000	73000
2005		73000	73000
2006		73000	73000
2007		73000	73000
2008		73000	73000
2009		73000	73000
2010		73000	73000
2011		73000	73000
2012		73000	73000
2013		73000	73000
2014		73000	73000
2015		73000	73000
2016		73000	73000
2017		73000	73000
2018		73000	73000
2019		73000	73000
2020		73000	73000
SUMATORIA		1750699	1752000

TRAMO 1

TABLA B5 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA B6 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
HIPOTESIS BAJA							
	CASO 1	4.03E+08	3.83E+07	1.48E+08	3.64E+07	6.39E+06	5.75E+06
HIPOTESIS MEDIA	CASO 2	4.04E+08	3.84E+07	1.48E+08	3.65E+07	6.39E+06	5.76E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	3.99E+08	4.15E+07	1.44E+08	4.03E+07	7.35E+06	6.71E+06	
	CASO 2	4.00E+08	4.16E+07	1.44E+08	4.03E+07	7.35E+06	6.71E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
CASO 1	3.92E+08	4.28E+07	1.40E+08	4.35E+07	1.15E+07	9.59E+06	
	CASO 2	3.92E+08	4.28E+07	1.40E+08	4.35E+07	1.15E+07	9.59E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA B7 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES

PESO (KG)	TOTAL	%	F (BUS)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0000 - 2000	1	0.1	0.0019	2.86E+04	2.87E+04	3.10E+04	3.11E+04	3.20E+04	3.20E+04
2001 - 3000	5	0.5	0.0096	1.43E+05	1.43E+05	1.55E+05	1.55E+05	1.60E+05	1.60E+05
3001 - 4000	60	5.7	0.1149	1.72E+06	1.72E+06	1.86E+06	1.86E+06	1.92E+06	1.92E+06
4001 - 5000	158	15.1	0.3027	4.52E+06	4.53E+06	4.90E+06	4.91E+06	5.05E+06	5.05E+06
5001 - 6000	195	18.7	0.3736	5.58E+06	5.59E+06	6.05E+06	6.06E+06	6.24E+06	6.24E+06
6001 - 7000	227	21.7	0.4349	6.50E+06	6.51E+06	7.04E+06	7.06E+06	7.26E+06	7.26E+06
7001 - 8000	118	11.3	0.2261	3.38E+06	3.39E+06	3.66E+06	3.67E+06	3.77E+06	3.77E+06
8001 - 9000	117	11.2	0.2241	3.35E+06	3.36E+06	3.63E+06	3.64E+06	3.74E+06	3.74E+06
9001 - 10000	91	8.7	0.1743	2.60E+06	2.61E+06	2.82E+06	2.83E+06	2.91E+06	2.91E+06
10001 - 11000	57	5.5	0.1092	1.63E+06	1.64E+06	1.77E+06	1.77E+06	1.82E+06	1.82E+06
11001 - 12000	14	1.3	0.0268	4.01E+05	4.02E+05	4.34E+05	4.35E+05	4.48E+05	4.48E+05
12001 - 13000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13001 - 14000	1	0.1	0.0019	2.86E+04	2.87E+04	3.10E+04	3.11E+04	3.20E+04	3.20E+04
14001 - 15000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15001 - 16000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16001 - 17000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17001 - 18000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18001 - 19000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19001 - 20000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20001 - 21000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21001 - 22000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	1044	100.0	2.0000						

(\*) Factor de distribución de rango de carga para el bus.

TABLA B8 : RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO No 2

TPD		CAPACIDAD MAXIMA	
		[ 73000 ]	
ANO		4%	6%
1995	46210		
1996		48058.4	48982.6
1997		49980.7	51921.6
1998		51980.0	55036.8
1999		54059.2	58339.1
2000		56221.5	61839.4
2001		58470.4	65549.8
2002		60809.2	69482.8
2003		63241.6	73000
2004		65771.2	73000
2005		68402.1	73000
2006		71138.2	73000
2007		73000	73000
2008		73000	73000
2009		73000	73000
2010		73000	73000
2011		73000	73000
2012		73000	73000
2013		73000	73000
2014		73000	73000
2015		73000	73000
2016		73000	73000
2017		73000	73000
2018		73000	73000
2019		73000	73000
2020		73000	73000
SUMATORIA		1622074	1676169

TRAMO 2

TABLA B9 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA						
	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA B10 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
HIPOTESIS BAJA							
	CASO 1	3.74E+08	3.55E+07	1.37E+08	3.37E+07	5.92E+06	5.33E+06
HIPOTESIS MEDIA	CASO 2	3.86E+08	3.67E+07	1.41E+08	3.49E+07	6.12E+06	5.51E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
	CASO 1	3.70E+08	3.85E+07	1.33E+08	3.73E+07	6.81E+06	6.22E+06
HIPOTESIS ALTA	CASO 2	3.82E+08	3.98E+07	1.38E+08	3.85E+07	7.04E+06	6.42E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
	CASO 1	3.63E+08	3.97E+07	1.30E+08	4.03E+07	1.07E+07	8.88E+06
HIPOTESIS ALTA	CASO 2	3.75E+08	4.10E+07	1.34E+08	4.16E+07	1.10E+07	9.18E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%  
 CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA B11 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES

PESO (KG)	TOTAL	%	F (BUS)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0000 - 2000	1	0.1	0.0019	2.65E+04	2.74E+04	2.88E+04	2.97E+04	2.97E+04	3.06E+04
2001 - 3000	5	0.5	0.0096	1.33E+05	1.37E+05	1.44E+05	1.49E+05	1.48E+05	1.53E+05
3001 - 4000	60	5.7	0.1149	1.59E+06	1.65E+06	1.73E+06	1.78E+06	1.78E+06	1.84E+06
4001 - 5000	158	15.1	0.3027	4.19E+06	4.33E+06	4.54E+06	4.70E+06	4.69E+06	4.84E+06
5001 - 6000	195	18.7	0.3736	5.17E+06	5.35E+06	5.61E+06	5.80E+06	5.78E+06	5.97E+06
6001 - 7000	227	21.7	0.4349	6.02E+06	6.22E+06	6.53E+06	6.75E+06	6.73E+06	6.95E+06
7001 - 8000	118	11.3	0.2261	3.13E+06	3.24E+06	3.39E+06	3.51E+06	3.50E+06	3.61E+06
8001 - 9000	117	11.2	0.2241	3.10E+06	3.21E+06	3.37E+06	3.48E+06	3.47E+06	3.58E+06
9001 - 10000	91	8.7	0.1743	2.41E+06	2.50E+06	2.62E+06	2.71E+06	2.70E+06	2.79E+06
10001 - 11000	57	5.5	0.1092	1.51E+06	1.56E+06	1.64E+06	1.69E+06	1.69E+06	1.75E+06
11001 - 12000	14	1.3	0.0268	3.71E+05	3.84E+05	4.03E+05	4.16E+05	4.15E+05	4.29E+05
12001 - 13000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13001 - 14000	1	0.1	0.0019	2.65E+04	2.74E+04	2.88E+04	2.97E+04	2.97E+04	3.06E+04
14001 - 15000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15001 - 16000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16001 - 17000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17001 - 18000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18001 - 19000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19001 - 20000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20001 - 21000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21001 - 22000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	1044	100.0	2.0000						

(\*) Factor de distribución de rango de carga para el bus.

TABLA B12 : RANGO PROBLEBLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TRAMO No 3

TPD		CAPACIDAD MAXIMA	
		[ 73000 ]	
ANO		4%	6%
1995	40910		
1996		42546.4	43364.6
1997		44248.3	45966.476
1998		46018.2	48724.5
1999		47858.9	51647.9
2000		49773.3	54746.8
2001		51764.2	58031.6
2002		53834.8	61513.5
2003		55988.2	65204.3
2004		58227.7	69116.6
2005		60556.8	73000
2006		62979.1	73000
2007		65498.2	73000
2008		68118.2	73000
2009		70842.9	73000
2010		73000	73000
2011		73000	73000
2012		73000	73000
2013		73000	73000
2014		73000	73000
2015		73000	73000
2016		73000	73000
2017		73000	73000
2018		73000	73000
2019		73000	73000
2020		73000	73000
SUMATORIA		1538709	1622952



TRAMO 3

TABLA 13 : HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2
HIPOTESIS BAJA	63.1	6	23.1	5.7	1	0.9
HIPOTESIS MEDIA	62.5	6.5	22.5	6.3	1.15	1.05
HIPOTESIS ALTA	61.3	6.7	21.9	6.8	1.8	1.5

TABLA 14 : TOTAL DE VEHICULOS POR SENTIDO SEGUN HIPOTESIS DE COMPOSICION VEHICULAR

	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
HIPOTESIS BAJA							
	CASO 1	3.54E+08	3.37E+07	1.30E+08	3.20E+07	5.62E+06	5.05E+06
HIPOTESIS MEDIA	CASO 2	3.74E+08	3.55E+07	1.37E+08	3.38E+07	5.92E+06	5.33E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
	CASO 1	3.51E+08	3.65E+07	1.26E+08	3.54E+07	6.46E+06	5.90E+06
HIPOTESIS ALTA	CASO 2	3.70E+08	3.85E+07	1.33E+08	3.73E+07	6.81E+06	6.22E+06
HIPOTESIS ALTA	LIV	BUS	CL	C2	C3	T3-S2	
	CASO 1	3.44E+08	3.76E+07	1.23E+08	3.82E+07	1.01E+07	8.42E+06
HIPOTESIS ALTA	CASO 2	3.63E+08	3.97E+07	1.30E+08	4.03E+07	1.07E+07	8.89E+06

CASO 1 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 4%

CASO 2 : CAPACIDAD MAXIMA PARA UNA TASA I = 6%

TABLA B15 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES

PESO (KG)	TOTAL	%	F (BUS)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0000 - 2000	1	0.1	0.0019	2.52E+04	2.65E+04	2.73E+04	2.88E+04	2.81E+04	2.97E+04
2001 - 3000	5	0.5	0.0096	1.26E+05	1.33E+05	1.36E+05	1.44E+05	1.40E+05	1.48E+05
3001 - 4000	60	5.7	0.1149	1.51E+06	1.59E+06	1.64E+06	1.73E+06	1.69E+06	1.78E+06
4001 - 5000	158	15.1	0.3027	3.98E+06	4.19E+06	4.31E+06	4.54E+06	4.44E+06	4.69E+06
5001 - 6000	195	18.7	0.3736	4.91E+06	5.17E+06	5.32E+06	5.61E+06	5.48E+06	5.78E+06
6001 - 7000	227	21.7	0.4349	5.72E+06	6.02E+06	6.19E+06	6.53E+06	6.38E+06	6.73E+06
7001 - 8000	118	11.3	0.2261	2.97E+06	3.13E+06	3.22E+06	3.39E+06	3.31E+06	3.50E+06
8001 - 9000	117	11.2	0.2241	2.95E+06	3.10E+06	3.19E+06	3.37E+06	3.29E+06	3.47E+06
9001 - 10000	91	8.7	0.1743	2.29E+06	2.41E+06	2.48E+06	2.62E+06	2.56E+06	2.70E+06
10001 - 11000	57	5.5	0.1092	1.44E+06	1.51E+06	1.55E+06	1.64E+06	1.60E+06	1.69E+06
11001 - 12000	14	1.3	0.0268	3.52E+05	3.71E+05	3.82E+05	4.03E+05	3.93E+05	4.15E+05
12001 - 13000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13001 - 14000	1	0.1	0.0019	2.52E+04	2.65E+04	2.73E+04	2.88E+04	2.81E+04	2.97E+04
14001 - 15000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15001 - 16000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16001 - 17000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17001 - 18000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18001 - 19000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19001 - 20000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20001 - 21000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21001 - 22000	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	1044	100.0	2.0000						

(\*) Factor de distribución de rango de carga para el bus.

TABLA B16 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES POR RANGO DE CARGA. CAMION C-2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-2)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	50	1.4	0.0283	4.02E+05	4.03E+05	4.45E+05	4.45E+05	4.80E+05	4.80E+05
2 <= 3	257	7.3	0.1454	2.06E+06	2.07E+06	2.29E+06	2.29E+06	2.47E+06	2.47E+06
3 <= 4	840	23.8	0.4754	6.75E+06	6.77E+06	7.47E+06	7.47E+06	8.06E+06	8.06E+06
4 <= 5	749	21.2	0.4239	6.02E+06	6.03E+06	6.66E+06	6.66E+06	7.19E+06	7.19E+06
5 <= 6	80	2.3	0.0453	6.43E+05	6.44E+05	7.12E+05	7.12E+05	7.68E+05	7.68E+05
6 <= 7	148	4.2	0.0838	1.19E+06	1.19E+06	1.32E+06	1.32E+06	1.42E+06	1.42E+06
7 <= 8	202	5.7	0.1143	1.62E+06	1.63E+06	1.80E+06	1.80E+06	1.94E+06	1.94E+06
8 <= 9	809	22.9	0.4578	6.50E+06	6.52E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.77E+06	7.77E+06
9 <= 10	393	11.1	0.2224	3.16E+06	3.17E+06	3.50E+06	3.50E+06	3.77E+06	3.77E+06
10 <= 11	4	0.1	0.0023	3.21E+04	3.22E+04	3.56E+04	3.56E+04	3.84E+04	3.84E+04
11 <= 13	2	0.1	0.0011	1.61E+04	1.61E+04	1.78E+04	1.78E+04	1.92E+04	1.92E+04
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	<b>3534</b>	<b>100.0</b>	<b>2.0000</b>						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-2.

## TRAMO No 2

TABLA B17 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES. CAMION C-2

CARGA	TOTAL	%	F (C-2)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	50	1.4	0.0283	3.72E+05	3.85E+05	4.12E+05	4.25E+05	4.45E+05	4.59E+05
2 <= 3	257	7.3	0.1454	1.91E+06	1.98E+06	2.12E+06	2.18E+06	2.29E+06	2.36E+06
3 <= 4	840	23.8	0.4754	6.25E+06	6.47E+06	6.92E+06	7.14E+06	7.47E+06	7.71E+06
4 <= 5	749	21.2	0.4239	5.57E+06	5.77E+06	6.17E+06	6.36E+06	6.66E+06	6.88E+06
5 <= 6	80	2.3	0.0453	5.95E+05	6.16E+05	6.59E+05	6.80E+05	7.12E+05	7.35E+05
6 <= 7	148	4.2	0.0838	1.10E+06	1.14E+06	1.22E+06	1.26E+06	1.32E+06	1.36E+06
7 <= 8	202	5.7	0.1143	1.50E+06	1.56E+06	1.66E+06	1.72E+06	1.80E+06	1.85E+06
8 <= 9	809	22.9	0.4578	6.02E+06	6.23E+06	6.66E+06	6.87E+06	7.20E+06	7.43E+06
9 <= 10	393	11.1	0.2224	2.92E+06	3.03E+06	3.24E+06	3.34E+06	3.50E+06	3.61E+06
10 <= 11	4	0.1	0.0023	2.98E+04	3.08E+04	3.29E+04	3.40E+04	3.56E+04	3.67E+04
11 <= 13	2	0.1	0.0011	1.49E+04	1.54E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.78E+04	1.84E+04
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	<b>3534</b>	<b>100.0</b>	<b>2.0000</b>						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-2.

TRAMO No 3

TABLA B18: DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES. CAMION C-2

CARGA	TOTAL	%	F (C-2)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	50	1.4	0.0283	3.53E+05	3.73E+05	3.91E+05	4.12E+05	4.22E+05	4.45E+05
2 <= 3	257	7.3	0.1454	1.82E+06	1.92E+06	2.01E+06	2.12E+06	2.17E+06	2.29E+06
3 <= 4	840	23.8	0.4754	5.93E+06	6.27E+06	6.56E+06	6.92E+06	7.08E+06	7.47E+06
4 <= 5	749	21.2	0.4239	5.29E+06	5.59E+06	5.85E+06	6.17E+06	6.31E+06	6.66E+06
5 <= 6	80	2.3	0.0453	5.65E+05	5.97E+05	6.25E+05	6.59E+05	6.74E+05	7.12E+05
6 <= 7	148	4.2	0.0838	1.05E+06	1.10E+06	1.16E+06	1.22E+06	1.25E+06	1.32E+06
7 <= 8	202	5.7	0.1143	1.43E+06	1.51E+06	1.58E+06	1.66E+06	1.70E+06	1.80E+06
8 <= 9	809	22.9	0.4578	5.71E+06	6.04E+06	6.32E+06	6.66E+06	6.82E+06	7.20E+06
9 <= 10	393	11.1	0.2224	2.78E+06	2.93E+06	3.07E+06	3.24E+06	3.31E+06	3.50E+06
10 <= 11	4	0.1	0.0023	2.83E+04	2.98E+04	3.13E+04	3.29E+04	3.37E+04	3.56E+04
11 <= 13	2	0.1	0.0011	1.41E+04	1.49E+04	1.56E+04	1.65E+04	1.69E+04	1.78E+04
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	3534	100.0	2.0000						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-2.

TABLA B19 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES. CAMIONES C-3, T3-S2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2 <= 3	34	1.3	0.0132	6.26E+04	6.26E+04	7.25E+04	7.25E+04	1.09E+05	1.09E+05
3 <= 4	1783	69.3	0.6932	3.28E+06	3.28E+06	3.80E+06	3.80E+06	5.70E+06	5.70E+06
4 <= 5	311	12.1	0.1209	5.72E+05	5.73E+05	6.63E+05	6.63E+05	9.95E+05	9.95E+05
5 <= 6	384	14.9	0.1493	7.07E+05	7.07E+05	8.19E+05	8.19E+05	1.23E+06	1.23E+06
6 <= 7	60	2.3	0.0233	1.10E+05	1.11E+05	1.28E+05	1.28E+05	1.92E+05	1.92E+05
7 <= 8	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8 <= 9	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9 <= 10	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10 <= 11	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11 <= 13	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	<b>2572</b>	<b>100.0</b>	<b>1.0000</b>						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-3 y T3-S2.

TABLA B20 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES. CAMIONES C-3, T3-S2

TRAMO No 2

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2 <= 3	34	1.3	0.0132	5.80E+04	6.00E+04	6.72E+04	6.94E+04	1.01E+05	1.04E+05
3 <= 4	1783	69.3	0.6932	3.04E+06	3.14E+06	3.52E+06	3.64E+06	5.29E+06	5.46E+06
4 <= 5	311	12.1	0.1209	5.31E+05	5.48E+05	6.14E+05	6.35E+05	9.23E+05	9.52E+05
5 <= 6	384	14.9	0.1493	6.55E+05	6.77E+05	7.59E+05	7.84E+05	1.14E+06	1.18E+06
6 <= 7	60	2.3	0.0233	1.02E+05	1.06E+05	1.19E+05	1.22E+05	1.78E+05	1.84E+05
7 <= 8	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8 <= 9	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9 <= 10	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10 <= 11	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11 <= 13	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	2572	100.0	1.0000						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-3 y T3-S2.

TABLA B21 : DISTRIBUCION DE EJES SIMPLES. CAMIONES C-3, T3-S2

TRAMO No 3

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 2	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2 <= 3	34	1.3	0.0132	5.50E+04	5.80E+04	6.37E+04	6.72E+04	9.55E+04	1.01E+05
3 <= 4	1783	69.3	0.6932	2.88E+06	3.04E+06	3.34E+06	3.52E+06	5.01E+06	5.30E+06
4 <= 5	311	12.1	0.1209	5.03E+05	5.31E+05	5.83E+05	6.14E+05	8.73E+05	9.24E+05
5 <= 6	384	14.9	0.1493	6.21E+05	6.55E+05	7.20E+05	7.59E+05	1.08E+06	1.14E+06
6 <= 7	60	2.3	0.0233	9.71E+04	1.02E+05	1.12E+05	1.19E+05	1.68E+05	1.78E+05
7 <= 8	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8 <= 9	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9 <= 10	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10 <= 11	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11 <= 13	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13 <= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
>= 14	0	0.0	0.0000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	2572	100.0	1.0000						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-3 y T3-S2.



TABLA B22 : DISTRIBUCION DE EJES TANDEM. CAMION C-3 Y T3 - S2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <=5	6	0.1	0.002	1.10E+04	1.11E+04	1.28E+04	1.28E+04	1.92E+04	1.92E+04
5<=7	35	0.8	0.014	6.44E+04	6.45E+04	7.46E+04	7.46E+04	1.12E+05	1.12E+05
7<=8	39	0.9	0.015	7.18E+04	7.19E+04	8.31E+04	8.31E+04	1.25E+05	1.25E+05
8<=9	60	1.3	0.023	1.10E+05	1.11E+05	1.28E+05	1.28E+05	1.92E+05	1.92E+05
9<=10	92	2.0	0.036	1.69E+05	1.69E+05	1.96E+05	1.96E+05	2.94E+05	2.94E+05
10<=11	97	2.1	0.038	1.79E+05	1.79E+05	2.07E+05	2.07E+05	3.10E+05	3.10E+05
11<=12	163	3.6	0.063	3.00E+05	3.00E+05	3.48E+05	3.48E+05	5.21E+05	5.21E+05
12<=13	234	5.2	0.091	4.31E+05	4.31E+05	4.99E+05	4.99E+05	7.48E+05	7.48E+05
13>=14	468	10.4	0.182	8.62E+05	8.62E+05	9.98E+05	9.98E+05	1.50E+06	1.50E+06
14<=15	755	16.7	0.294	1.39E+06	1.39E+06	1.61E+06	1.61E+06	2.41E+06	2.41E+06
15<=16	1265	28.0	0.492	2.33E+06	2.33E+06	2.70E+06	2.70E+06	4.05E+06	4.05E+06
16<=17	1214	26.9	0.472	2.23E+06	2.24E+06	2.59E+06	2.59E+06	3.88E+06	3.88E+06
17<=18	84	1.9	0.033	1.55E+05	1.55E+05	1.79E+05	1.79E+05	2.69E+05	2.69E+05
18<=20	2	0.0	0.001	3.68E+03	3.68E+03	4.26E+03	4.26E+03	6.40E+03	6.40E+03
>=20	0	0	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	4514	100	1.755						

(\*) Factor de distribución de carga por eje para el camión C-3 y T3-S2.

TABLA N 10 : DISTRIBUCION DE EJES TANDEM POR RANGO DE CARGA. CAMION C-3 Y T3 - S2

TRAMO No 1

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 5	6	0.1	0.002	1.10E+04	1.11E+04	1.28E+04	1.28E+04	1.92E+04	1.92E+04
5 <= 7	35	0.8	0.014	6.44E+04	6.45E+04	7.46E+04	7.46E+04	1.12E+05	1.12E+05
7 <= 8	39	0.9	0.015	7.18E+04	7.19E+04	8.31E+04	8.31E+04	1.25E+05	1.25E+05
8 <= 9	60	1.3	0.023	1.10E+05	1.11E+05	1.28E+05	1.28E+05	1.92E+05	1.92E+05
9 <= 10	92	2.0	0.036	1.69E+05	1.69E+05	1.96E+05	1.96E+05	2.94E+05	2.94E+05
10 <= 11	97	2.1	0.038	1.79E+05	1.79E+05	2.07E+05	2.07E+05	3.10E+05	3.10E+05
11 <= 12	163	3.6	0.063	3.00E+05	3.00E+05	3.48E+05	3.48E+05	5.21E+05	5.21E+05
12 <= 13	234	5.2	0.091	4.31E+05	4.31E+05	4.99E+05	4.99E+05	7.48E+05	7.48E+05
13 >= 14	468	10.4	0.182	8.62E+05	8.62E+05	9.98E+05	9.98E+05	1.50E+06	1.50E+06
14 <= 15	755	16.7	0.294	1.39E+06	1.39E+06	1.61E+06	1.61E+06	2.41E+06	2.41E+06
15 <= 16	1265	28.0	0.492	2.33E+06	2.33E+06	2.70E+06	2.70E+06	4.05E+06	4.05E+06
16 <= 17	1214	26.9	0.472	2.23E+06	2.24E+06	2.59E+06	2.59E+06	3.88E+06	3.88E+06
17 <= 18	84	1.9	0.033	1.55E+05	1.55E+05	1.79E+05	1.79E+05	2.69E+05	2.69E+05
18 <= 20	2	0.0	0.001	3.68E+03	3.68E+03	4.26E+03	4.26E+03	6.40E+03	6.40E+03
>= 20	0	0	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	4514	100	1.755						

(\*) Factor de distribución de carga, eje tandem, para camión C-3 y T3-S2.

TABLA B23 : DISTRIBUCION DE EJES TANDEM. CAMION C-3 Y T3 - S2

TRAMO No 2

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 5	6	0.1	0.002	1.02E+04	1.06E+04	1.19E+04	1.22E+04	1.78E+04	1.84E+04
5 <= 7	35	0.8	0.014	5.97E+04	6.17E+04	6.92E+04	7.14E+04	1.04E+05	1.07E+05
7 <= 8	39	0.9	0.015	6.65E+04	6.88E+04	7.71E+04	7.96E+04	1.16E+05	1.19E+05
8 <= 9	60	1.3	0.023	1.02E+05	1.06E+05	1.19E+05	1.22E+05	1.78E+05	1.84E+05
9 <= 10	92	2.0	0.036	1.57E+05	1.62E+05	1.82E+05	1.88E+05	2.73E+05	2.82E+05
10 <= 11	97	2.1	0.038	1.65E+05	1.71E+05	1.92E+05	1.98E+05	2.88E+05	2.97E+05
11 <= 12	163	3.6	0.063	2.78E+05	2.87E+05	3.22E+05	3.33E+05	4.84E+05	4.99E+05
12 <= 13	234	5.2	0.091	3.99E+05	4.13E+05	4.62E+05	4.78E+05	6.95E+05	7.16E+05
13 >= 14	468	10.4	0.182	7.98E+05	8.25E+05	9.25E+05	9.55E+05	1.39E+06	1.43E+06
14 <= 15	755	16.7	0.294	1.29E+06	1.33E+06	1.49E+06	1.54E+06	2.24E+06	2.31E+06
15 <= 16	1265	28.0	0.492	2.16E+06	2.23E+06	2.50E+06	2.58E+06	3.76E+06	3.87E+06
16 <= 17	1214	26.9	0.472	2.07E+06	2.14E+06	2.40E+06	2.48E+06	3.60E+06	3.71E+06
17 <= 18	84	1.9	0.033	1.43E+05	1.48E+05	1.66E+05	1.71E+05	2.49E+05	2.57E+05
18 <= 20	2	0.0	0.001	3.41E+03	3.53E+03	3.95E+03	4.08E+03	5.94E+03	6.12E+03
>= 20	0	0	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	4514	100	1.755						

(\*) Factor de distribución de carga, eje tandem, para camión C-3 y T3-S2.

TABLA B24 : DISTRIBUCION DE EJES TANDEM. CAMION C-3 Y T3 - S2

TRAMO No 3

CARGA	TOTAL	%	F (C-3)(*)	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <=5	6	0.1	0.002	9.71E+03	1.02E+04	1.12E+04	1.19E+04	1.68E+04	1.78E+04
5 <=7	35	0.8	0.014	5.66E+04	5.97E+04	6.56E+04	6.92E+04	9.83E+04	1.04E+05
7 <=8	39	0.9	0.015	6.31E+04	6.65E+04	7.31E+04	7.71E+04	1.10E+05	1.16E+05
8 <=9	60	1.3	0.023	9.71E+04	1.02E+05	1.12E+05	1.19E+05	1.68E+05	1.78E+05
9 <=10	92	2.0	0.036	1.49E+05	1.57E+05	1.72E+05	1.82E+05	2.58E+05	2.73E+05
10 <=11	97	2.1	0.038	1.57E+05	1.65E+05	1.82E+05	1.92E+05	2.72E+05	2.88E+05
11 <=12	163	3.6	0.063	2.64E+05	2.78E+05	3.05E+05	3.22E+05	4.58E+05	4.84E+05
12 <=13	234	5.2	0.091	3.79E+05	3.99E+05	4.39E+05	4.62E+05	6.57E+05	6.95E+05
13 >=14	468	10.4	0.182	7.57E+05	7.98E+05	8.77E+05	9.25E+05	1.31E+06	1.39E+06
14 <=15	755	16.7	0.294	1.22E+06	1.29E+06	1.42E+06	1.49E+06	2.12E+06	2.24E+06
15 <=16	1265	28.0	0.492	2.05E+06	2.16E+06	2.37E+06	2.50E+06	3.55E+06	3.76E+06
16 <=17	1214	26.9	0.472	1.96E+06	2.07E+06	2.28E+06	2.40E+06	3.41E+06	3.61E+06
17 <=18	84	1.9	0.033	1.36E+05	1.43E+05	1.57E+05	1.66E+05	2.36E+05	2.50E+05
18 <=20	2	0.0	0.001	3.24E+03	3.41E+03	3.75E+03	3.95E+03	5.62E+03	5.94E+03
>=20	0	0	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	<b>4514</b>	<b>100</b>	<b>1.755</b>						

(\*) Factor de distribución de carga, eje tandem, para camión C-3 y T3-S2.





TABLA B26 : RESUMEN DE DISTRIBUCION DE CARGA . EJES TANDEM PARA  
 TODOS LOS VEHICULOS PESADOS  
 (SEGUN DIFERENTES HIPOTESIS Y ESCENARIOS ANALIZADOS)

TRAMO No 1

CARGA	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <=5	1.10E+04	1.11E+04	1.28E+04	1.28E+04	1.92E+04	1.92E+04
5<=7	6.44E+04	6.45E+04	7.46E+04	7.46E+04	1.12E+05	1.12E+05
7<=8	7.18E+04	7.19E+04	8.31E+04	8.31E+04	1.25E+05	1.25E+05
8<=9	1.10E+05	1.11E+05	1.28E+05	1.28E+05	1.92E+05	1.92E+05
9<=10	1.69E+05	1.69E+05	1.96E+05	1.96E+05	2.94E+05	2.94E+05
10<=11	1.79E+05	1.79E+05	2.07E+05	2.07E+05	3.10E+05	3.10E+05
11<=12	3.00E+05	3.00E+05	3.48E+05	3.48E+05	5.21E+05	5.21E+05
12<=13	4.31E+05	4.31E+05	4.99E+05	4.99E+05	7.48E+05	7.48E+05
13>=14	8.62E+05	8.62E+05	9.98E+05	9.98E+05	1.50E+06	1.50E+06
14<=15	1.39E+06	1.39E+06	1.61E+06	1.61E+06	2.41E+06	2.41E+06
15<=16	2.33E+06	2.33E+06	2.70E+06	2.70E+06	4.05E+06	4.05E+06
16<=17	2.23E+06	2.24E+06	2.59E+06	2.59E+06	3.88E+06	3.88E+06
17<=18	1.55E+05	1.55E+05	1.79E+05	1.79E+05	2.69E+05	2.69E+05
18<=20	3.68E+03	3.68E+03	4.26E+03	4.26E+03	6.40E+03	6.40E+03
>=20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL						

TRAMO No 2

CARGA	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <=5	1.02E+04	1.06E+04	1.19E+04	1.22E+04	1.78E+04	1.84E+04
5<=7	5.97E+04	6.17E+04	6.92E+04	7.14E+04	1.04E+05	1.07E+05
7<=8	6.65E+04	6.88E+04	7.71E+04	7.96E+04	1.16E+05	1.19E+05
8<=9	1.02E+05	1.06E+05	1.19E+05	1.22E+05	1.78E+05	1.84E+05
9<=10	1.57E+05	1.62E+05	1.82E+05	1.88E+05	2.73E+05	2.82E+05
10<=11	1.65E+05	1.71E+05	1.92E+05	1.98E+05	2.88E+05	2.97E+05
11<=12	2.78E+05	2.87E+05	3.22E+05	3.33E+05	4.84E+05	4.99E+05
12<=13	3.99E+05	4.13E+05	4.62E+05	4.78E+05	6.95E+05	7.16E+05
13>=14	7.98E+05	8.25E+05	9.25E+05	9.55E+05	1.39E+06	1.43E+06
14<=15	1.29E+06	1.33E+06	1.49E+06	1.54E+06	2.24E+06	2.31E+06
15<=16	2.16E+06	2.23E+06	2.50E+06	2.58E+06	3.76E+06	3.87E+06
16<=17	2.07E+06	2.14E+06	2.40E+06	2.48E+06	3.60E+06	3.71E+06
17<=18	1.43E+05	1.48E+05	1.66E+05	1.71E+05	2.49E+05	2.57E+05
18<=20	3.41E+03	3.53E+03	3.95E+03	4.08E+03	5.94E+03	6.12E+03
>=20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL						

CONTINUACION DE LA TABLA B26

TRAMO No 3

CARGA	HIPOTESIS BAJA		HIPOTESIS MEDIA		HIPOTESIS ALTA	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
0 <= 5	9.71E+03	1.02E+04	1.12E+04	1.19E+04	1.68E+04	1.78E+04
5 <= 7	5.66E+04	5.97E+04	6.56E+04	6.92E+04	9.83E+04	1.04E+05
7 <= 8	6.31E+04	6.65E+04	7.31E+04	7.71E+04	1.10E+05	1.16E+05
8 <= 9	9.71E+04	1.02E+05	1.12E+05	1.19E+05	1.68E+05	1.78E+05
9 <= 10	1.49E+05	1.57E+05	1.72E+05	1.82E+05	2.58E+05	2.73E+05
10 <= 11	1.57E+05	1.65E+05	1.82E+05	1.92E+05	2.72E+05	2.88E+05
11 <= 12	2.64E+05	2.78E+05	3.05E+05	3.22E+05	4.58E+05	4.84E+05
12 <= 13	3.79E+05	3.99E+05	4.39E+05	4.62E+05	6.57E+05	6.95E+05
13 >= 14	7.57E+05	7.98E+05	8.77E+05	9.25E+05	1.31E+06	1.39E+06
14 <= 15	1.22E+06	1.29E+06	1.42E+06	1.49E+06	2.12E+06	2.24E+06
15 <= 16	2.05E+06	2.16E+06	2.37E+06	2.50E+06	3.55E+06	3.76E+06
16 <= 17	1.96E+06	2.07E+06	2.28E+06	2.40E+06	3.41E+06	3.61E+06
17 <= 18	1.36E+05	1.43E+05	1.57E+05	1.66E+05	2.36E+05	2.50E+05
18 <= 20	3.24E+03	3.41E+03	3.75E+03	3.95E+03	5.62E+03	5.94E+03
>= 20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL						



**ANEXO B**

**RESULTADOS DEL ENSAYO CON VIGA BENKELMAN**

ENSAYO DE VIGA BENKELMAN  
CARRIL DERECHO, DIRECCION SAN JOSE - ALAJUELA

Peso Eje trasero - 8050 kg  
Defletómetro - HT - 352

Identificación Prueba	Estación Kilometraje	Lectura Viga $1 \times 10^{-5}$ Pulg	Temperatura °C Capa Rodamiento	Identificación Llanta
P1	0 + 000	26	23.5	Derecha
P2	0 + 800	21	27.3	Derecha
P3	1 + 200	19	30.0	Izquierda
P3	1 + 200	43	30.0	Derecha
P4	1 + 700	45	29.0	Derecha
P5	2 + 600	15	31.5	Derecha
P6	3 + 000	20	30.5	Derecha
P7	3 + 500	22	29.7	Izquierda
P8	4 + 400	26	31.5	Derecha
P9	5 + 600	12	33.3	Izquierda
P9	5 + 600	15	33.0	Derecha
P10	6 + 200	42	33.0	Derecha
P11	6 + 700	47	32.7	Derecha
P 12	7 + 400	30	34.0	Izquierda
P 12	7 + 400	63	-	Derecha
P 12	7 + 400	66	33.5	Derecha
P 12	7 + 400	46	-	Izquierda
P 13	8 + 400	30	34.0	Izquierda
P 13	8 + 400	38	-	Izquierda
P 14	9 + 200	16	35.5	Izquierda
P 15	10 + 000	24	34.5	Derecha
P 16	10 + 800	24	34.0	Derecha
P 17	12 + 000	27	34.5	Izquierda
P 17	12 + 000	36	-	Derecha
P 18	13 + 100	18	35.0	Izquierda

P 19	13 + 600	27	34.5	Izquierda
P 20	14 + 200	18	35.0	Izquierda
P 20	14 + 200	18	-	Derecha
P 21	14 + 400	50	32.7	Izquierda
P 21	14 + 400	50	-	Derecha
P 22	14 + 900	34	33.5	Izquierda
P 22	14 + 900	28	-	Derecha

---

ENSAYO DE VIGA BENKELMAN  
CARRIL DERECHO, DIRECCION ALAJUELA - SAN JOSE

Peso Eje Trasero - 8050 kg  
Deflectómetro - HT - 352

Identificación Prueba	Estación Kilometraje	Lectura Viga $1 \times 10^{-3}$ Pulg	Temperatura °C Capa Rodamiento	Identificación Llanta
P1	0 + 000	29	29.0	Derecha
P2	0 + 200	41	27.3	Izquierda
P3	0 + 400	27	28.0	Derecha
P3	0 + 400	16	27.7	Izquierda
P4	0 + 800	39	27.0	Derecha
P5	1 + 200	17	26.7	Izquierda
P6	1 + 600	4	24.5	Derecha
P6	1 + 600	4	-	Derecha
P7	1 + 900	18	26.7	Izquierda
P7	1 + 900	26	27.1	Derecha
P8	2 + 100	34	26.0	Derecha
P8	2 + 100	35	25.7	Izquierda
P9	2 + 500	33	25.5	Derecha
P10	2 + 700	40	25.5	Derecha
P11	3 + 000	32	25.7	Izquierda
P 12	3 + 300	36	25.7	Derecha
P 13	3 + 600	9	24.3	Derecha
P 13	3 + 600	36	24.8	Izquierda
P 14	4 + 000	16	24.9	Derecha
P 14	4 + 000	18	-	Izquierda
P 15	4 + 300	46	27.7	Derecha
P 15	4 + 300	36	-	Izquierda
P 16	4 + 700	18	26.8	Izquierda
P 17	5 + 100	12	27.3	Derecha
P 17	5 + 100	17	-	Derecha
P 18	5 + 500	23	27.3	Izquierda

P 19	6 + 100	6	29.3	Derecha
P 19	6 + 100	7	-	Derecha
P 20	6 + 300	24	27.0	Izquierda
P 20	6 + 300	19	-	Derecha
P 21	6 + 700	27	25.3	Derecha
P 22	7 + 200	18	25.4	Derecha
P 23	7 + 500	7	25.4	Izquierda
P 24	8 + 000	32	24.7	Izquierda
P 25	8 + 500	19	24.7	Derecha
P 26	8 + 900	21	25.0	Izquierda
P 27	9 + 200	16	24.5	Izquierda
P 28	9 + 800	12	24.0	Derecha
P 29	10 + 200	27	22.8	Derecha
P 30	10 + 700	30	24.5	Derecha
P 31	11 + 100	25	23.3	Izquierda
P 32	11 + 400	16	23.7	Derecha
P 32	11 + 400	14	-	Izquierda
P 33	12 + 000	22	23.3	Derecha
P 34	12 + 200	29	22.3	Derecha
P 35	12 + 700	4	23.7	Derecha
P 35	12 + 700	3	-	Derecha
P 36	13 + 000	68	23.0	Derecha
P 36	13 + 000	74	-	Izquierda
P 37	13 + 300	17	22.7	Derecha
P 37	13 + 300	38	-	Izquierda
P 38	13 + 700	8	21.0	Izquierda
P 39	13 + 900	34	23.2	Derecha
P 39	13 + 900	22	-	Izquierda
P 40	14 + 200	20	22.0	Izquierda
P 41	14 + 500	39	21.0	Izquierda

**ANEXO C**

**PERFIL DEL PAVIMENTO OBTENIDO  
CON EXTRACTORA DE NUCLEOS**

**ANEXO C**

**PERFIL DEL PAVIMENTO OBTENIDO  
CON EXTRACTORA DE NUCLEOS**

## PERFIL DEL PAVIMENTO CON EXTRACTORA DE NÚCLEOS

Se hace la aclaración de que este perfil carece de precisión para determinar el espesor de las capas inferiores, en virtud de que el poco diámetro del sondeo no permite apreciar con exactitud la estratificación de las capas del pavimento. El espesor de las capas inferiores se determinó con base en los sondeos a cielo abierto.

### C 1    Sondeos en el carril derecho, sentido Alajuela - San José

#### Sondeo N° 1

Est 0 + 500

- C:    Concreto asfáltico de 26 cm de espesor.
- B:    Base granular de grava triturada de 24.5 cm de espesor.
- S:    Sub-base de lastre con un espesor de 29 cm
- SR:   Sub-rasante a una profundidad de 80 cm.

#### Sondeo N° 2

Est 1 + 350

- C:    Concreto asfáltico de 23 cm de espesor.
- B:    Base granular de 10 cm de espesor de piedra quebrada.
- S:    Sub-base de lastre con un espesor de 20 cm.
- SR:   Sub-rasante a una profundidad de 53 cm.



## Sondeo N° 3

Est 2 + 100

- C: Concreto asfáltico de 21 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 18 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 51 cm.

## Sondeo N° 4

Est 3 + 040

- C: Concreto asfáltico de 24 cm de espesor.
- B: Base granular de 17 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 23 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 64 cm.

## Sondeo N° 5

Est 4 + 500

- C: Concreto asfáltico de 28 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 14 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 54 cm.

## Sondeo N° 6

Est 6 + 000

C: Concreto asfáltico de 26 cm de espesor.

B: Base granular de 19 cm de espesor piedra quebrada.

S: Sub-base de lastre con un espesor de 21 cm.

SR: Sub-rasante a una profundidad de 66 cm.

## Sondeo N° 8

Est 7 + 000

C: Concreto asfáltico de 29 cm de espesor.

B: Base granular de 12 cm de piedra quebrada.

S: Sub-base de lastre con un espesor 59 cm.

SR: Sub-rasante a una profundidad 100 cm.

## Sondeo N° 8

Est 8 + 600

C: Concreto asfáltico de 23 cm de espesor.

B: Base granular de 12 cm de espesor.

S: Sub-base de lastre con un espesor de 59 cm.

SR: Sub-rasante a una profundidad de 96 cm.

Sondeo N° 9

Est 10 + 020

- C: Concreto asfáltico de 30 cm de espesor.
- B: Base granular de 14 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 20 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 64 cm.

## C 2 Sondeos en el Carril derecho, sentido San José - Alajuela

Sondeos N° 10

Est 0 + 400

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 10 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 8 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 38 cm.

Sondeo N° 11

Est 0 + 900

- C: Concreto asfáltico de 18 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 13 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 43 cm.

## Sondeo N° 12

Est 0 + 400

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 10 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 8 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 38 cm.

## Sondeo N° 13

Est 0 + 900

- C: Concreto asfáltico de 18 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 13 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 43 cm.

## Sondeo N° 14

Est 1 + 500

- C: Concreto asfáltico de 19 cm de espesor.
- B: Base granular de 10 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 16 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 45 cm.

## Sondeo N° 19

4 + 400

- C: Concreto asfáltico de 19 cm de espesor.
- B: Base granular de 10 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 12 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 41 cm.

## Sondeo N° 20

Est 5 + 100

- C: Concreto asfáltico de 18 cm de espesor.
- B: Base granular de 15 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 25 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 60 cm.

## Sondeo N° 21

Est 5 + 600

- C: Concreto asfáltico de 18 cm de espesor.
- B: Base granular de 13 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 29 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 60 cm.

## Sondeo N° 22

Est 6 + 600

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 20 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 38 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 78 cm.

## Sondeo N° 23

Est 7 + 100

- C: Concreto asfáltico de 24 cm de espesor.
- B: Base granular de 16 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 20 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 60 cm.

## Sondeo N° 24

Est 7 + 900

- C: Concreto asfáltico de 18 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 21 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 51 cm.

## Sondeo N° 25

Est 8 + 500

- C: Concreto asfáltico de 23 cm de espesor.
- B: Base granular de 13 cm.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 16 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 52 cm.

## Sondeo N° 26

Est 9 + 600

- C: Concreto asfáltico de 23 cm de espesor.
- B: Base granular de 15 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 18 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 56 cm.

## Sondeo N° 27

Est 9 + 300

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 13 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 15 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 48 cm.

## Sondeo N° 28

Est 9 + 600

- C: Concreto asfáltico de 22 cm de espesor.
- B: Base granular de 11 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 21 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 54 cm.

## Sondeo N° 29

Est 10 + 000

- C: Concreto asfáltico de 22 cm de espesor.
- B: Base granular de 12 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 24 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 58 cm.

## Sondeo N° 30

Est 10 + 700

- C: Concreto asfáltico de 22 cm de espesor.
- B: Base granular de 17 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 20 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 59 cm.



## Sondeo N° 31

Est 11 + 500

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 18 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 26 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 64 cm.

## Sondeo N° 32

Est 12 + 100

- C: Concreto asfáltico de 17 cm de espesor.
- B: Base granular de 19 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 25 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 61 cm.

## Sondeo N° 33

Est 12 + 800

- C: Concreto asfáltico de 21 cm de espesor.
- B: Base granular de 18 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 21 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 64 cm.

## Sondeo N° 34

Est 13 + 200

- C: Concreto asfáltico de 20 cm de espesor.
- B: Base granular de 11.5 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 20 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 52 cm.

## Sondeo N° 35

Est 14 + 600

- C: Concreto asfáltico de 15 cm de espesor
- B: Base granular de 20 cm piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 25 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 60 cm.

## Sondeo N° 36

Est 14 + 900

- C: Concreto asfáltico de 19 cm de espesor.
- B: Base granular de 20 cm de espesor piedra quebrada.
- S: Sub-base de lastre con un espesor de 21 cm.
- SR: Sub-rasante a una profundidad de 60 cm.

**ANEXO D**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

## PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

## PRUEBAS REALIZADAS A LAS MEZCLAS ASFALTICAS

- Muestra 1 C 1: No se pudo analizar debido a su endurecimiento.
- Muestra 2 C1: % Asf, % ceniza, % agua y gravedad esp. máxima teórica.
- Muestra 2 C2: % Asf, % ceniza y % de agua.
- Muestra 3 C1: % Asf, % ceniza, % agua, gravedad específica máxima teórica y estabilidad Marshall.
- Muestra 4 C1: % Asf, % ceniza, % agua y gravedad específica máxima teórica.
- Muestra 5 C1: % Asf, % ceniza, % agua, gravedad específica máxima teórica y estabilidad Marshall.
- Muestra 6 C1: % Asf, % ceniza, % agua, gravedad específica máxima teórica y estabilidad Marshall.
- Muestra 8 C1: % Asf, % ceniza, % agua, gravedad esp. máxima teórica.
- Muestra 9 C1: % Asf, % ceniza, % agua, gravedad específica máxima teórica.

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra ICI

Est - 0 + 900

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.

% ASF =	---	
% CENIZA =	---	
% AGUA =	---	

B. Graduación de la Extracción.

MALLA	%PAS ACUM
1"	---
3/4"	---
1/2"	---
3/8"	---
# 4	---
# 8	---
# 30	---
# 50	---
# 100	---
# 200	---

C. Gravedad específica teórica máxima.

Gs máx= ---

Nota: Se calentó la mezcla y no fue posible desprender la muestra para realizar las pruebas (material degradado).

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 2C1

Est - 1 + 500

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.

% ASF =	6,51%	
% CENIZA =	0,45 %	
% AGUA =	0,10%	

B. Graduación de la Extracción.

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	94,5
3/8"	86,7
# 4	69,1
# 8	48,5
# 30	23,2
# 50	16,1
# 100	11,6
# 200	9,1

C. Gravedad específica teórica máxima.

Gs máx = 2,351

Nota: Estado Opaca

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 2C2

Est - 1 + 500

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.

% ASF =	5,28 %	
% CENIZA =	0,22 %	
% AGUA =	0,08%	

B. Graduación de la Extracción.

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	90,8
3/8"	80,1
# 4	57,2
# 8	37,2
# 30	16,0
# 50	10,6
# 100	7,0
# 200	4,8

C. Gravedad específica teórica máxima.

Gs máx =	2,347
----------	-------

Nota: Estado de gradada pero se pudo extraer un poco para los ensayos

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 6C1

Est - 1 + 500

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.

% ASF =	6,75 %	
% CENIZA =	0,24%	
% AGUA =	0,24%	

B. Graduación de la Extracción.

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	94,7
3/8"	76,5
# 4	52,3
# 8	35,7
# 30	17,4
# 50	11,9
# 100	8,4
# 200	6,4

C. Gravedad específica teórica máxima.

Gs máx = 2,341

Nota: Estado Brillante



*D. Pastillas Marshall.*

# MUESTRA	Gbs	% VACIOS	ESTABILIDAD ( kg )	FLUJO ( 1/100 cm)
1	2,228	4,83	1636,7	25
2	2,222	5,08	1355,8	25
3	2,219	5,21	1249,6	18
PROMEDIO	2,223	5,04	1414,0	18

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 3C1

Est -3 + 100

*A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.*

% ASF =	6.37%	
% CENIZA =	0.90 %	
% AGUA =	0.006%	

*B. Graduación de la Extracción.*

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	90,2
3/8"	73,3
# 4	47,6
# 8	32,6
# 30	16,3
# 50	11,4
# 100	8,0
# 200	6,0

*C. Gravedad específica teórica máxima.*

Gs máx = 2,347

Nota: Estado Opaca

*D. Pastillas Marshall.*

# MUESTRA	Gbs	% VACIOS	ESTABILIDAD ( kg )	FLUJO ( 1/100 cm)
1	2,147	8,52	2169,3	25
2	2,144	8,65	1912,5	24
3	2,140	8,82	1706,3	31
PROMEDIO	2,144	8,67	1929,4	26

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 4C1

Est - 6 + 600

*A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.*

% ASF =	5,95 %	
% CENIZA =	0,47%	
% AGUA =	0,40%	

*B. Graduación de la Extracción.*

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	96,3
3/8"	86,8
# 4	59,5
# 8	41,9
# 30	22,3
# 50	16,0
# 100	11,7
# 200	8,7

*C. Gravedad específica teórica máxima.*

Gs máx = __ 2,312
-------------------

Nota: Estado Opaca

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 5C1

Est - 7 + 900

*A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.*

% ASF =	5,95 %	
% CENIZA =	0,69%	
% AGUA =	0,36%	

*B. Graduación de la Extracción.*

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	89,9
3/8"	75,6
# 4	51,4
# 8	35,9
# 30	18,0
# 50	12,2
# 100	8,1
# 200	5,8

*C. Gravedad específica teórica máxima.*

Gs máx = 2,300

Nota: Estado Opaca

*D. Pastillas Marshall*

# MUESTRA	Gbs	% VACIOS	ESTABILIDAD ( kg )	FLUJO ( 1/100 cm)
1	2,116	8,00	1893,8	23
2	1,109	8,30	2015,6	18
3	2,113	8,13	1781,3	20
PROMEDIO	2,114	8,14	1896,9	20

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 8C1

Est - 14 + 600

*A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.*

% ASF =	4,90 %	
% CENIZA =	0,18%	
% AGUA =	0,24%	

*B. Graduación de la Extracción.*

MALLA	%PAS ACUM
1"	100
3/4"	98,8
1/2"	86,7
3/8"	71,9
# 4	49,6
# 8	35,1
# 30	19,1
# 50	13,8
# 100	9,1
# 200	6,6

*C. Gravedad específica teórica máxima.*

Gs máx =	2,351
----------	-------

Nota: Estado degradada pero se pudo desprender material para ensayos

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril Derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Pruebas Mezcla Asfáltica

Muestra 9C1

Est - 14 + 600

*A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua.*

% ASF =	6,32 %	
% CENIZA =	0,87%	
% AGUA =	0,10%	

*B. Graduación de la Extracción.*

MALLA	%PAS ACUM
1"	-
3/4"	100
1/2"	86,5
3/8"	71,9
# 4	49,2
# 8	33,5
# 30	16,7
# 50	12,0
# 100	8,0
# 200	6,6

*C. Gravedad específica teórica máxima.*

Gs máx = <u>  </u> 2,320
--------------------------

Nota: Estado Opaca



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Entrada Alajuela - Datsun (Sabana)

Porcentaje de Vacíos de Núcleos Extraídos del Concreto Asfáltico Existente

Estación	Muestra	Gravedad	Porcentaje
Nº	Nº	Específica Bruta Seca	Vacíos %
0 + 500	23	2.308	3.39
1 + 350	24	2.172	9.2
2 + 100	25	2.211	6.91
3 + 040	26	2.215	6.62
4 + 500	27	2.226	6.94
6 + 000	28	2.238	7.56
7 + 000	29	2.301	3.92
8 + 660	30	2.304	3.07
10 + 020	31	2.301	5.54

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 0 + 900

Muestra N° 1B

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	-	-	-	100
1"	989.4	8.7	8.7	91
3/4"	1638.4	14.5	23.2	77
3/8"	1666.8	14.7	37.9	62
4"	1269.2	11.2	49.1	51
10"	1623.1	14.3	63.4	37
40"	1934.3	17.1	80.5	20
200"	1076.5	9.5	90.0	10

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m³)	Porcentaje Humedad
2200	7.5

**4. Índice de Soporte de California (CBR)****CBR a 95%  
de Compactación****Porcentaje  
Humedad**

**Nota:** De acuerdo a las curvas para valor de CBR no hay un criterio definido por ser valores fuera de lo normal para un material de esta clase.

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 0 + 900

Muestra N° 1S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	233.8	2.7	2.7	97
1"	527.1	6.0	8.7	91
3/4"	318.0	3.6	12.3	88
3/8"	939.0	10.7	23.1	77
4"	1007.4	11.5	34.6	65
10"	989.5	11.3	45.9	54
40"	1893.6	21.7	67.6	32
200"	1247.5	14.3	81.8	18

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1750	15.0

**4. Índice de Soporte de California (CBR)****CBR a 95%  
de Compactación****Porcentaje  
Humedad**

Nota: De acuerdo a las curvas para valor de CBR no hay un criterio definido por ser valores fuera de lo normal para un material de esta clase.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 4 DE JULIO DE 1996

PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SAN JOSE - ALAJUELA (PUENTE INA)

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA SUB BASE

MUESTRA No. 1

PRUEBA: PROCTOR

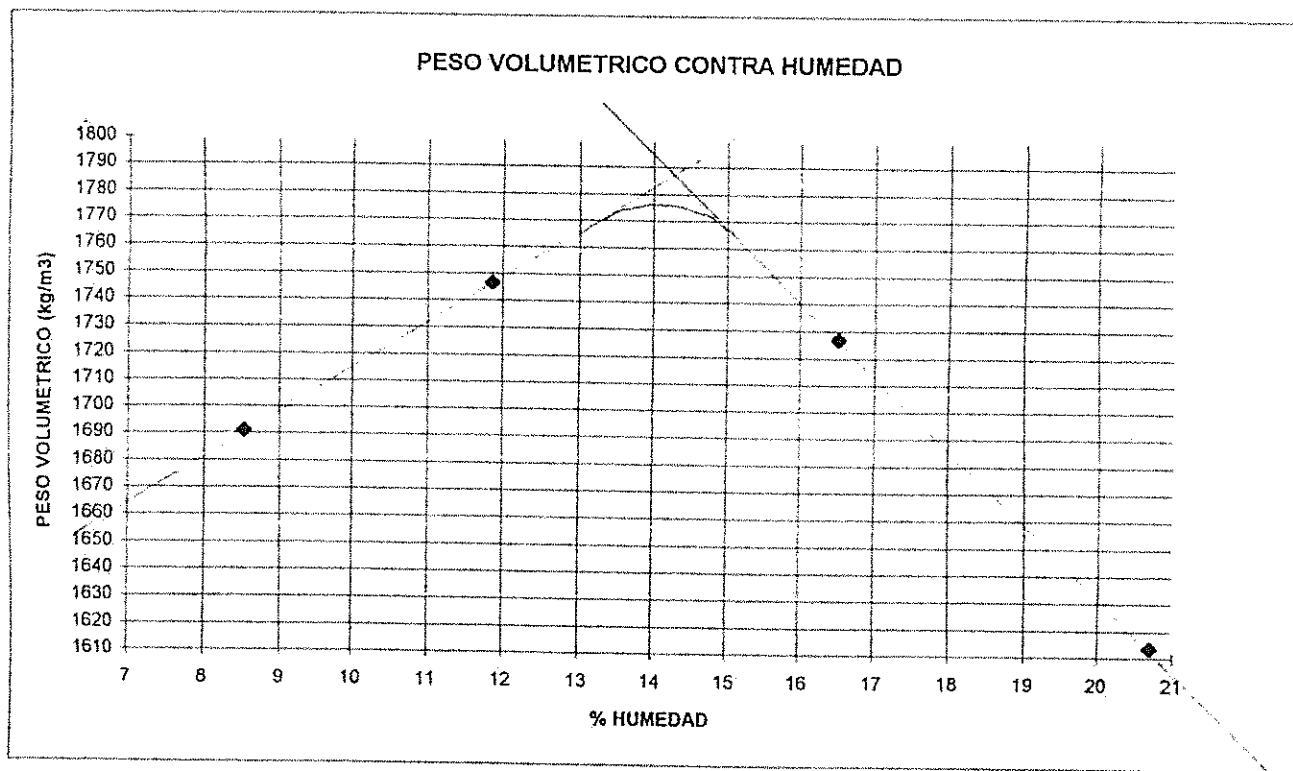
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
Ww + Pmolde	5948	6060	6115	6054		
P molde	4215	4215	4215	4215		
Ww	1733	1845	1900	1839		
$\delta_w$	1835	1954	2012	1948		
$\delta_s$	1691	1747	1727	1614		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2	71	13	19
Ww + Wc	380,2	425,3	453,2	604,7
Ws + Wc	358,6	393,5	405,9	523,0
Ww	21,6	31,7	47,4	81,7
Wc	105,0	126,0	119,3	128,1
Ws	253,7	267,5	286,6	394,9
%W	8,5	11,9	16,5	20,7

$\rho_{max} = 1775 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 14.2 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 9 DE JULIO DE 1996  
PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA, COLOR CAFE OSCURO  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

MUESTRA No: 1

LOCALIZACION: PUENTE INA EST. 6+000  $\delta m = 1775 \text{ kg/m}^3$   $W_o = 14.2 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + CWs + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11392											
56	5	7275	4117	1939	1696	95.7	39	448.3	396.6	38.2	51.6	356.6	14.4
		11290											
28	6	7352	3936	1861	1630	91.8	40	399.7	355.0	37.8	44.8	317.2	14.1
		11024											
14	7	7332	3692	1744	1528	86.1	35	423.5	376.5	39.6	47.0	336.7	14.0
													14.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
5	4/07/96		348.00			355.00	364.00			2.01	4.60		
6			318.00			330.00	334.00			3.77	5.03		
7			306.00			320.00	322.00			4.58	5.23		

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	20.0	65.0	133.0	206.0	332.0	540.0	628.0	701.0	788.0	834.0
5	0.06	4.78	15.4	31.448	48.676	78.412	127.5	146.27	165.5	186.03	196.88
	0.0	30.0	68.0	108.0	145.0	206.0	250.0	286.0	316.0	349.0	371.0
6	0.06	7.14	16.108	25.548	34.26	46.676	59.06	67.556	74.636	82.424	87.616
	0.0	13.0	27.0	38.0	46.0	59.0	69.0	78.0	88.0	98.0	108.0
7	0.06	3.128	6.432	9.028	10.916	13.984	16.344	18.468	20.828	23.188	25.548

Ec Resuelto para y=0	Valores corregidos para x		No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS		
	x=			0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2	
2.50E-02		1.25E-01	2.25E-01	56	64.00	140.00	95.7	90.91	132.58
0.00E+00		1.00E-01	2.00E-01	28	34.28	59.06	91.8	48.69	55.93
0.00E+00		1.00E-01	2.00E-01	14	10.92	16.34	86.1	15.51	15.48

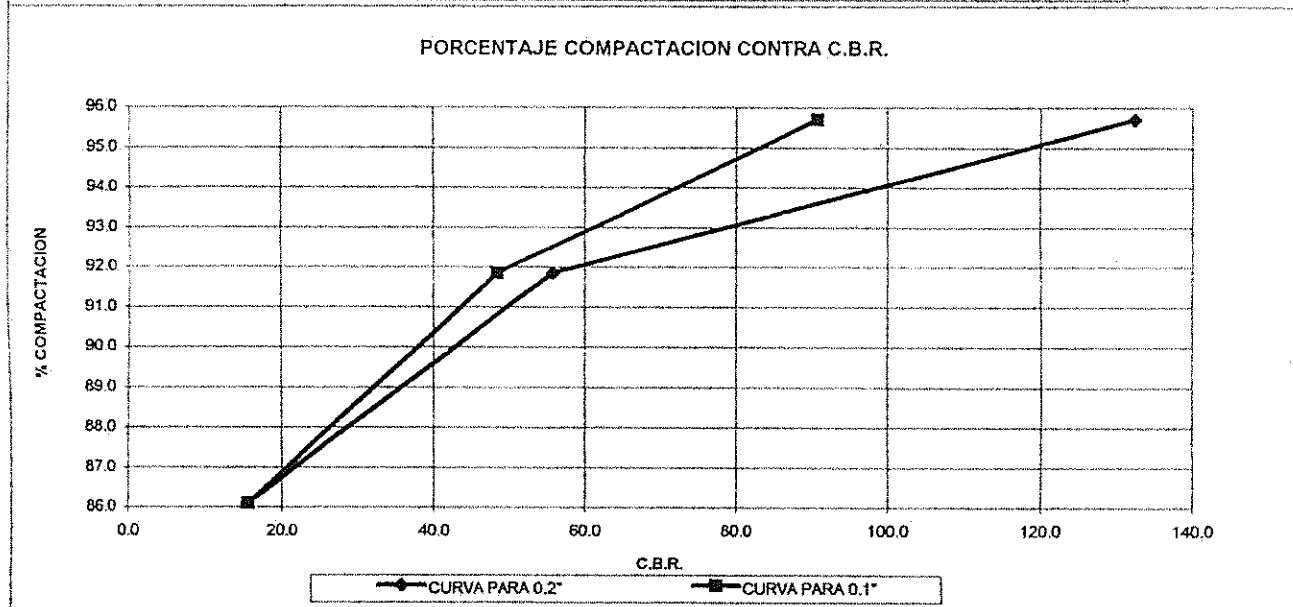
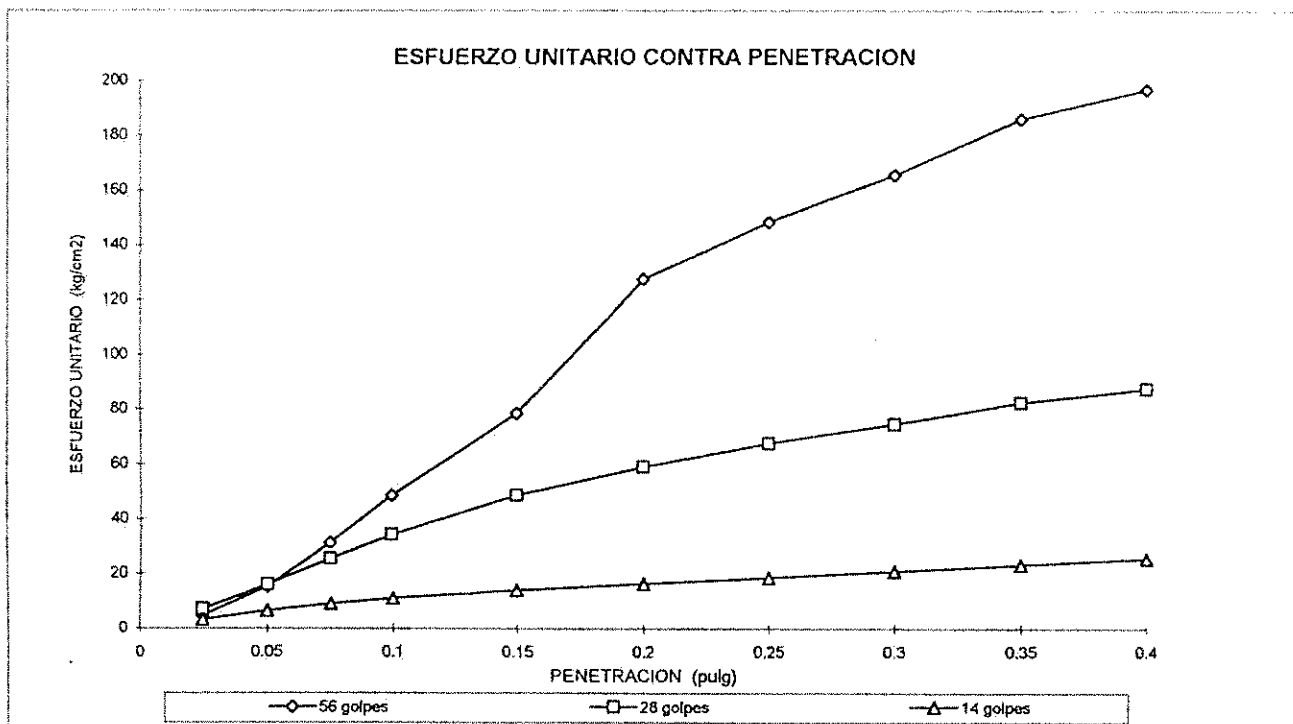
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R

FECHA: 9 DE JULIO DE 1996 MUESTRA N°: 1  
 PROYECTO: PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS LOCALIZACION:

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 8 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 1

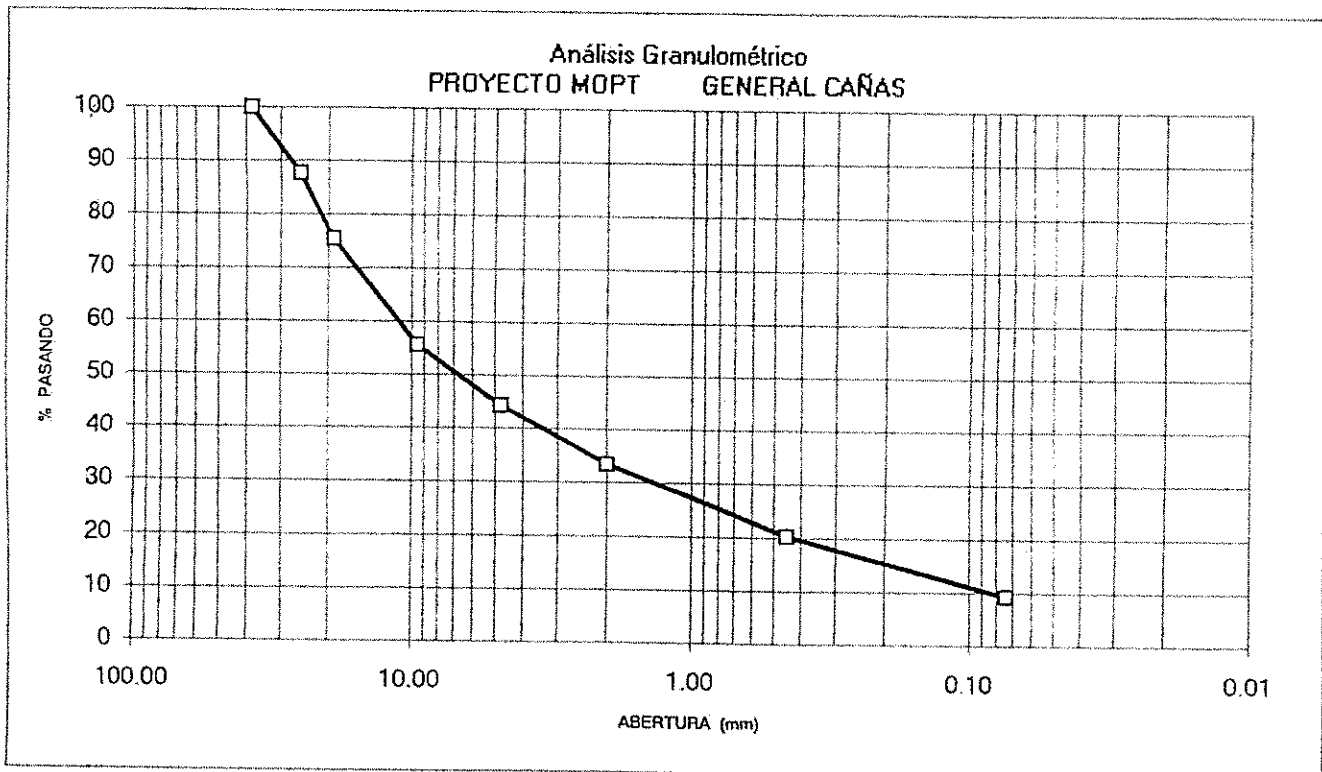
MUESTRA : BASE  
 UBICACION : PUENTE INA  
 EST. 6+600

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9625.0 g.

PESO FINAL: 8759.0 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	1182.0	12.3	12.3	87.7
3/4"	19.10	1185.0	12.3	24.6	75.4
3/8"	9.53	1901.3	19.8	44.3	55.7
#4	4.75	1090.4	11.3	55.7	44.3
#10	2.00	1047.4	10.9	66.6	33.4
#40	0.45	1271.1	13.2	79.8	20.2
#200	0.074	1050.4	10.9	90.7	9.3



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

FECHA 8 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIA LASTRE. COLOR CAFÉ CLARO

MUESTRA No: 1

LOCALIZACION: EST 6+000 (PUENTE INA)

CARACTERIZACION DE MUESTRA. BASE

PERFORACION No.

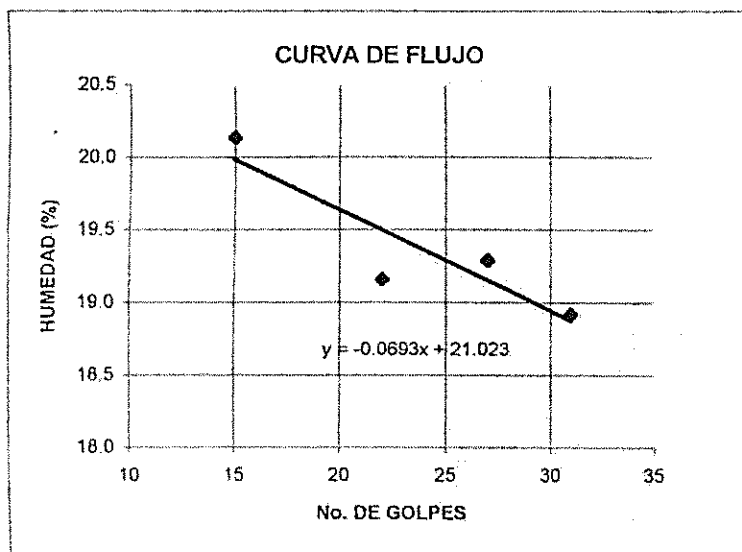
PROFUNDIDAD: m

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	27	22	15	
Wc + Ww (gr.)	31.70	33.11	31.85	29.46	
Wc + Ws (gr.)	29.59	30.83	29.73	27.28	
Ww	2.10	2.28	2.12	2.18	
Wc	18.48	19.02	18.68	16.46	
Ws	11.12	11.81	11.05	10.82	
% W	18.9	19.3	19.2	20.1	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3	
RECIPIENTE No.		36	37	57
Wc + Ww (gr.)		12.38	12.26	13.98
Wc + Ws (gr.)		11.97	11.82	13.59
Ww		0.41	0.44	0.396
Wc		9.34	9.09	11.07
Ws		2.63	2.74	2.52
% W		15.6	16.0	15.7
PROMEDIO			15.8	



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	19.3
LIMITE PLASTICO	15.8
INDICE DE PLASTICIDAD	3.5

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 4 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL SAN JOSE - ALAJUELA (PUENTE INA)  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA BASE  
 MUESTRA No: 1

PRUEBA: PROCTOR

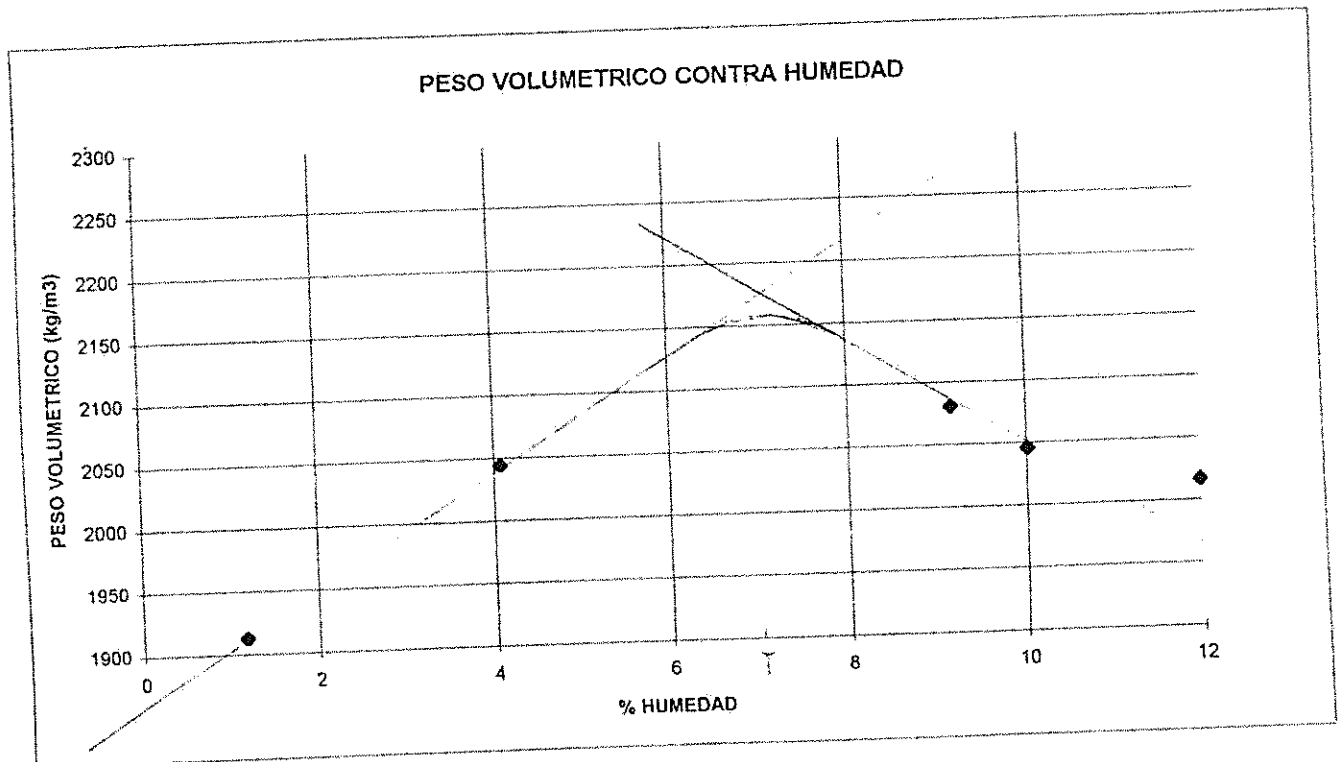
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
Ww + Pmoide	6348	6360	6224	6340	6042	
P moide	4215	4215	4215	4215	4215	
Ww	2133	2145	2009	2125	1827	
$\delta_w$	2259	2272	2128	2250	1935	
$\delta_s$	2017	2081	2044	2045	1913	

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	66	M	17	24	3
Ww + Wc	321.6	403.1	411.7	436.1	460.5
Ws + Wc	291.2	377.8	400.2	407.8	456.5
Ww	30.4	25.2	11.5	28.3	4.0
Wc	37.9	102.9	118.1	125.5	103.4
Ws	253.4	275.0	282.1	282.3	353.1
%W	12.0	9.2	4.1	10.0	1.1

$\gamma_{max} = 2160 \text{ kg/m}^3$   
 $w_{opt} = 7\%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 15 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

MUESTRA No: 1

LOCALIZACION: PUENTE INA

$\delta m = 2160 \text{ kg/m}^3$   $W_o: 7 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + CWs + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11881											
56	41	7170	4711	2211	2044	94.6	40	412.0	390.2	37.8	21.9	352.4	6.2
		11745											
28	13	7222	4523	2137	1976	91.5	91	319.7	298.0	38.2	21.7	259.8	8.4
		11530											
14	35	7175	4355	2044	1890	87.5	37	287.5	265.0	37.5	22.6	227.5	9.9
													8.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
41		3:00 PM	3.40		3.42		3.42			0.59		0.59	
13			3.89		3.90		3.91			0.26		0.51	
35			4.26		4.26		4.25			0.00		-0.23	

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	24.0	78.0	147.0	217.0	350.0	492.0	618.0	739.0	856.0	966.0
41	0.06	5.724	18.468	34.752	51.272	82.66	116.17	145.91	174.46	202.08	228.04
	0.0	20.0	73.0	138.0	195.0	293.0	387.0	468.0	535.0	607.0	672.0
13	0.06	4.78	17.288	32.628	46.08	69.208	91.392	110.51	126.32	143.31	158.65
	0.0	38.0	75.0	107.0	125.0	182.0	232.0	282.0	312.0	358.0	407.0
35	0.06	9.028	17.76	25.312	29.56	43.012	54.812	66.612	73.692	84.548	96.112

Ec Resuelto

Valores corregidos para x

CALCULADOS

CORREGIDOS

para y=0

No. golpes

0.1 0.2 %COMPACT.

0.1 0.2

0.00E+00

x= 1.00E-01 2.00E-01

56

60.90 127.30 94.6 86.51 120.55

0.00E+00

1.00E-01 2.00E-01

28

52.70 100.00 91.5 74.86 94.70

0.00E+00

1.00E-01 2.00E-01

14

29.10 55.40 87.5 41.34 52.46

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 15 DE JULIO DE 1996

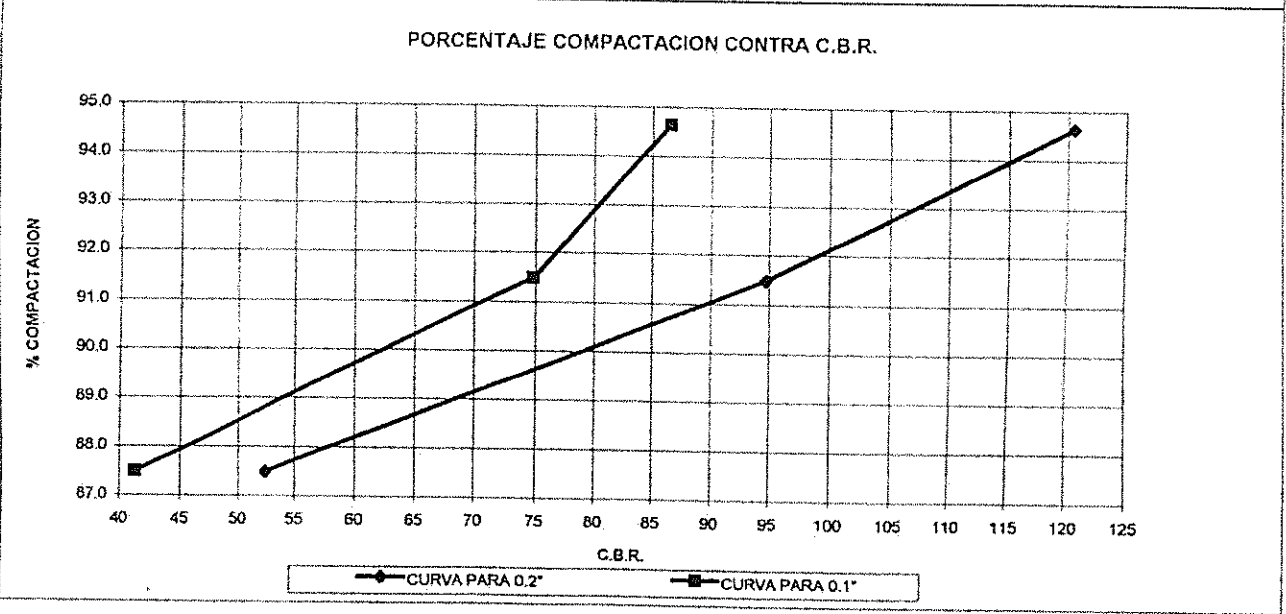
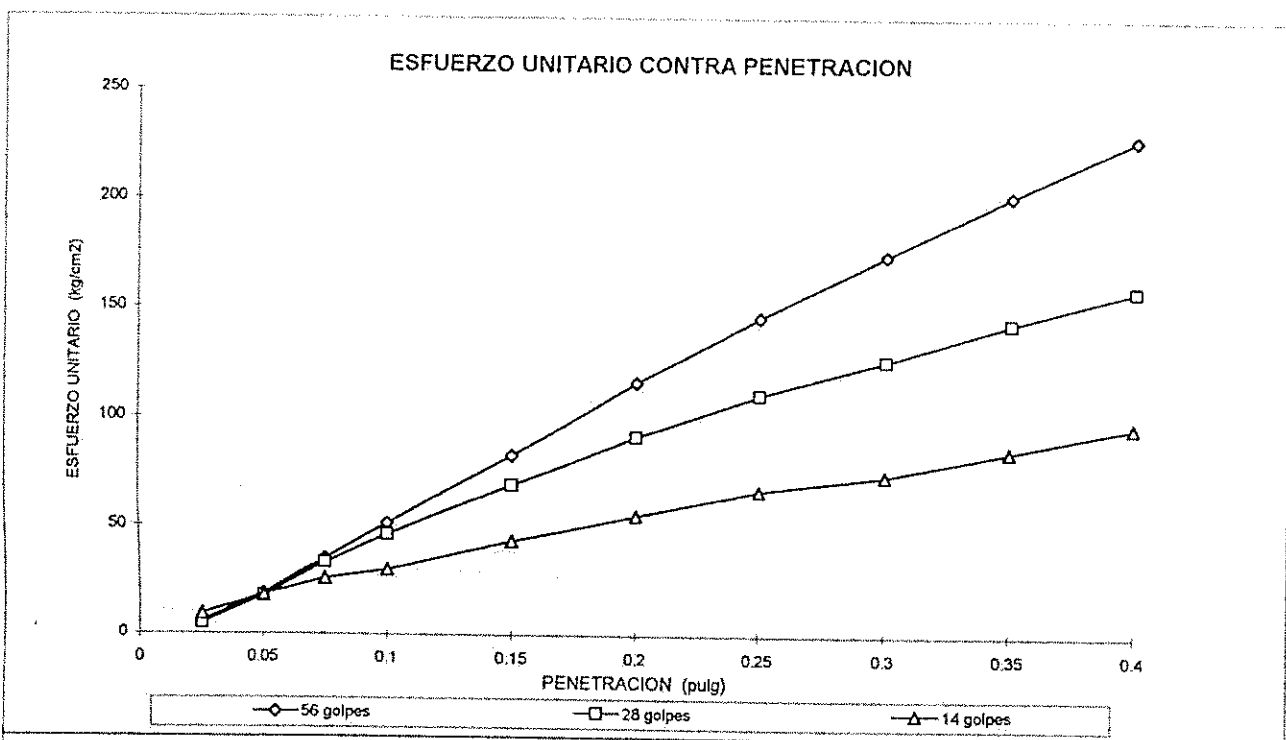
MUESTRA N° 1

PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

LOCALIZACION:

DESCRIPCION DE MATERIAL

CARACTERIZACION DE MUESTRA BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 10 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 2

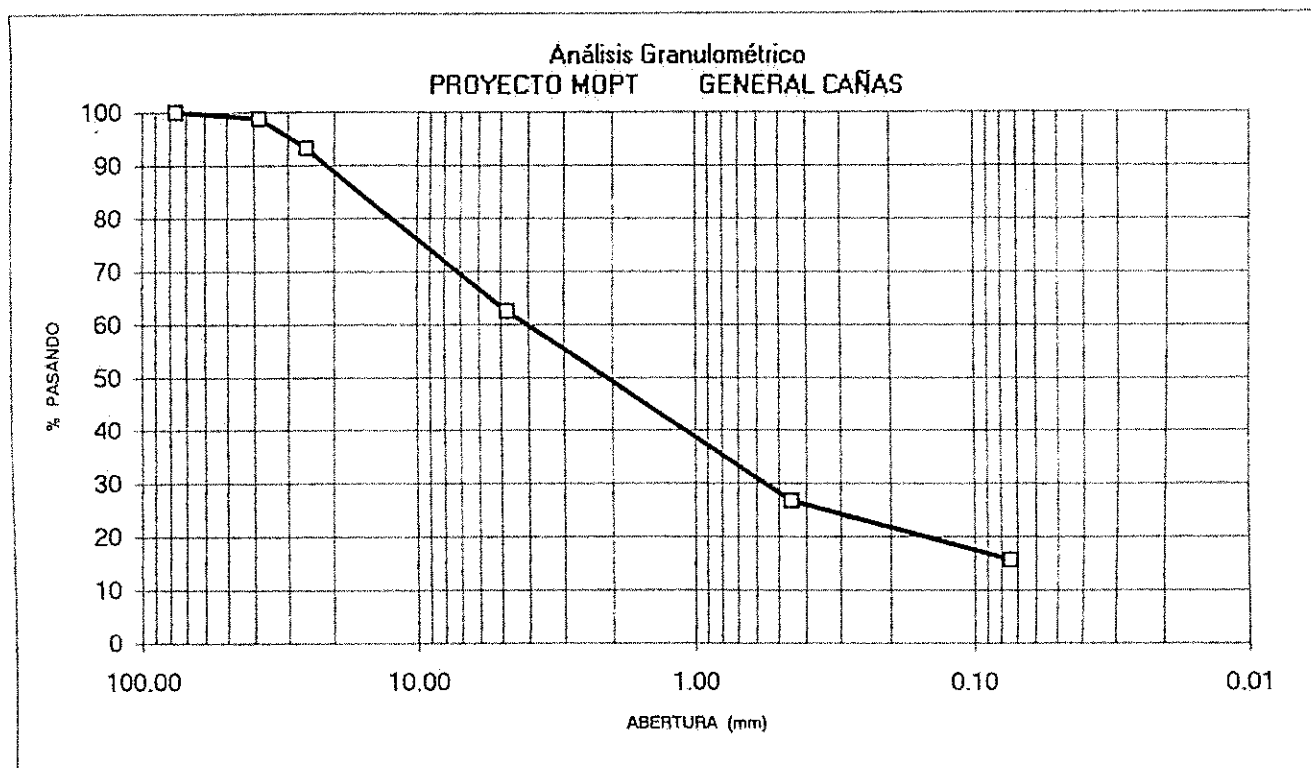
MUESTRA : SUB BASE  
 UBICACION : LOS ARCOS  
 2ª CAPA DEBAJO GEOTEXTIL

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6321.0 g

PESO FINAL: 5337.3 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	76.8	1.2	1.2	98.8
1"	25.40	349.6	5.5	6.7	93.3
#4	4.75	1945.6	30.8	37.5	62.5
#40	0.45	2263.5	35.8	73.3	26.7
#200	0.074	697.1	11.0	84.4	15.6



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 10 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 2

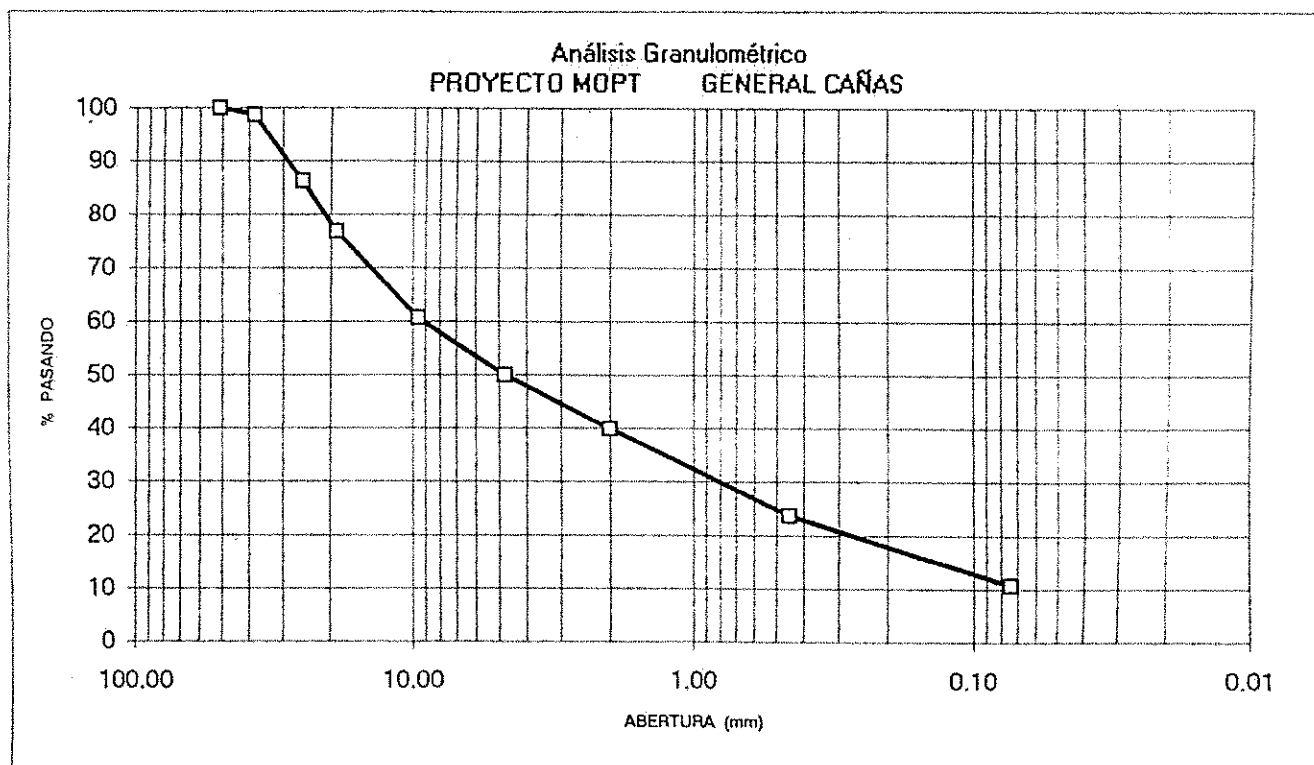
MUESTRA : BASE  
 UBICACION : LOS ARCOS

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12985.0 g

PESO FINAL: 11602.8 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	173.4	1.3	1.3	98.7
1"	25.40	1610.7	12.4	13.7	86.3
3/4"	19.10	1224.7	9.4	23.2	76.8
3/8"	9.53	2102.6	16.2	39.4	60.6
#4	4.75	1385.1	10.7	50.0	50.0
#10	2.00	1305.5	10.1	60.1	39.9
#40	0.45	2113.3	16.3	76.4	23.6
#200	0.074	1684.6	13.0	89.3	10.7



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 4 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SAN JOSE - ALAJUELA (LOS ARCOS)  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA BASE  
 MUESTRA No 2

PRUEBA: PROCTOR

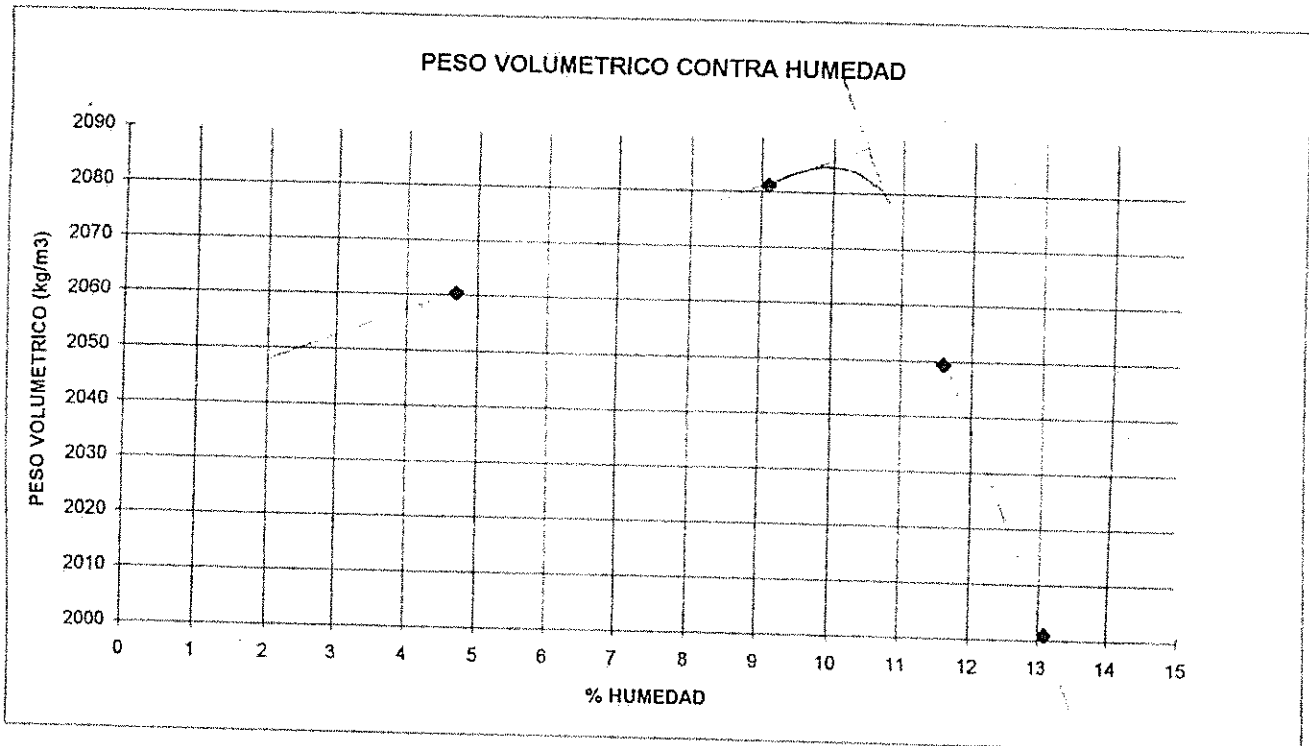
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
Ww + Pmolde	6557	6550	6450	6573		
Pmolde	4413	4413	4413	4413		
Ww	2144	2137	2037	2160		
$\delta_w$	2270	2263	2157	2287		
$\delta_s$	2081	2001	2060	2049		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	37	91	39	11
Ww + Wc	410,9	420,0	359,4	305,6
Ws + Wc	383,1	380,1	345,0	277,9
Ww	27,8	39,9	14,4	27,7
Wc	37,5	38,2	38,1	39,6
Ws	345,6	341,9	306,9	238,3
%W	9,1	13,1	4,7	11,6

$\rho_{max} = 3080 \text{ kg/m}^3$   
 $w_{opt} = 10\%$





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 9 DE JULIO DE 1996  
PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

MUESTRA No: 2

LOCALIZACION: LOS ARCOS

$\delta m = 2085 \text{ kg/m}^3$        $W_o = 10 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + CWs + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12059											
56	43	7195	4864	2275	2058	98.7	35	371.2	340.7	39.9	30.5	300.9	10.1
		11992											
28	34	7123	4869	2293	2074	99.5	11	418.5	381.1	39.6	37.4	341.6	10.9

10.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
43		3:00 PM	3.41		3.42		3.42			0.29		0.29	
34			3.41		3.42		3.42			0.29		0.29	

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	8.0	16.0	30.0	49.0	103.0	181.0	269.0	352.0	433.0	518.0
43	0.06	1.948	3.836	7.14	11.624	24.368	42.776	63.544	83.132	102.25	122.31
	0.0	9.0	23.0	39.0	63.0	129.0	209.0	298.0	385.0	482.0	580.0
34	0.06	2.184	5.468	9.264	14.928	30.504	49.384	70.368	90.92	113.81	136.94

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x

No. golpes

CALCULADOS

CORREGIDOS

	x=	1.79E-01	2.79E-01		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
7.90E-02				56	39.00	80.00	98.7	55.40	75.76
7.50E-02		1.75E-01	2.75E-01	28	40.00	81.50	99.5	56.82	77.18

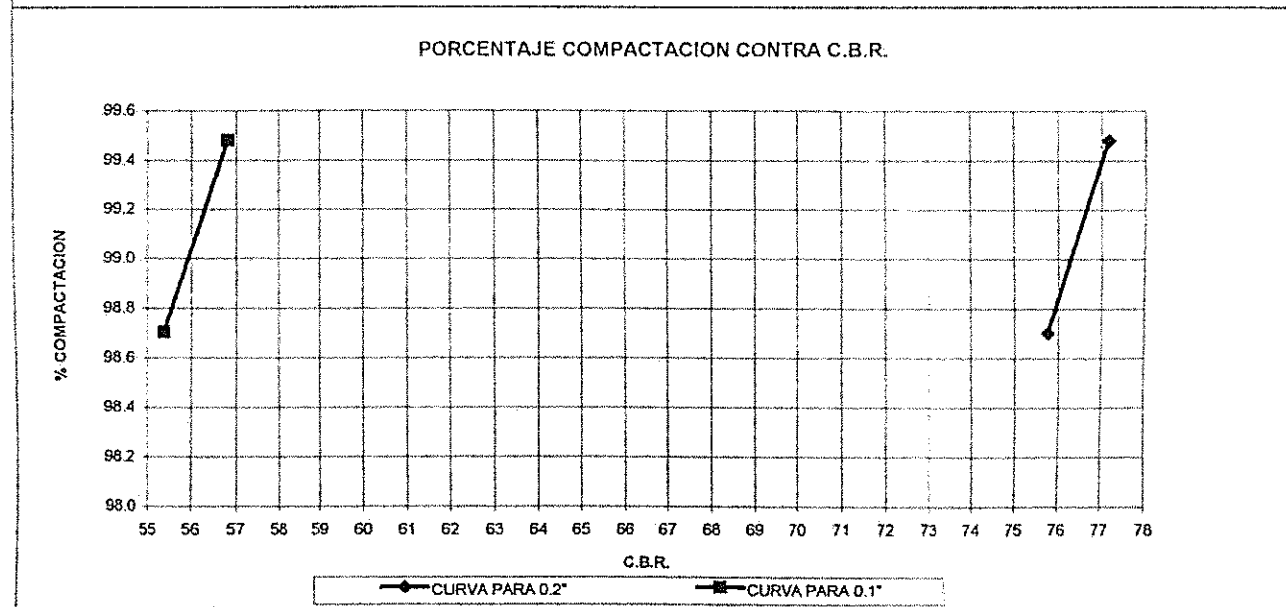
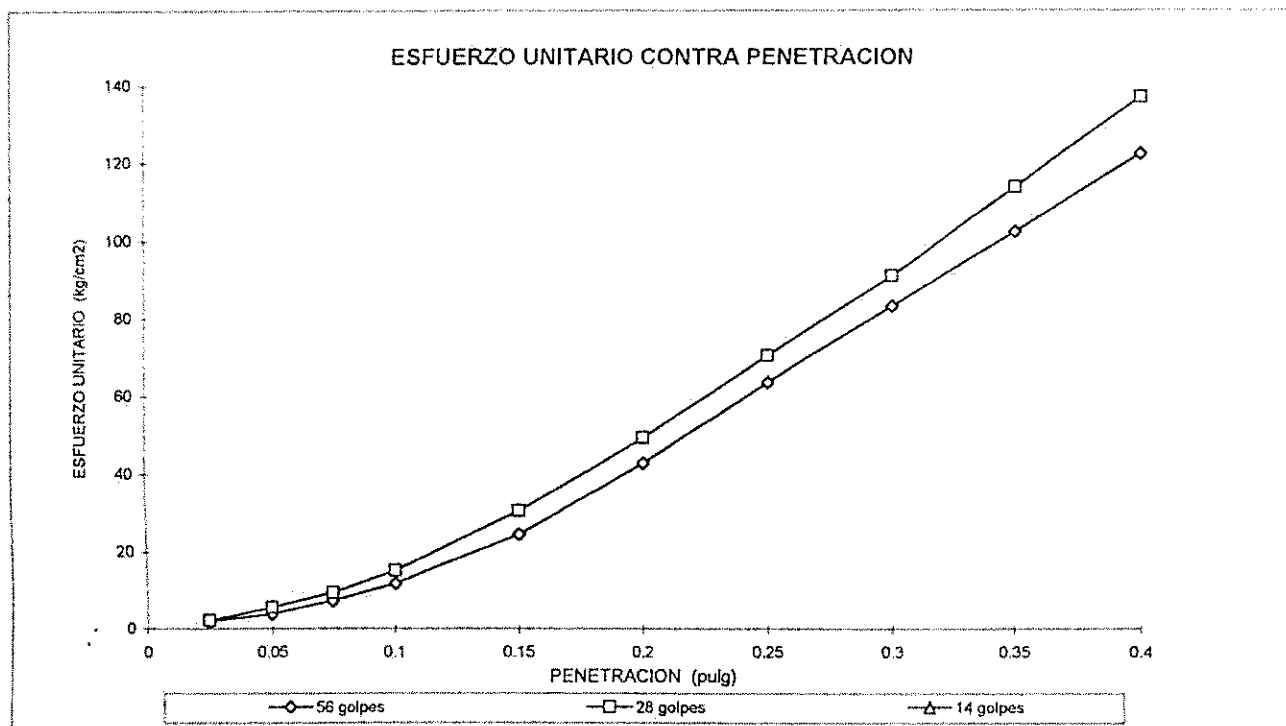
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R

FECHA: 9 DE JULIO DE 1996 MUESTRA N° 2  
 PROYECTO: PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS LOCALIZACION:

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 9 DE AGOSTO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 2

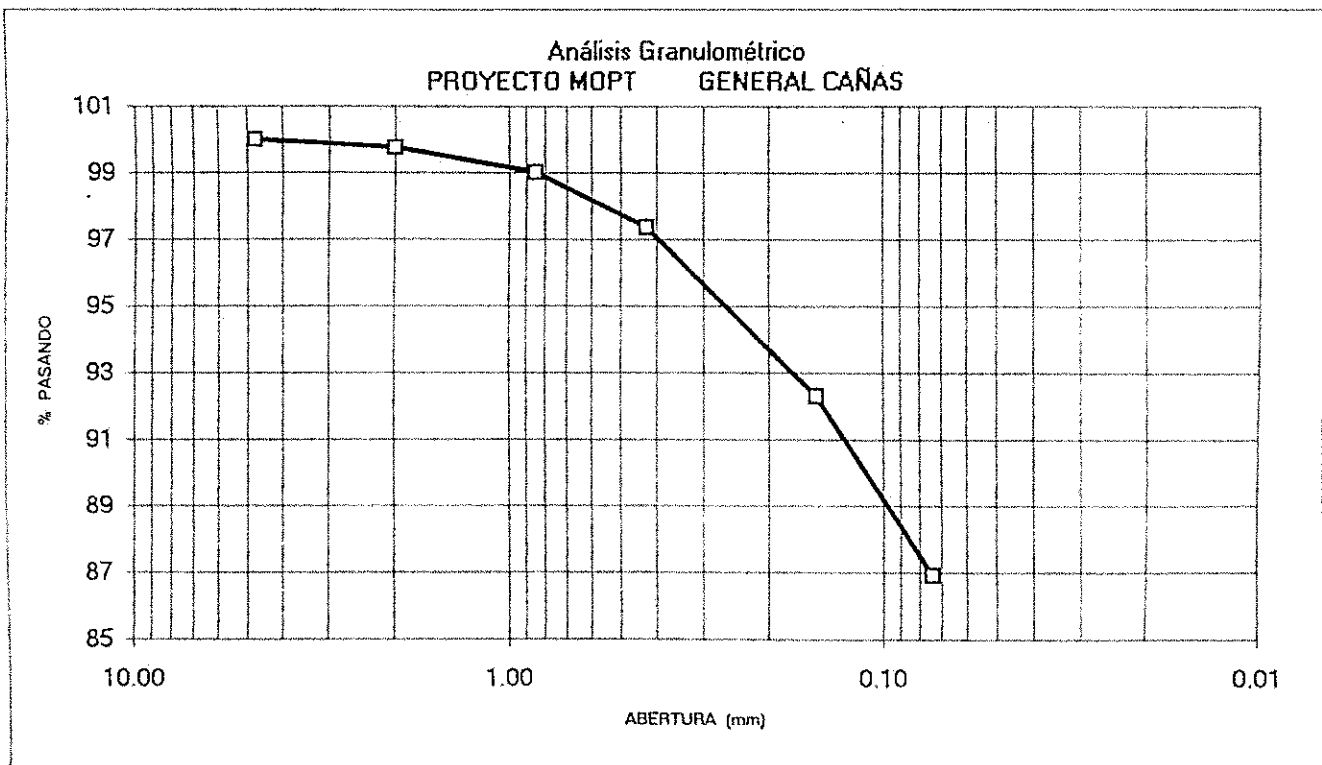
MUESTRA : SUB RASANTE  
 UBICACION : LOS ARCOS

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 566.0 g.

PESO FINAL: 74.1 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
#10	2.00	1.4	0.2	0.2	99.8
#20	0.85	4.2	0.7	1.0	99.0
#40	0.43	9.3	1.6	2.6	97.4
#100	0.150	28.6	5.1	7.7	92.3
#200	0.074	30.6	5.4	13.1	86.9



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

FECHA 8 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL ARCILLA COLOR CAFE CLARA

MUESTRA No: 2

LOCALIZACION: LOS ARCOS

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

PERFORACION No.

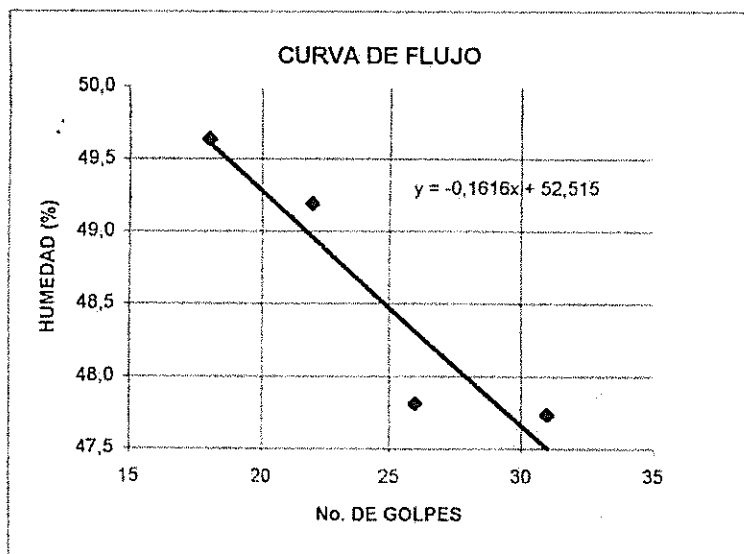
PROFUNDIDAD: m

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	26	22	18	
Wc + Ww (gr.)	33,15	32,98	38,23	32,63	
Wc + Ws (gr.)	28,44	28,42	33,34	28,06	
Ww	4,71	4,56	4,90	4,57	
Wc	18,58	18,68	23,39	18,86	
Ws	9,86	9,54	9,95	9,20	
% W	47,7	47,8	49,2	49,6	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	53	54	55
Wc + Ww (gr.)	12,81	10,95	12,55
Wc + Ws (gr.)	12,44	10,61	12,22
Ww	0,37	0,34	0,327
Wc	11,20	9,44	11,06
Ws	1,25	1,17	1,16
% W	29,6	29,4	28,2
PROMEDIO			29,1



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	48,5
LIMITE PLASTICO	29,1
INDICE DE PLASTICIDAD	19,4

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 4 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MORT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SAN JOSE - ALAJUELA (LOS ARCOS)  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA SUB RASANTE  
 MUESTRA No: 1

PRUEBA: PROCTOR

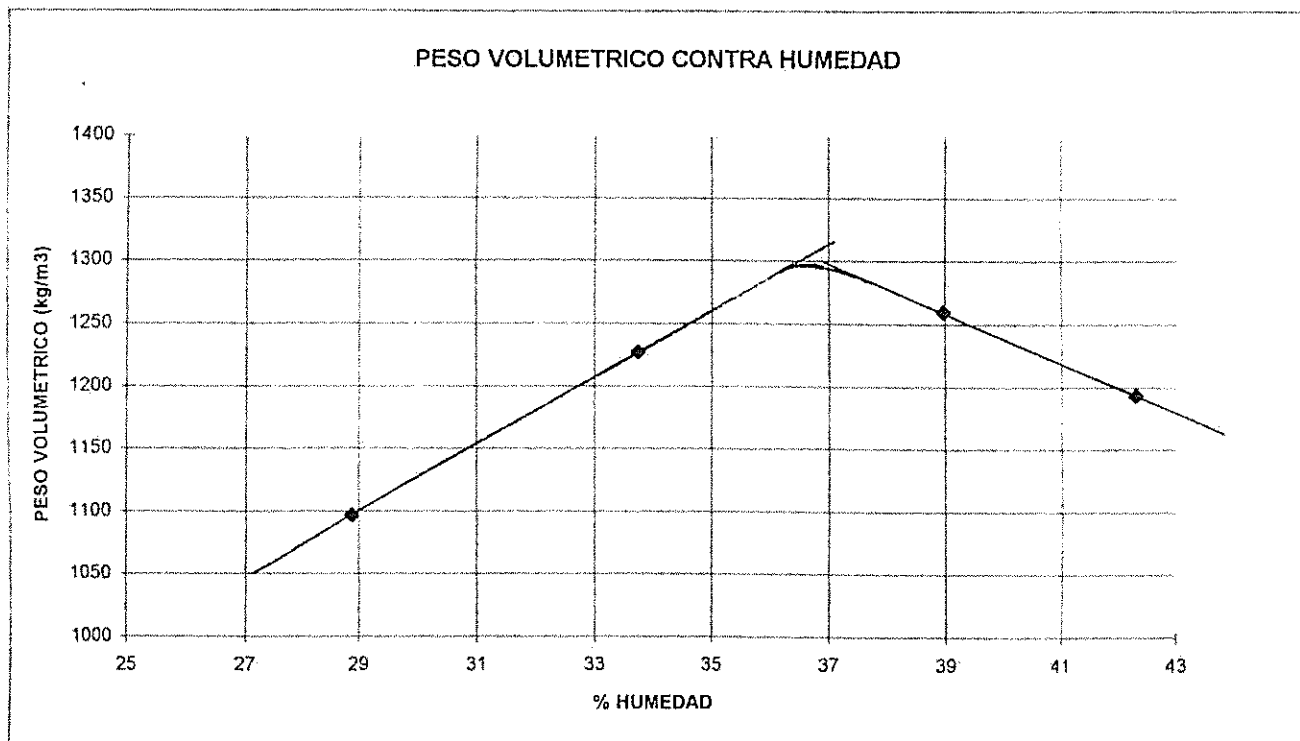
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
Ww + Pmolde	5955	5740	6058	6008		
P molde	4405	4405	4405	4405		
Ww	1550	1335	1653	1603		
$\delta w$	1641	1414	1751	1698		
$\delta s$	1227	1097	1260	1193		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	35	40	39	80
Ww + Wc	310.9	376.5	363.3	430.0
Ws + Wc	242.5	300.6	272.1	313.6
Ww	68.4	75.9	91.2	116.4
Wc	39.8	37.8	38.1	38.2
Ws	202.7	262.8	234.0	275.4
%W	33.7	28.9	39.0	42.3

$\rho_{m \max} = 1290 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt.} = 36.5 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R

FECHA 9 DE JULIO DE 1996  
PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA, COLOR CAFE  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB-RASANTE

MUESTRA No: 2

LOCALIZACION: LOS ARCOS

$\delta m = 1290 \text{ kg/m}^3$

Wc: 36.5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + CWs + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10530											
56	4	7360	3170	1503	1127	87.3	39	445.5 346.8	38.1		98.7	308.7	32.0
		10160											
28	11	7175	2985	1410	1057	82.0	64	365.9 296.0	39.9		89.9	256.0	35.1
		9935											
14	16	7180	2755	1293	969	75.1	46	264.0 208.2	39.6		55.8	168.5	33.1
													33.4

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
5			8.95	4.12			4.04	-53.97				-54.86
11			7.53	5.17			5.09	-31.34				-32.40
41			4.18	2.11			2.12	-49.52				-49.28

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5
5	0.06	0.178	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.414	0.414	0.414	0.414
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
11	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
41	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.178	0.178

Ec. Rasante

paray=0

0.00E+00

0.00E+00

0.00E+00

Valores corregidos para x

x=

1.00E-01 2.00E-01

1.00E-01 2.00E-01

1.00E-01 2.00E-01

No. golpes

56

28

14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.

0.30 0.30 87.3

0.06 0.18 82.0

0.06 0.06 75.1

CORREGIDOS

0.1 0.2

0.42 0.28

0.09 0.17

0.09 0.06

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 9 DE JULIO DE 1996

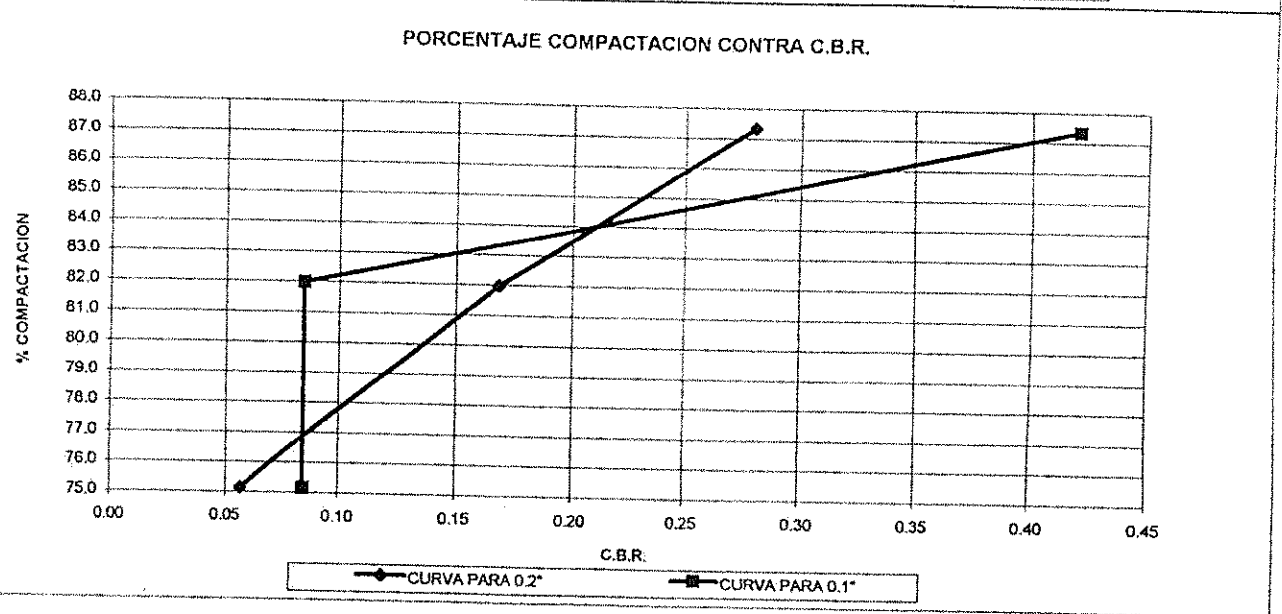
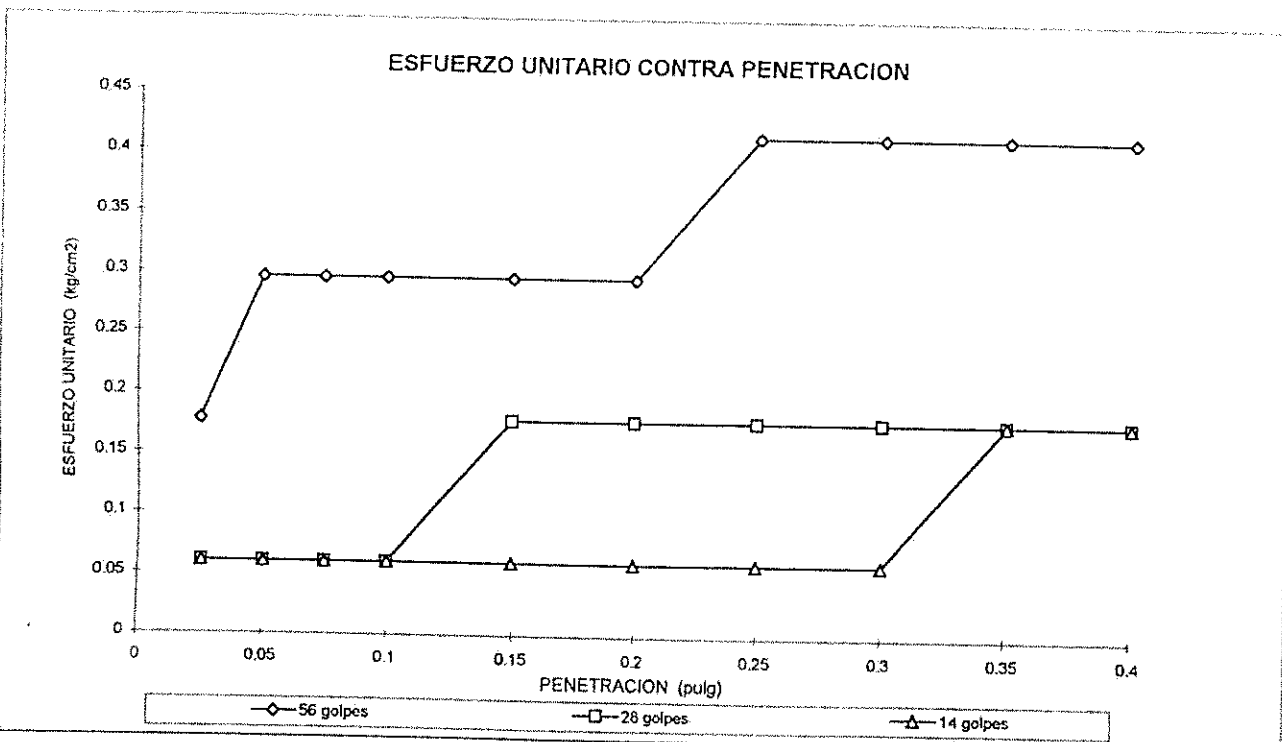
PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

MUESTRA N° 2

LOCALIZACION:

DESCRIPCION DE MATERIAL

CARACTERIZACION DE MUESTRA SUB-RASANTE



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 7 + 900

Muestra N° 5B y 5S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
-	-	-

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
3/8"				
4"				
10"				
40"				
200"				

Nota: Estas muestras se las robaron del lugar de muestreo al recogerlas el día siguiente.



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 11 + 500

Muestra N° 6B

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	-	-	-	100
1"	1616.8	14.2	14.2	86
3/4"	1163.6	10.2	24.4	76
3/8"	2307.8	20.3	44.7	55
4"	1438.7	12.7	57.5	43
10"	1083.3	9.5	67.0	33
40"	1435.0	12.6	79.7	20
200"	1303.4	11.5	91.2	9

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
2135	6.6

## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
78	9.0

Nota: El valor de CBR se tomó de la curva de 0.2.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

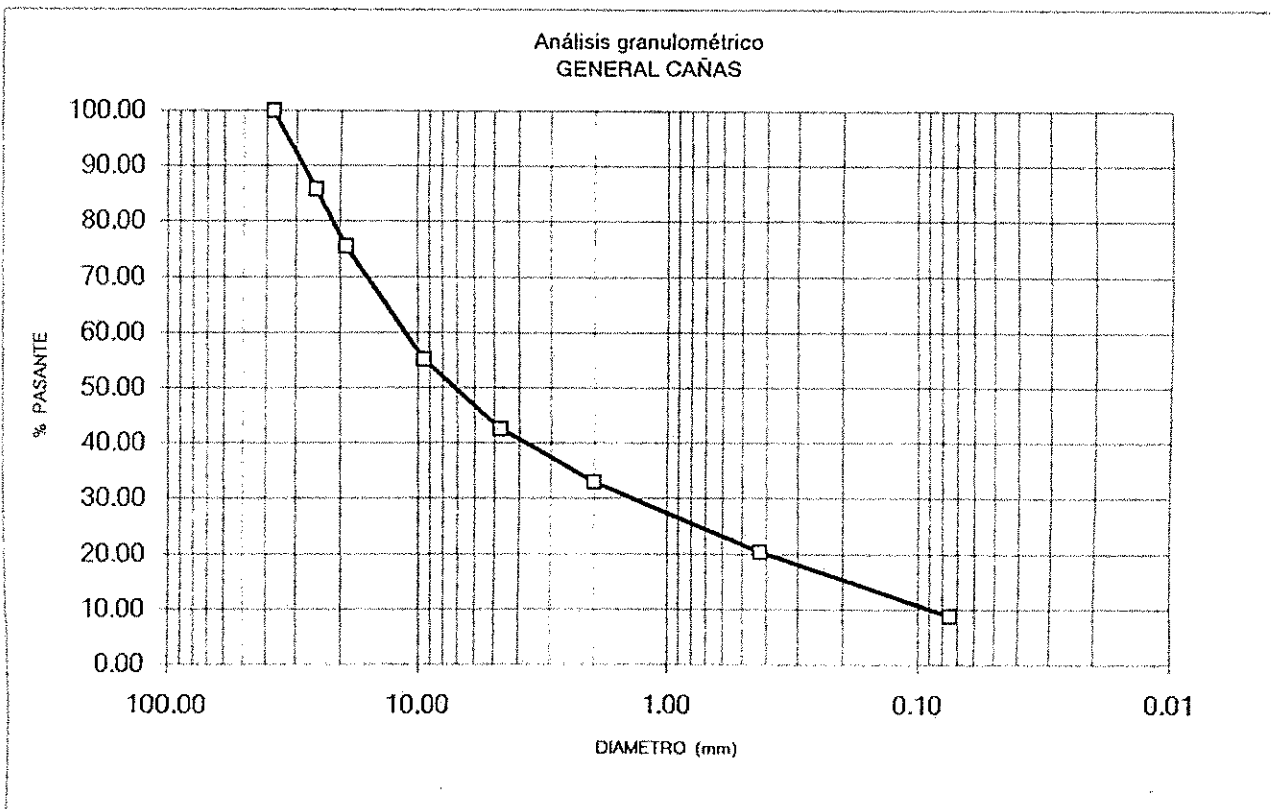
FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No 6-B  
 LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 11+500 PERFORACIÓN No. 1  
 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11353.00 g. PESO FINAL: 10349.60 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	1616.8	14.2	14.2	85.8
3/4"	1163.6	10.2	24.5	75.5
3/8"	2307.8	20.3	44.8	55.2
#4	1438.7	12.7	57.5	42.5
#10	1083.3	9.5	67.0	33.0
#40	1435.0	12.6	79.7	20.3
#200	1303.4	11.5	91.2	8.8
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE  
 MUESTRA No 6-S  
 LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 11+500  
 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

PERFORACIÓN No 1

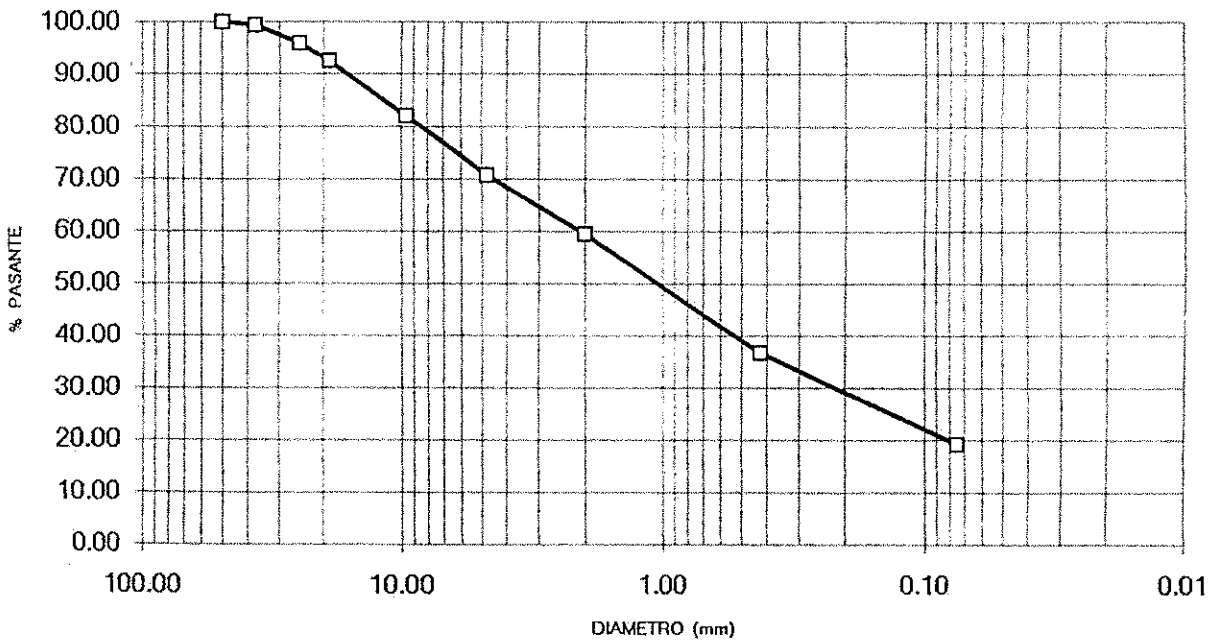
Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11540.00 g.

PESO FINAL: 9333.40 g.

Malla No.	Peso Ref.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	68.5	0.6	0.6	99.4
1"	405.8	3.5	4.1	95.9
3/4"	388.6	3.4	7.5	92.5
3/8"	1217.3	10.5	18.0	82.0
#4	1297.7	11.2	29.3	70.7
#10	1293.7	11.2	40.5	59.5
#40	2636.1	22.8	63.3	36.7
#200	2011.0	17.4	80.8	19.2
CHAROLA	0.0			

Análisis granulométrico  
 GENERAL CAÑAS



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
 LOCALIZACION ESTACION 11+500

CARACTERIZACION DE MUESTRA  
 MUESTRA No: 6-B

ESPESOR 18 cm

HUECO:

No. DE IDENT.:

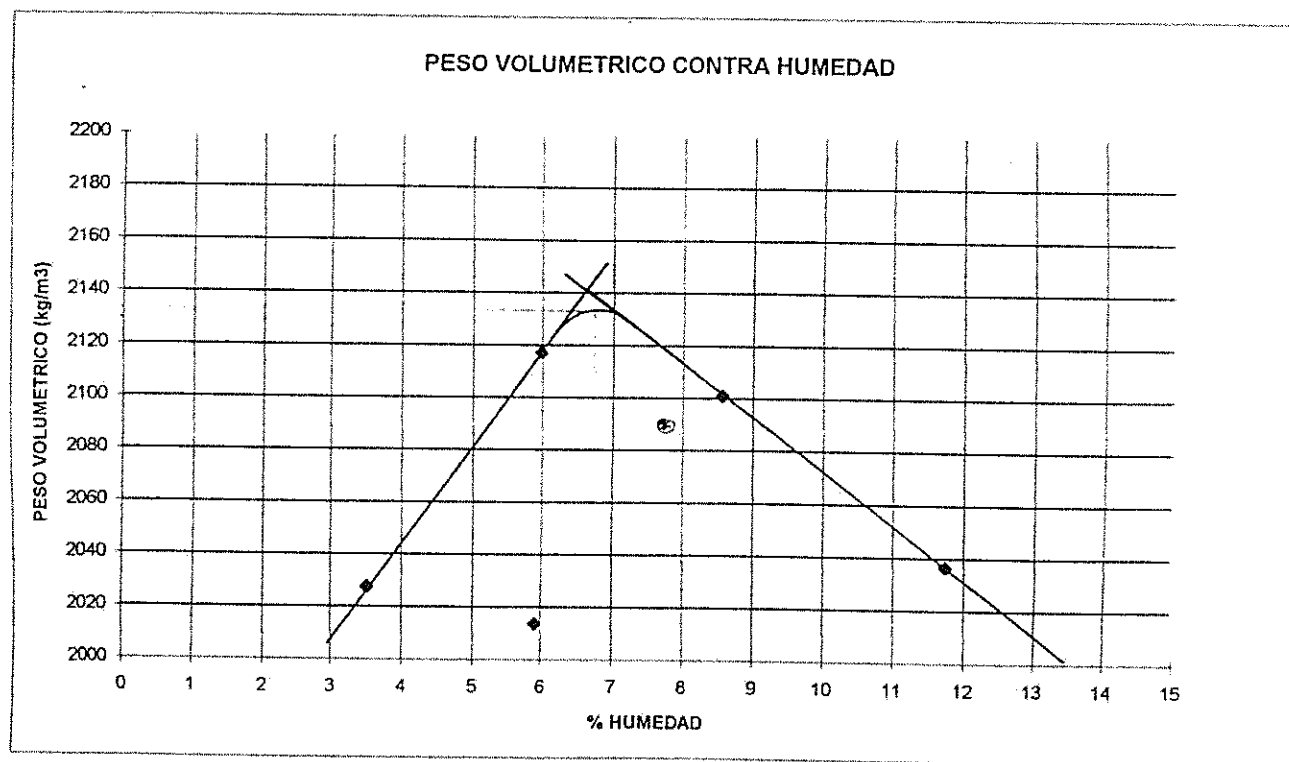
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6410	6550	6545	6378	6515		
P molde	4396	4396	4396	4396	4396		
Ww	2014	2154	2149	1982	2119		
$\delta_w$	2133	2281	2276	2099	2244		
$\delta_s$	2014	2101	2037	2028	2117		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	03	106	11	69	3
Ww + Wc	313.5	393.0	346.0	316.3	359.0
Ws + Wc	298.1	365.0	313.8	306.9	342.4
Ww	15.4	28.0	32.2	9.4	16.6
Wc	37.6	38.3	39.6	39.7	65.2
Ws	260.5	326.7	274.2	267.2	277.2
%W	5.9	8.6	11.7	3.5	6.0

$\gamma_{max} = 2135 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 6.6 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 6-B

LOCALIZACION: Estación 11+500

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$d_m = 2135$   $W_w = 6.6\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	% W
		12027												
56	38	7155	4872	2302	2112	98.9	46	389.7	351.6	39.6		28.1	322.0	8.7
		11993												
28	35	7189	4804	2255	2068	96.9	73	338.5	312.7	39.4		25.8	273.3	9.4
		11950												
14	28	7354	4596	2172	1992	93.3	3-2	443.7	417.9	127.5		25.8	290.4	8.9
														9.0

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
38			3.34					3.34				0.00		
35			3.57					3.57				0.00		
28			2.83					2.83				0.00		

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L <sub>0</sub>	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	23.0	70.0	134.0	215.0	386.0	584.0	681.0	890.0	1041.0	1120.0
38	0.06	5.488	16.58	31.684	50.8	91.156	137.88	160.78	210.1	245.74	264.38
	0.0	13.0	43.0	76.0	117.0	212.0	320.0	451.0	560.0	680.0	792.0
35	0.06	3.128	10.208	17.996	27.672	50.092	75.58	106.5	132.22	160.54	186.97
	0.0	25.0	69.0	109.0	165.0	267.0	372.0	461.0	545.0	626.0	692.0
28	0.06	5.96	16.344	25.784	39	63.072	87.852	108.86	128.68	147.8	163.37

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x

x=0.1 x=0.2

7.84E-03	1.08E-01	2.08E-01
1.47E-02	1.15E-01	2.15E-01
7.84E-03	1.08E-01	2.08E-01

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
50.80	137.88	98.9
27.67	75.58	96.9
39.00	87.85	93.3

CORREGIDOS

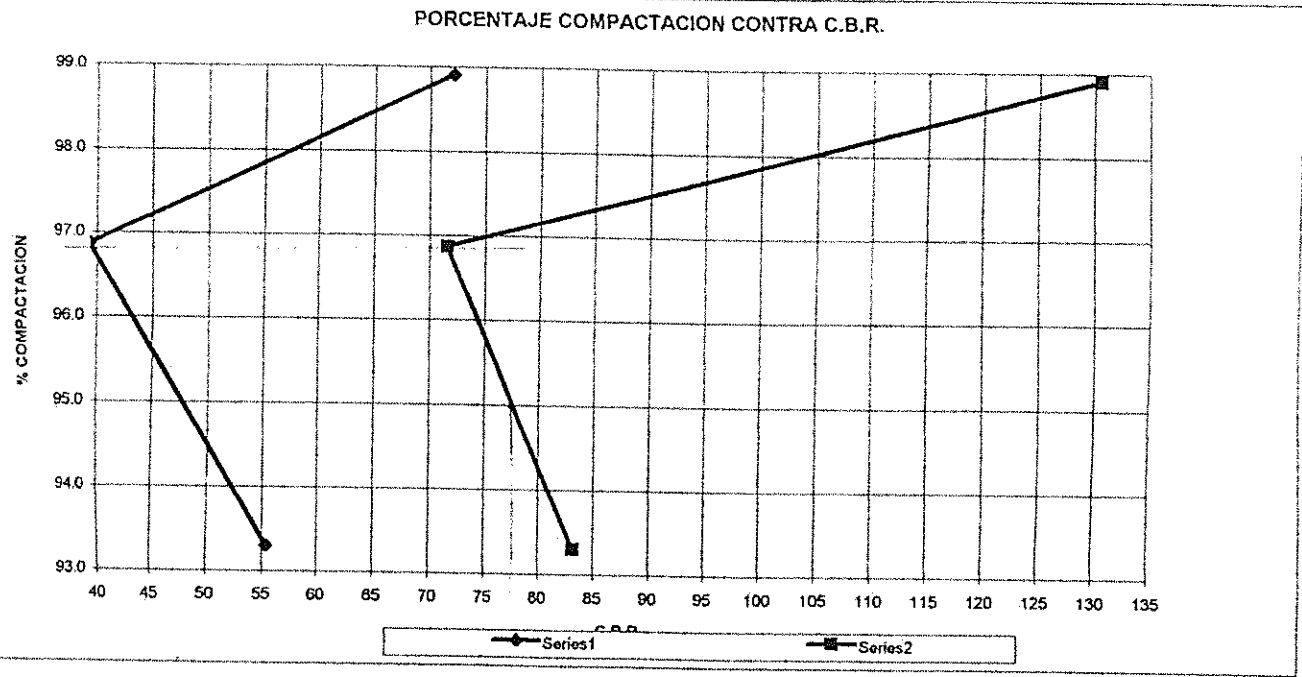
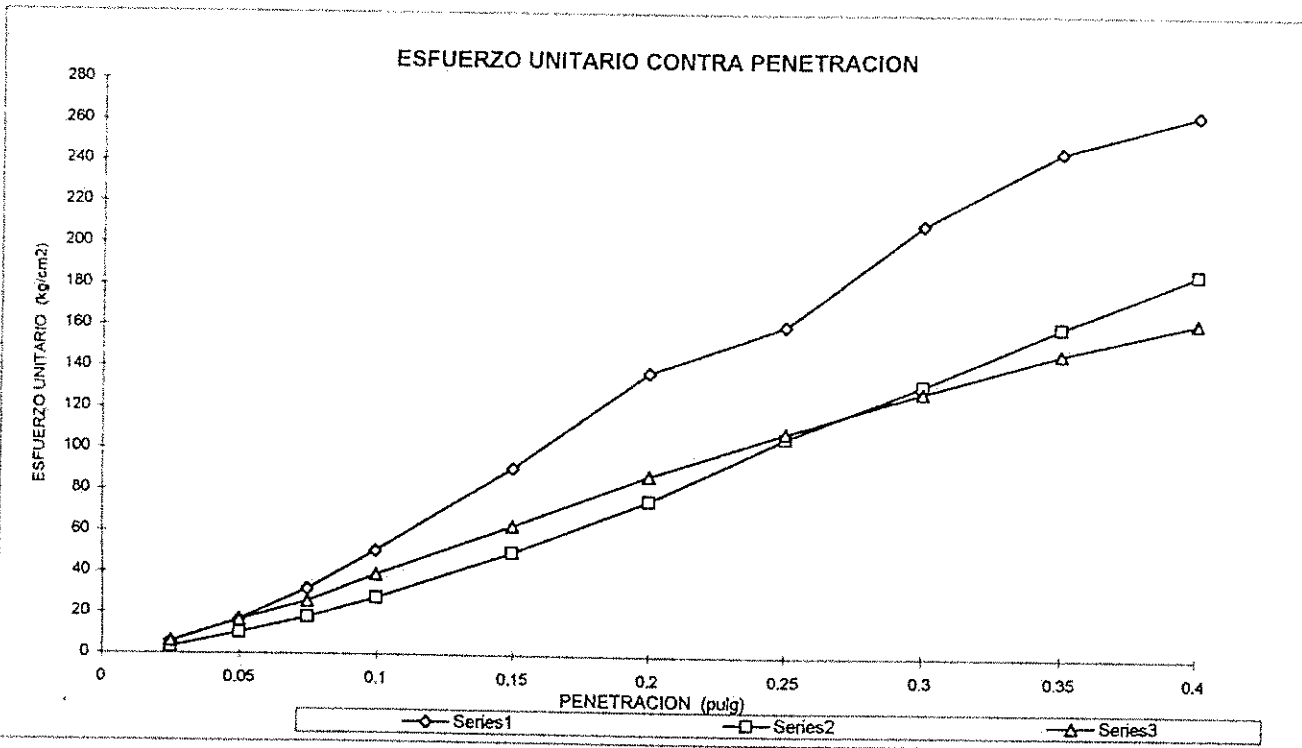
0.1	0.2
72.16	130.57
39.31	71.57
55.40	83.19

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 6-B  
 LOCALIZACION: Estación 11+500



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 11 + 500

Muestra N° 6S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	68.5	0.6	0.6	99
1"	405.8	3.5	4.1	96
3/4"	388.6	3.4	7.5	93
3/8"	1217.3	10.5	18.0	82
4"	1297.7	11.2	29.3	71
10"	1293.7	11.2	40.5	60
40"	2636.1	22.8	63.3	37
200"	2011.0	17.4	80.8	19

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1780	15.0



## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
70	8.5

Nota: El valor de CBR se tomó de la curva de 0.2.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 5 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
LOCALIZACION: ESTACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA:  
MUESTRA No: 7-B ESPESOR 18 cm HUECO: No. DE IDENT.:

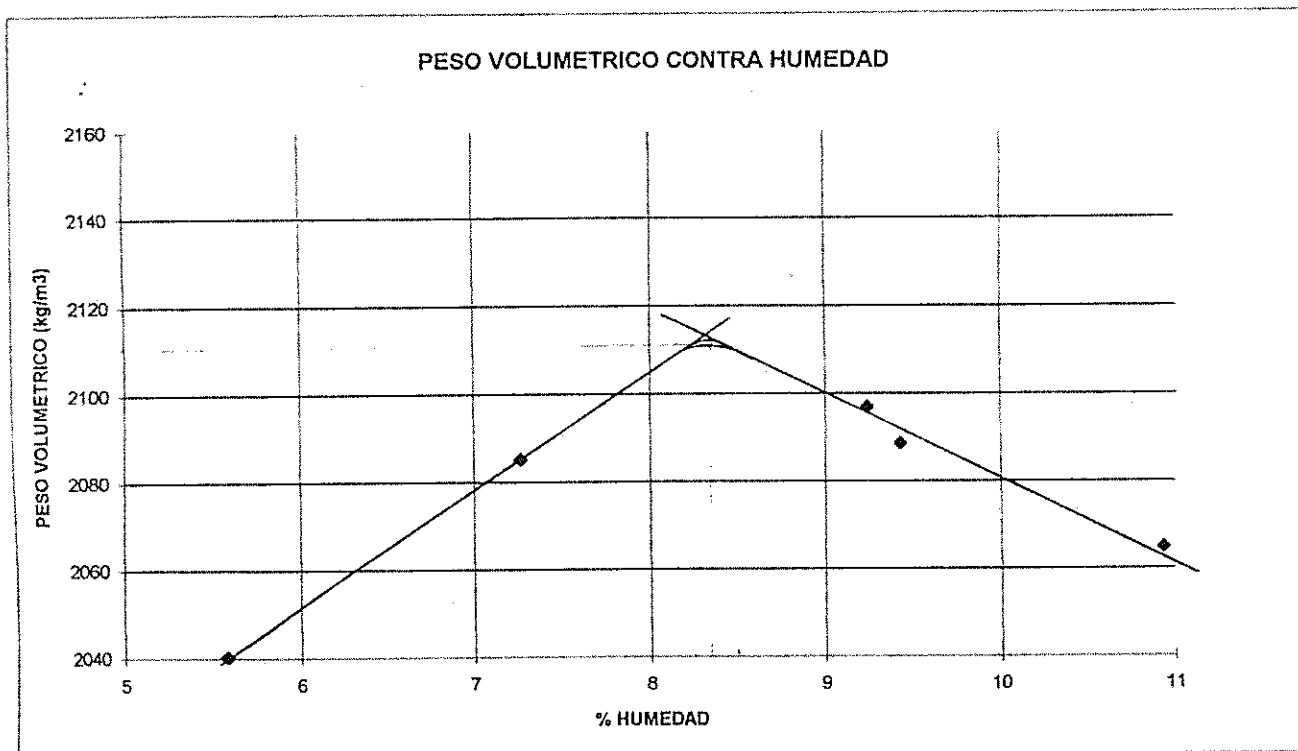
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6415	6291	6420	6369	6420		
P molde	4257	4257	4257	4257	4257		
Ww	2158	2034	2163	2112	2163		
$\delta w$	2285	2154	2291	2237	2291		
$\delta s$	2088	2040	2065	2085	2097		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	B-4	N-2	X-7	3-5	13
Ww + Wc	470.1	422.8	478.0	479.3	458.8
Ws + Wc	442.3	406.0	445.9	454.1	429.9
Ww	27.8	16.8	32.1	25.2	28.9
Wc	116.2	104.7	126.0	107.2	117.1
Ws	326.1	301.3	319.9	346.9	312.8
%W	9.4	5.6	10.9	7.3	9.2

$\gamma_{max} = 2110 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 8.3\%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 7-B

LÓCALIZACIÓN: Estación

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta m =$  2110  $W_o =$  8.3 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11995												
56	35	7180	4815	2275	2096	99.3	5-3	456.3	428.3	105.0		28.0	323.3	8.7
		12095												
28	28	7353	4742	2241	2064	97.8	X-8	485.6	456.7	105.5		28.9	351.2	8.2
		11782												
14	5	7262	4520	2128	1961	92.9	A-3	492.1	461.4	108.7		30.7	352.7	8.7
														8.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
35			2.93				2.93					0.00		
28			3.23				3.23					0.00		
5			3.20				3.20					0.00		

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	13.0	33.0	60.0	97.0	187.0	288.0	395.0	502.0	618.0	745.0
35	0.06	3.128	7.848	14.22	22.952	44.192	68.028	93.28	118.53	145.91	175.88
	0.0	34.5	87.0	143.0	204.0	317.0	432.0	545.0	640.0	747.0	842.0
28	0.06	8.202	20.592	33.808	48.204	74.872	102.01	128.68	151.1	176.35	198.77
	0.0	17.0	41.0	68.5	99.0	159.0	222.0	282.0	340.0	400.0	453.0
5	0.06	4.072	9.736	16.226	23.424	37.584	52.452	66.612	80.3	94.46	106.97

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x = 0.2

No. golpes

CALCULADOS

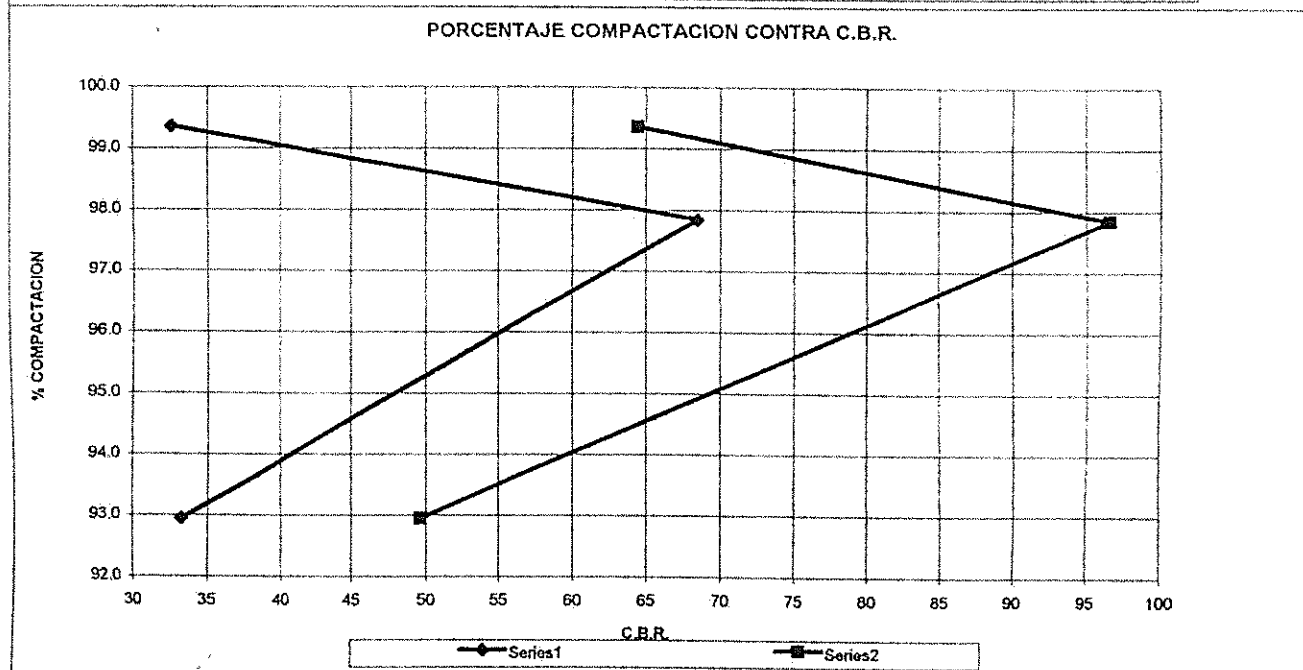
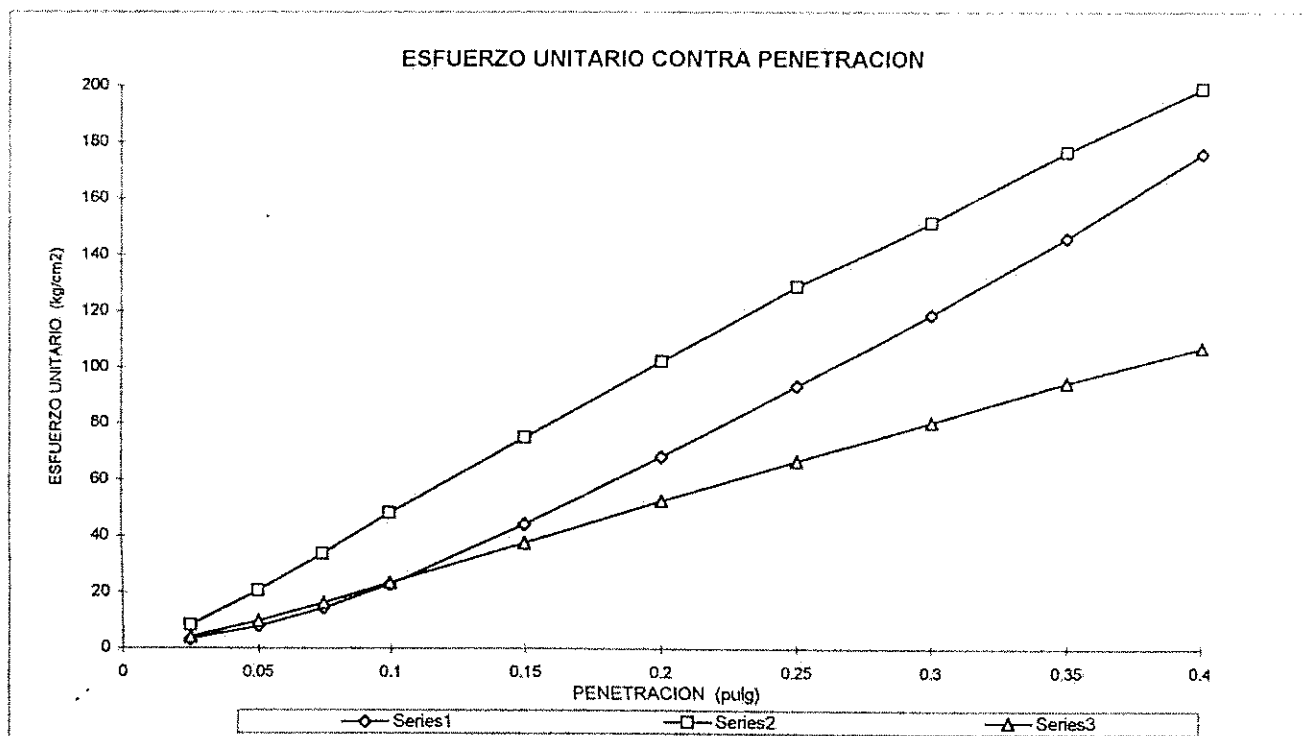
CORREGIDOS

	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
2.29E-02	1.23E-01	2.23E-01	56	22.95	68.03
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01	28	48.20	102.01
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01	14	23.42	52.45
				99.3	32.60
				97.8	64.42
				92.9	96.60
				33.27	49.67

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 7-B  
 LOCALIZACION: Estación



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 12 + 800

Muestra N° 7S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	390.8	4.2	4.2	96
1 1/2"	296.9	3.2	7.4	93
1"	539.2	5.8	13.1	87
3/4"	366.7	3.9	17.0	83
3/8"	814.0	8.7	25.8	74
4"	797.1	8.5	34.3	66
10"	941.4	10.1	44.4	56
40"	2054.9	22.0	66.3	34
200"	1394.8	14.9	81.3	19

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1760	17.5

## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
53	17,0

Nota: El valor de CBR se tomó de la curva de 0.1.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 5 DE MARZO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL: SUB-BASE, DE LASTRE

LOCALIZACION: ESTACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No: 7-S

ESPESOR 21 cm

HUECO:

No. DE IDENT.

COMPACTACION

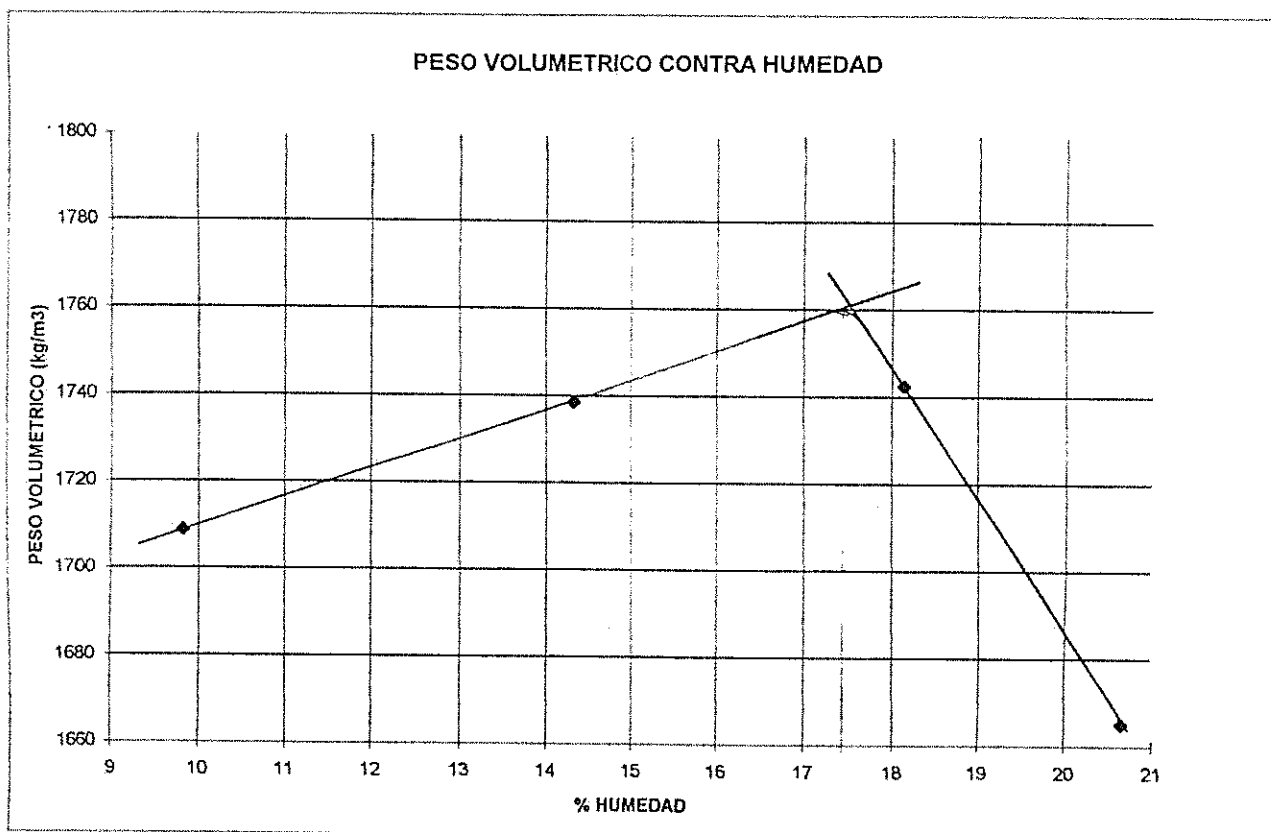
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6130	6197	6150	6025			
P molde	4253	4253	4253	4253			
Ww	1877	1944	1897	1772			
$\delta \omega$	1988	2059	2009	1877			
$\delta \sigma$	1739	1743	1665	1709			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	66	M-21	64	106
Ww + Wc	358.4	328.7	372.0	408.0
Ws + Wc	318.3	284.6	315.3	375.0
Ww	40.1	44.1	56.7	33.0
Wc	38.5	41.5	40.8	39.1
Ws	279.8	243.1	274.5	335.9
%W	14.3	18.1	20.7	9.8

$$\gamma_{\max} = 1760 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{ópt}} = 17.5 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 7-S

LOCALIZACION: Estación

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\delta m = 1760$   $W_o = 17.5\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	% W
		11533												
56	44	7158	4375	2046	1749	99.4	69	443.5	384.7	39.6		58.8	345.1	17.0
		11482												
28	32	7225	4257	1998	1708	97.0	42	574.0	509.8	127.1		64.2	382.7	16.8
		11190												
14	41	7177	4013	1883	1610	91.5	X-2	548.5	483.7	106.5		64.8	377.2	17.2
														17.0

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
44			3.22											
32			3.32											0.00
41			3.13											0.00
														0.64

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	11.5	31.0	57.5	90.0	177.0	265.0	346.0	418.5	482.0	540.0
44	0.06	2.774	7.376	13.63	21.3	41.832	62.6	81.716	98.826	113.81	127.5
	0.0	23.0	69.0	113.0	178.0	277.0	358.0	428.0	491.0	542.0	598.0
32	0.06	5.488	16.344	26.728	42.068	65.432	84.548	101.07	115.94	127.97	141.19
	0.0	30.0	66.0	96.5	120.0	170.0	204.0	231.0	251.0	272.0	292.0
41	0.06	7.14	15.636	22.834	28.38	40.18	48.204	54.576	59.296	64.252	68.972

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x=0.2

3.75E-02	1.38E-01	2.38E-01
1.25E-02	1.13E-01	2.13E-01
1.25E-02	1.13E-01	2.13E-01

No. golpes

CALCULADOS

CORREGIDOS

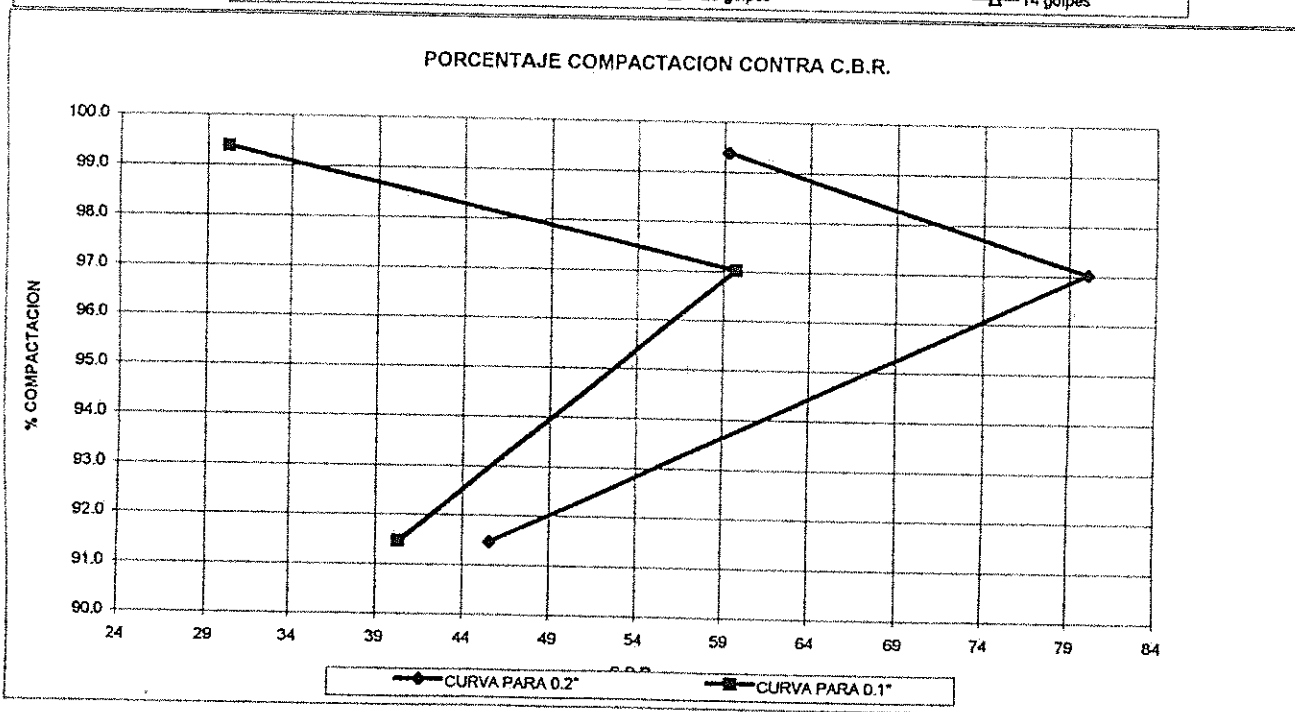
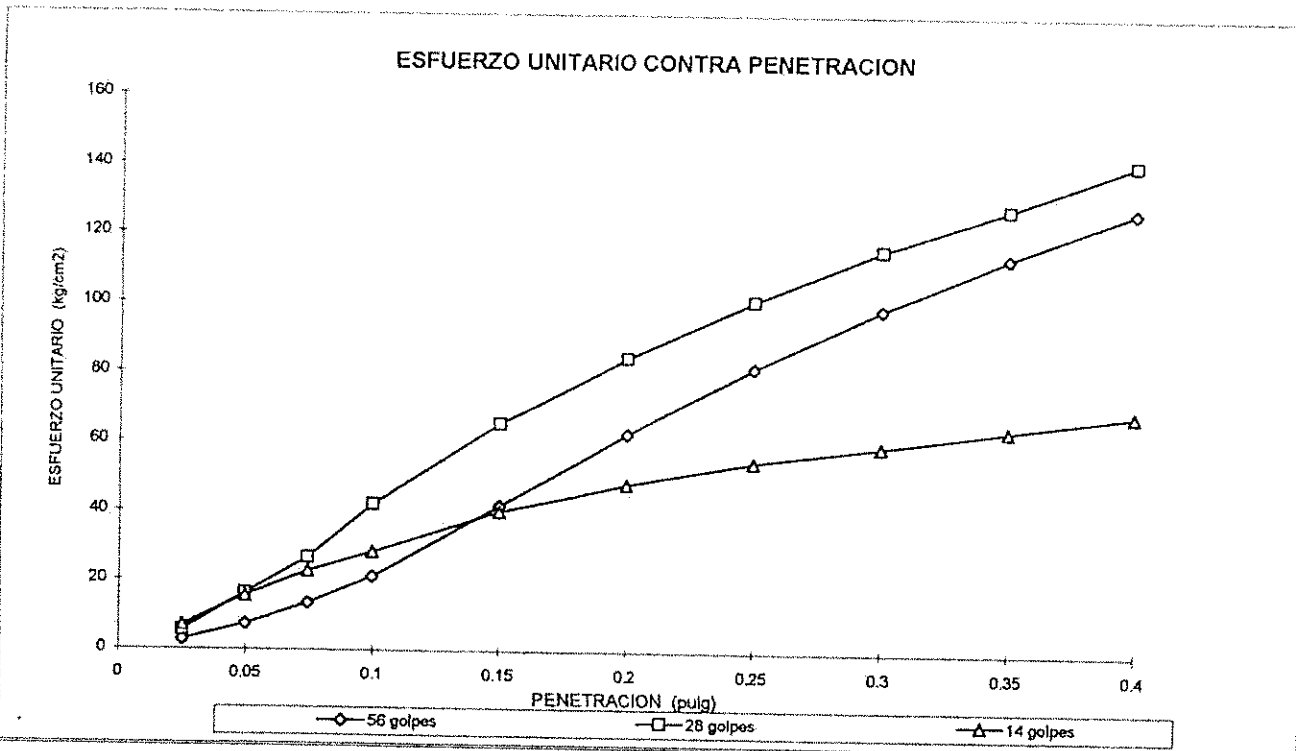
No. golpes	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
56	21.30	62.60	99.4	30.26	59.28
28	42.07	84.55	97.0	59.76	80.06
14	28.38	48.20	91.5	40.31	45.65



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE  
 MUESTRA No.: 7-S  
 LOCALIZACION: Estación



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 14 + 600

Muestra N° 8B

1. Límites de Atterberg

Limite Líquido	Limite Plástico	Indice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	77.9	0.8	0.8	99
1"	1138.3	11.1	11.9	88
3/4"	729.7	7.1	18.9	81
3/8	2010.4	19.6	38.5	62
4	1428.6	13.9	52.4	48
10	1145.0	11.1	63.5	37
40	1733.9	16.9	80.4	20
200	1121.7	10.9	91.3	9

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
2025	10.0

## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

62

10.2

Nota: El valor de CBR se tomó de la curva de 0.2.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 6 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
 LOCALIZACION: ESTACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA:  
 MUESTRA No: 8-B ESPESOR 20 cm HUECO: No. DE IDENT.:

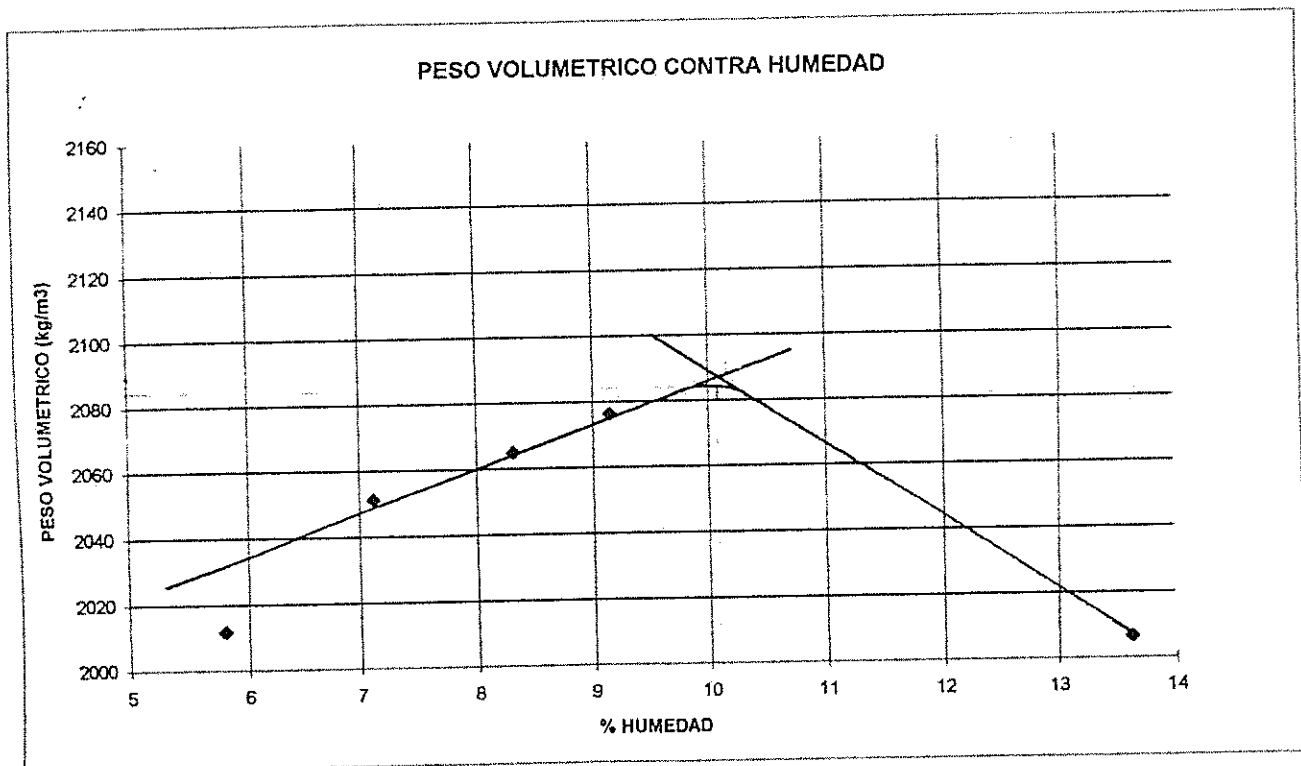
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6275	6340	6312	6210	6353		
P molde	4200	4200	4200	4200	4200		
Ww	2075	2140	2112	2010	2153		
$\delta w$	2197	2266	2237	2129	2280		
$\delta s$	2051	2076	2065	2012	2007		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	B-4	X-8	D-7	3-5	A-3
Ww + Wc	465.0	480.2	474.8	448.1	436.4
Ws + Wc	441.8	448.8	447.9	429.4	397.1
Ww	23.2	31.4	26.9	18.7	39.3
Wc	116.2	105.5	124.4	107.2	108.7
Ws	325.6	343.3	323.5	322.2	288.4
%W	7.1	9.1	8.3	5.8	13.6

$\gamma_{max} = 2085 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 10\%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS FECHA MARZO DE 1996

MUESTRA No: B-B

LOCALIZACION: Estación 14+600

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\Delta m = 2085$   $W_o = 10\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11982												
56	44	7157	4825	2257	2051	98.4	06	478.1	444.1	111.1		34.0	333.0	10.2
		11854												
28	36	7175	4679	2211	2010	96.4	5-3	466.7	433.1	105.0		33.6	328.1	10.2
		11835												
14	8	7417	4418	2089	1899	91.1	B-7	511.4	477.8	127.8		33.6	350.0	9.6
														10.0

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
44			4.01	4.02				4.02	0.25			0.25	
36			3.78	3.79				3.79	0.26			0.26	
8			3.24	3.26				3.26	0.62			0.62	

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	5.0	15.0	33.0	57.0	119.0	208.0	295.0	382.0	472.0	560.0
44	0.06	1.24	3.6	7.848	13.512	28.144	49.148	69.68	90.212	111.45	132.22
	0.0	23.0	52.0	89.0	128.0	220.0	315.0	400.0	494.0	577.0	650.0
36	0.06	5.488	12.332	21.064	30.268	51.98	74.4	94.46	116.64	136.23	153.46
	0.0	13.0	29.0	46.0	67.0	112.0	162.0	212.0	259.0	305.0	342.0
8	0.06	3.128	6.904	10.916	15.872	26.492	38.292	50.092	61.184	72.04	80.772

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x=0.2

No. golpes

CALCULADOS

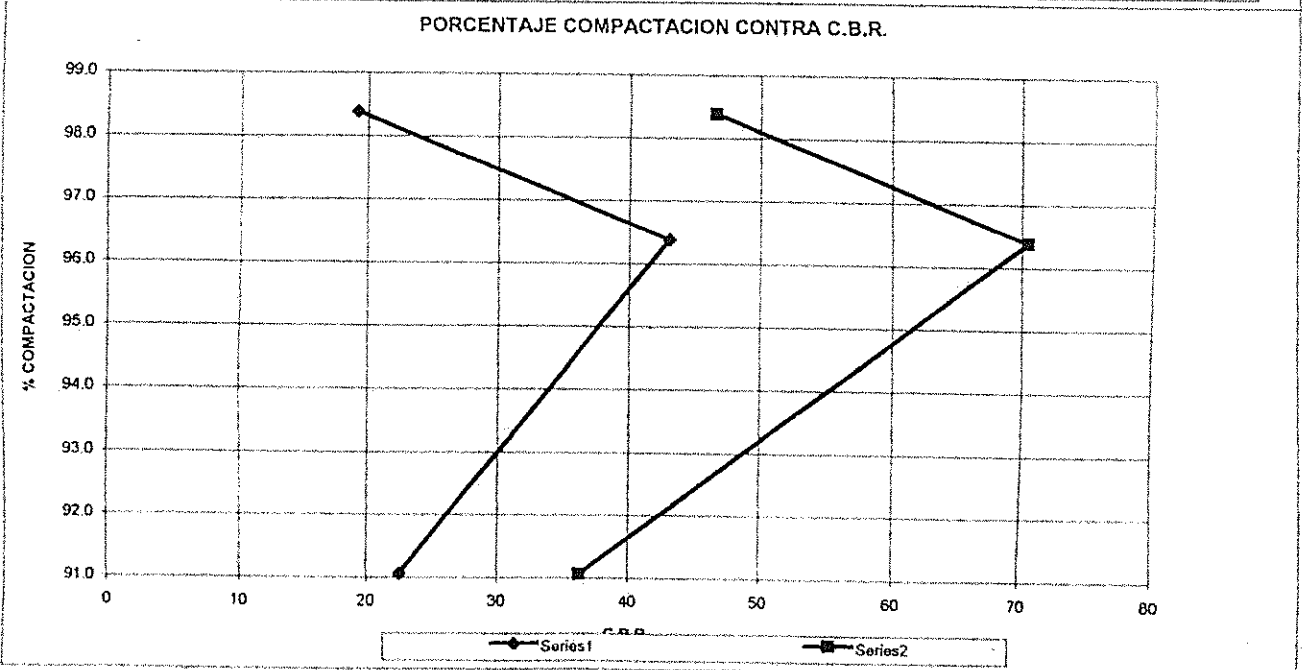
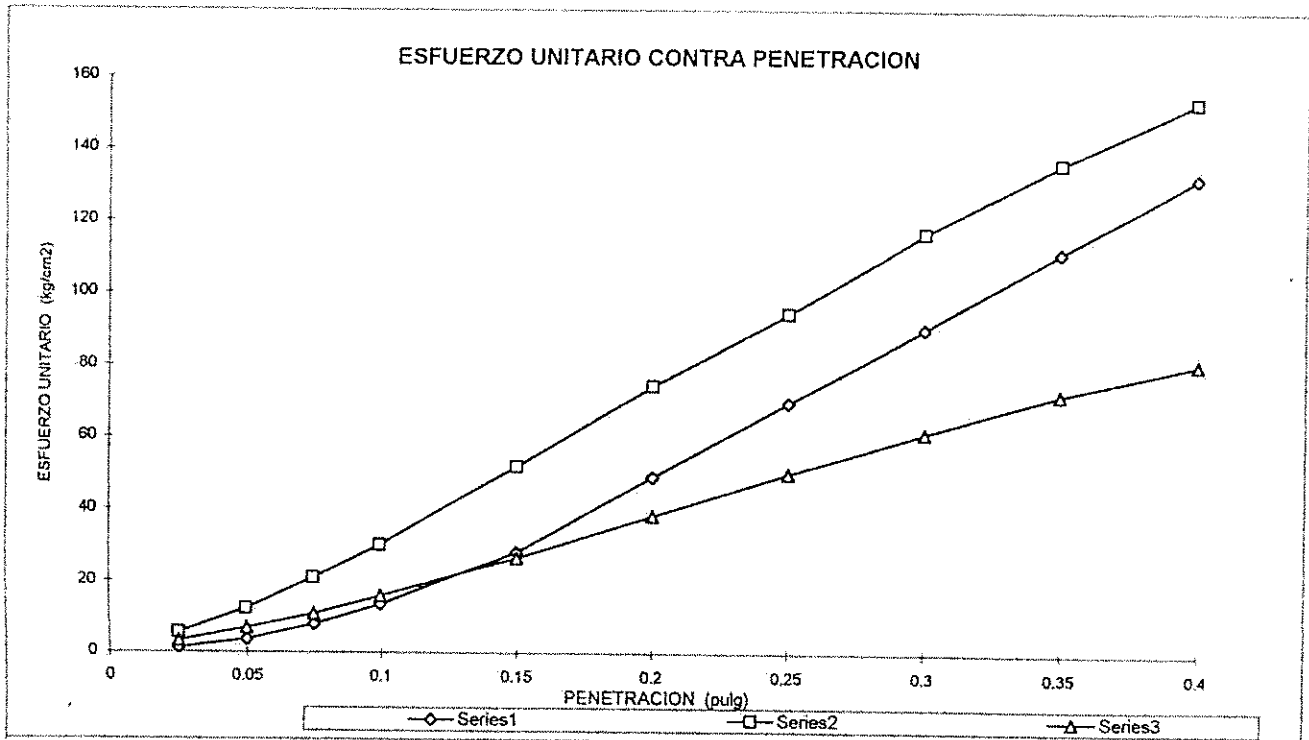
CORREGIDOS

	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
7.84E-03	13.51	49.15	98.4	19.19	46.54
1.47E-02	30.27	74.40	96.4	42.99	70.45
7.84E-03	15.87	38.29	91.1	22.55	36.26

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 8-B  
 LOCALIZACION: Estación 14+600



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 14 + 600

Muestra N° 8S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	476.6	3.9	3.9	96
1"	1174.3	9.6	13.6	86
3/4"	528.3	4.3	17.9	82
3/8	1104.9	9.1	27.0	73
4	1112.5	9.1	36.1	64
10	1223.1	10.0	46.1	54
40	2483.8	20.4	66.5	34
200	2018.2	16.6	83.1	17

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1692	13.2

## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

Nota: Debido que al eliminar todo aquel material mayor de 3/4 las muestras se reducen ocasionando un faltante para cubrir todas la pruebas (CBR).



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 6 DE MARZO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL SUB-BASE, DE LASTRE

LOCALIZACION: ESTACION 14+600

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No: 8-S

ESPESOR 25 cm

HUECO:

No. DE IDENT.:

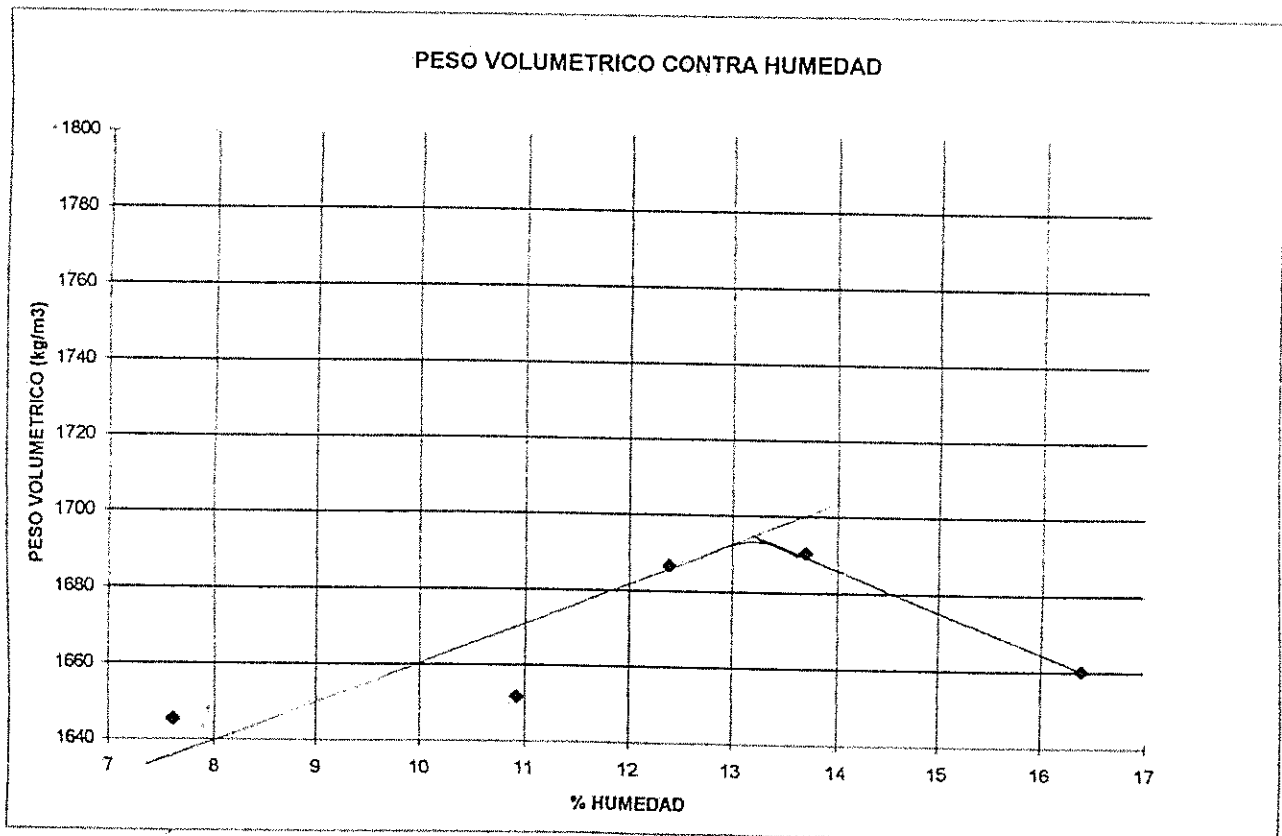
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5930	6015	6025	5990	5872		
P molde	4200	4200	4200	4200	4200		
Ww	1730	1815	1825	1790	1672		
$\delta \omega$	1832	1922	1933	1896	1771		
$\delta \sigma$	1652	1690	1660	1687	1645		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	05	X-7	13	32	N-2
Ww + Wc	444.7	424.7	431.4	436.3	418.5
Ws + Wc	413.0	388.7	387.1	401.3	396.3
Ww	31.7	36.0	44.3	35.0	22.2
Wc	122.8	126.0	117.1	118.5	104.7
Ws	290.2	262.7	270.0	282.8	291.6
%W	10.9	13.7	16.4	12.4	7.6

No alcanzó materia  
 para el CBR.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS FECHA MARZO DE 1996

MUESTRA No. 8-S  
 LOCALIZACION: Estación 14+600  
 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\delta m =$  Ww: %

NO ALCANZO EL MATERIAL

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
56												0.0	0.0	#DIV/0!
28												0.0	0.0	#DIV/0!
14												0.0	0.0	#DIV/0!

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
0														
0														#DIV/0!
0														#DIV/0!

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Ec. Resuelta para y=0

3.75E-02  
 1.25E-02  
 1.25E-02

Valores corregidos para x  
 x=0.1 x = 0.2

No. golpes  
 56  
 28  
 14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.  
 0.0  
 0.0  
 0.0

CORREGIDOS

0.1 0.2  
 0.00 0.00  
 0.00 0.00  
 0.00 0.00

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 14 + 900

Muestra N° 9b

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	-	-	-	100
1"	708.0	8.19	8.19	92
3/4"	879.0	10.17	18.36	82
3/8"	1289.0	14.92	33.28	67
4"	1226.0	14.19	47.47	53
10"	1381.4	15.98	63.45	37
40"	1555.1	17.99	81.44	19
200"	1012.1	11.11	93.15	7

3. Compactación (Próctor Modificado):

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
-	-

## 4. Índice de Soporte de California (CBR):

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

Nota: Debido al equipo con que cuenta el Laboratorio se dificultó la extracción del concreto asfáltico ya que estaba muy adherido asunto que no permitió realizar la perforación a cielo abierto, se realizó un sondeo para dar el perfil.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

MUESTRA No 7-B

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 12+800

PERFORACIÓN No. 1

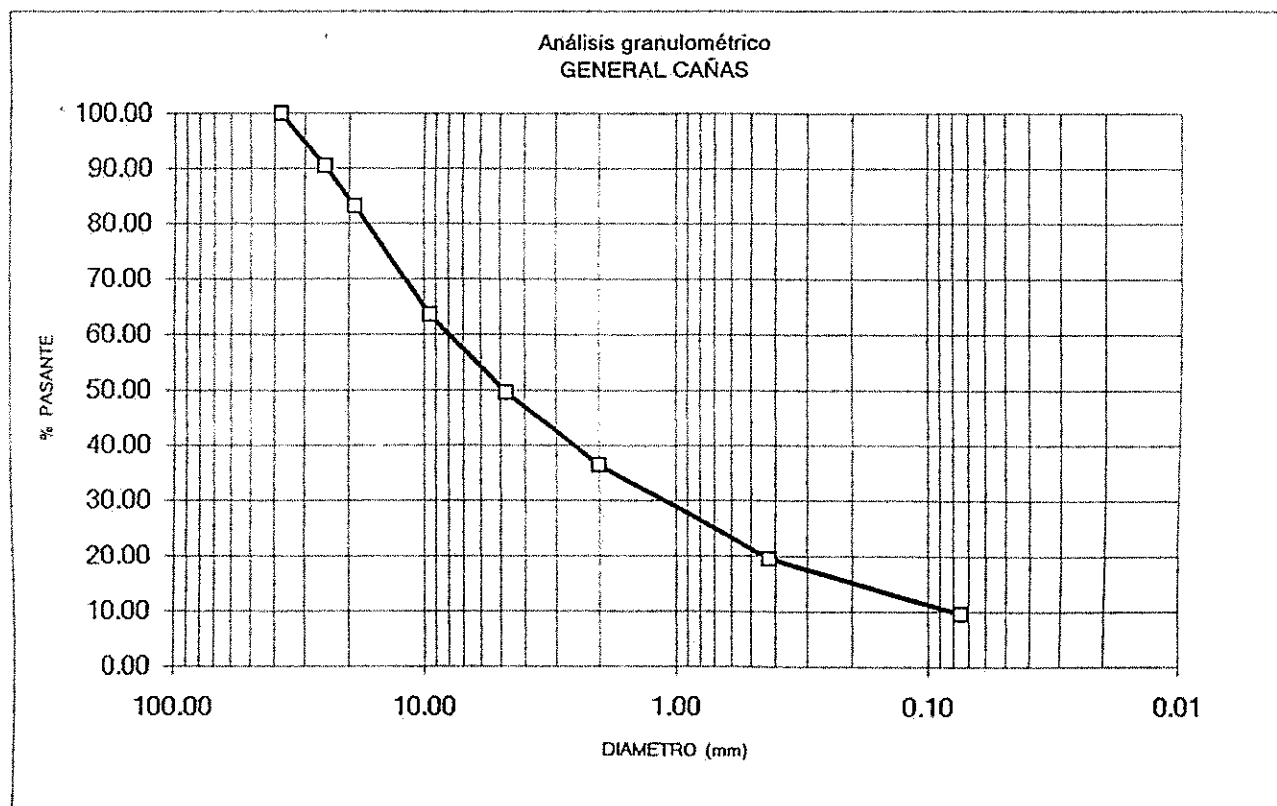
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11083.00 g.

PESO FINAL: 10024.30 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	1051.5	9.5	9.5	90.5
3/4"	804.1	7.3	16.7	83.3
3/8"	2173.0	19.6	36.3	63.7
#4	1564.8	14.1	50.5	49.5
#10	1449.3	13.1	63.5	36.5
#40	1874.9	16.9	80.5	19.5
#200	1105.2	10.0	90.4	9.6
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE

MUESTRA No 7-S

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 12+800

PERFORACIÓN No. 1

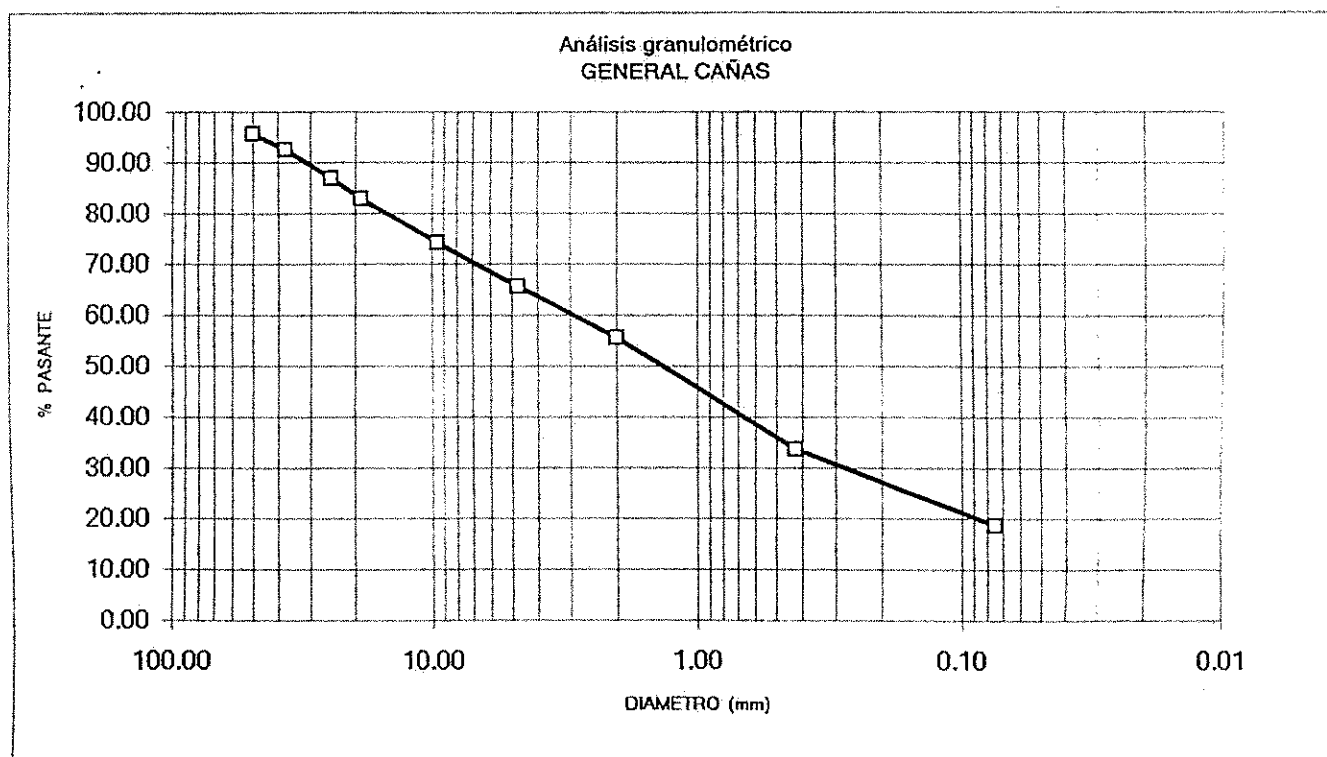
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

## Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9348.00 g.

PESO FINAL: 7603.00 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	390.8	4.2	4.2	95.8
1 1/2"	296.9	3.2	7.4	92.6
1"	539.2	5.8	13.1	86.9
3/4"	366.7	3.9	17.0	83.0
3/8"	814.0	8.7	25.8	74.2
#4	797.1	8.5	34.3	65.7
#10	941.4	10.1	44.4	55.6
#40	2054.9	22.0	66.3	33.7
#200	1394.8	14.9	81.3	18.7
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No 8-B  
 LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 14+600  
 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

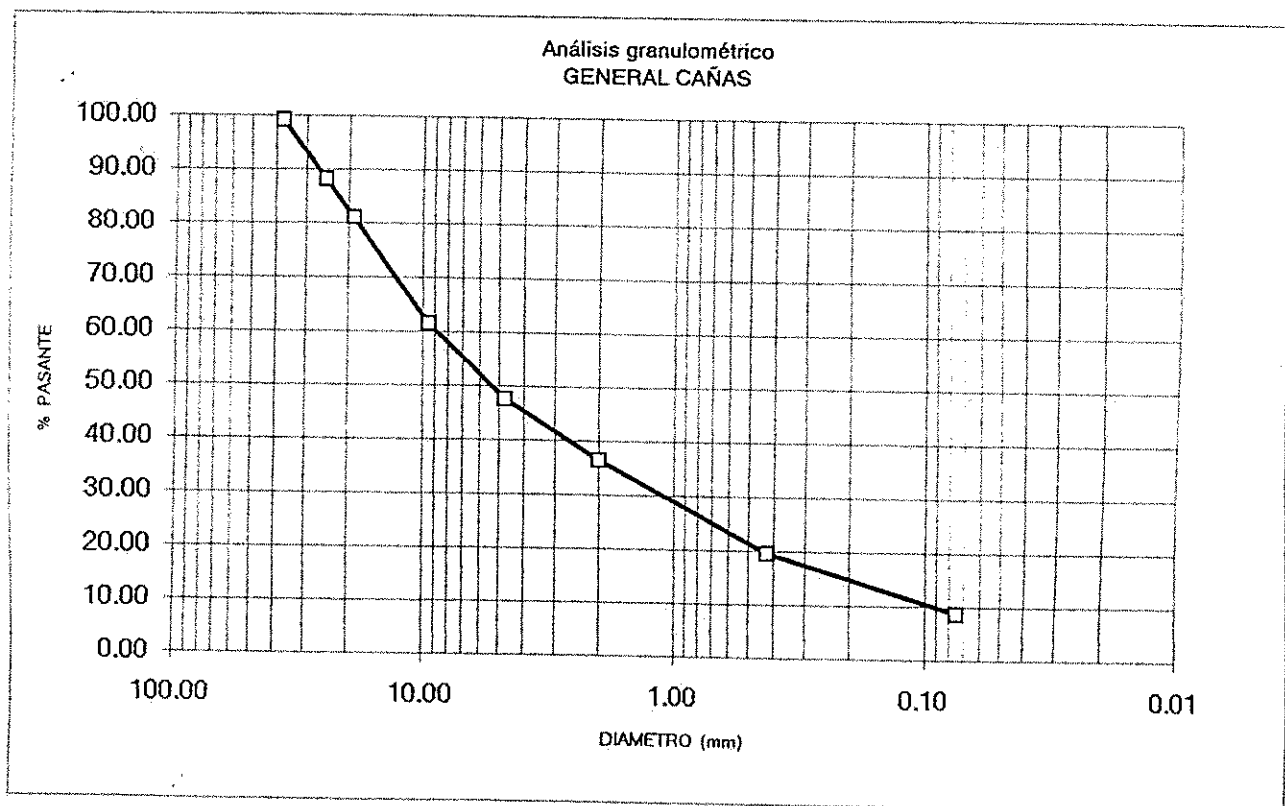
PERFORACIÓN No 1

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 10277.00 g.

PESO FINAL: 9391.60 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	77.9	0.8	0.8	99.2
1"	1138.3	11.1	11.8	88.2
3/4"	729.7	7.1	18.9	81.1
3/8"	2010.4	19.6	38.5	61.5
#4	1428.6	13.9	52.4	47.6
#10	1145.0	11.1	63.5	36.5
#40	1733.9	16.9	80.4	19.6
#200	1121.7	10.9	91.3	8.7
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE

MUESTRA No 8-S

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 14+600

PERFORACIÓN No. 1

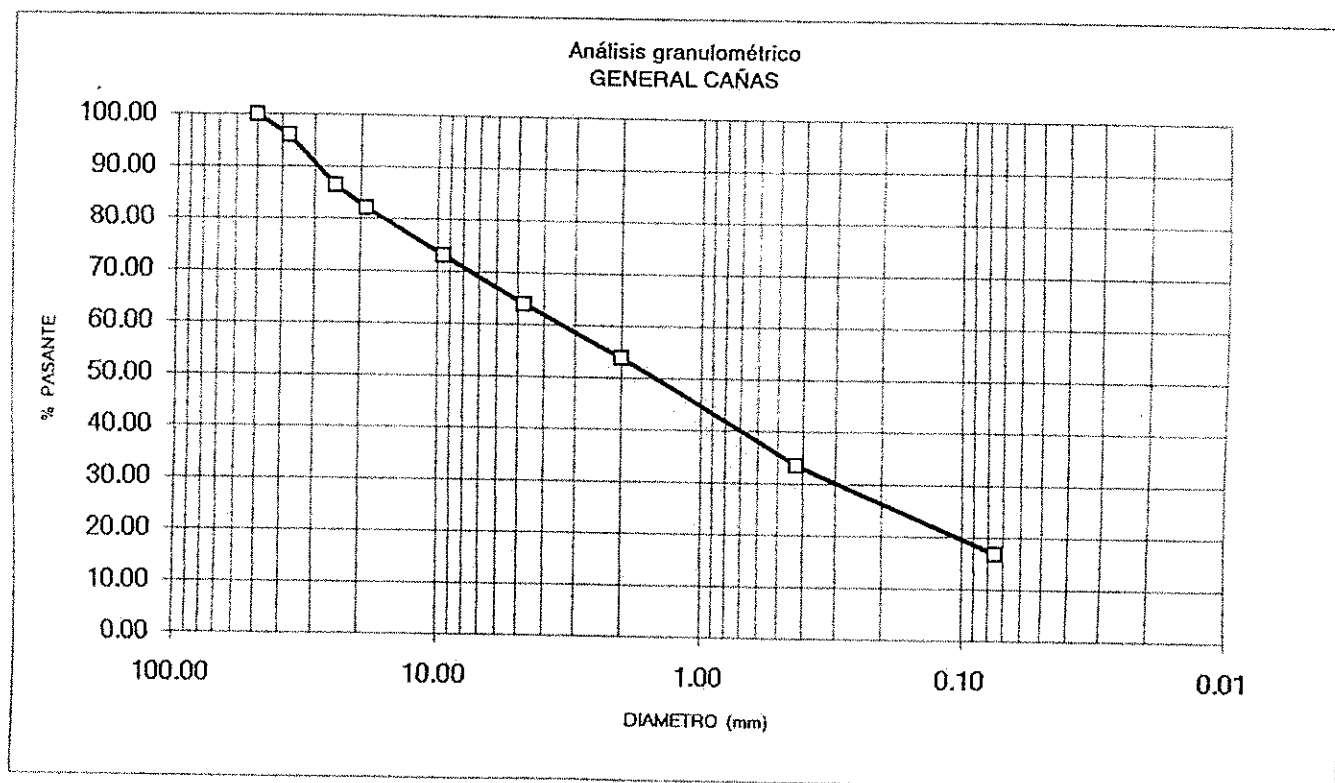
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12178.00 g.

PESO FINAL: 10135.60 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	476.6	3.9	3.9	96.1
1"	1174.3	9.6	13.6	86.4
3/4"	528.3	4.3	17.9	82.1
3/8"	1104.9	9.1	27.0	73.0
#4	1112.5	9.1	36.1	63.9
#10	1223.1	10.0	46.1	53.9
#40	2483.8	20.4	66.5	33.5
#200	2018.2	16.6	83.1	16.9
CHAROLA	0.0			





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 4 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
MUESTRA No 9-B  
LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 14+600  
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

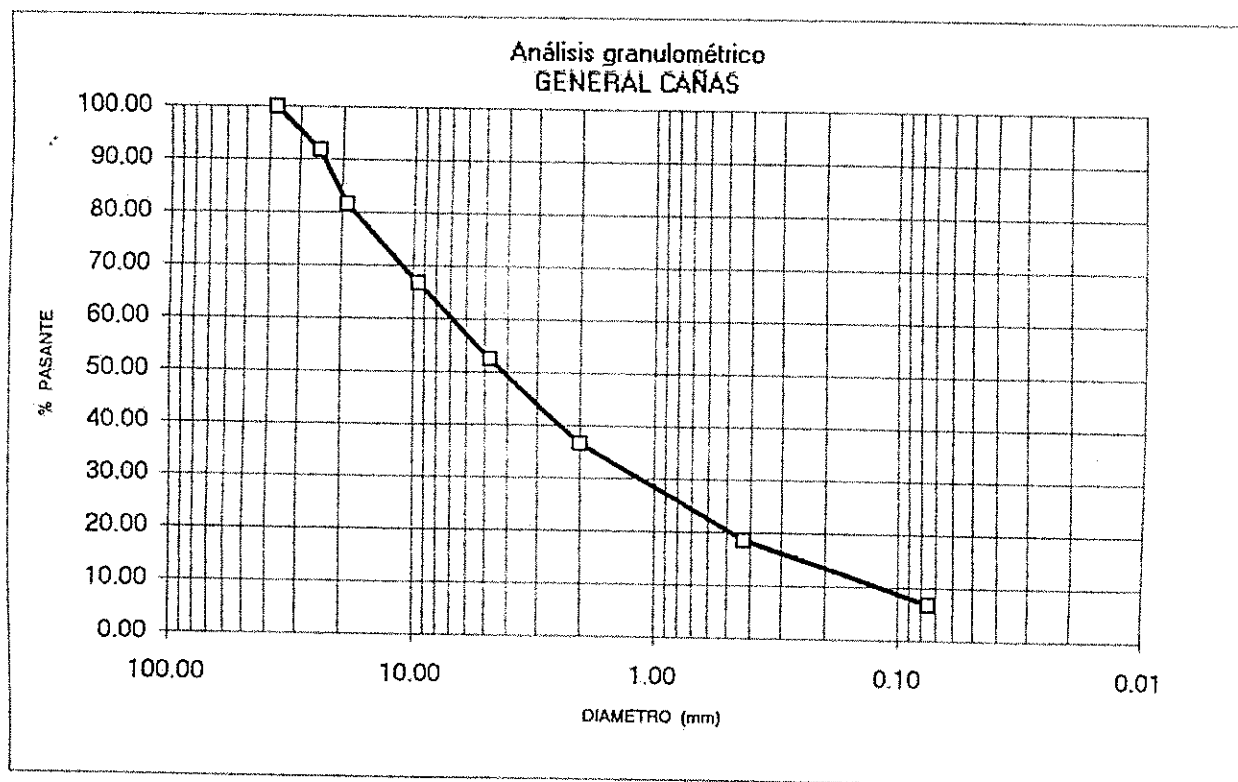
PERFORACIÓN No 1

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8642.00 g

PESO FINAL: 8058.50 g

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	708.0	8.2	8.2	91.8
3/4"	879.0	10.2	18.4	81.6
3/8"	1289.0	14.9	33.3	66.7
#4	1226.0	14.2	47.5	52.5
#10	1381.4	16.0	63.5	36.5
#40	1555.1	18.0	81.4	18.6
#200	1012.1	11.7	93.2	6.8
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

LOCALIZACION ESTACION 0+900

CARACTERIZACION DE MUESTRA

MUESTRA No: 1-B

ESPESOR 12 cm

HUECO

No. DE IDENT.

COMPACTACION

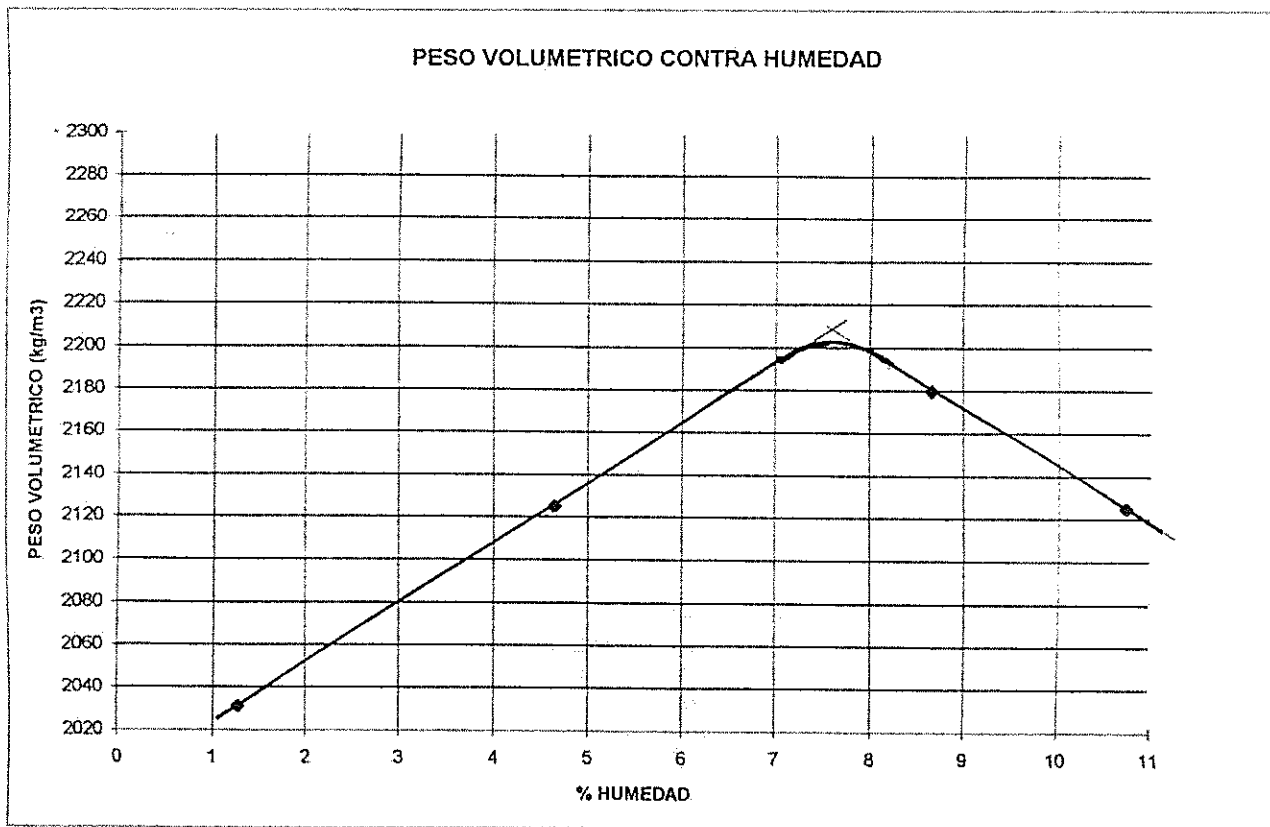
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6298	6435	6140	6420			
P molde	4198	4198	4198	4198			
Ww	2100	2237	1942	2222			
$\delta_w$	2224	2369	2057	2353			
$\delta_\sigma$	2125	2180	2031	2125			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	80	106	69	M21
Ww + Wc	457.7	374.0	393.0	294.4
Ws + Wc	439.1	347.3	388.6	269.9
Ww	18.6	26.7	4.4	24.5
Wc	39.5	39.4	39.6	41.7
Ws	399.6	307.9	349.0	228.2
%W	4.7	8.7	1.3	10.7

$$\delta_{\text{máx.}} = 2200 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt.}} = 7.5 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: FEBRERO DE 1996

MUESTRA No. 1-B

LOCALIZACION: Estación 0+900

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta m = 2200$   $W_o = 7.5\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12125												
56	44	7157	4968	2324	2159	98.1	11	416.0	390.6	40.5		25.4	350.1	7.3
		12053												
28	33	7192	4861	2289	2127	96.7	3	604.7	566.0	66.5		38.7	499.5	7.7
		12068												
14	8	7419	4649	2182	2027	92.2	03	468.5	437.2	38.8		31.3	398.4	7.9
														7.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
44			2.36					2.28						-3.39
33			4.84					4.58						-5.37
8								3.44						

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	17.0	57.0	103.0	179.0	345.0	505.0	676.0	851.0	1043.0	
44	0.06	4.072	13.512	24.368	42.304	81.48	119.24	159.6	200.9	246.21	0.06
	0.0	31.0	77.0	100.0	111.0	259.0	406.0	555.0	711.0	875.0	1028.0
33	0.06	7.376	18.232	23.66	26.256	61.184	95.876	131.04	167.86	206.56	242.67
	0.0	46.0	90.0	140.0	192.0	291.0	382.0	471.0	569.0	652.0	742.0
8	0.06	10.916	21.3	33.1	45.372	68.736	90.212	111.22	134.34	153.93	175.17

Ec. Resuelta

para y=0

0.00E+00

6.20E-02

0.00E+00

Valores corregidos para x

$x=0.1$   $x=0.2$

1.00E-01 2.00E-01

1.62E-01 2.62E-01

1.00E-01 2.00E-01

No. golpes

56

28

14

CALCULADOS

0.1

0.2

42.30

89.00

45.30

119.20

139.00

90.20

92.2

92.2

%COMPACT.

98.1

96.7

92.2

92.2

CORREGIDOS

0.1

0.2

60.09

126.42

64.35

112.88

131.63

85.42

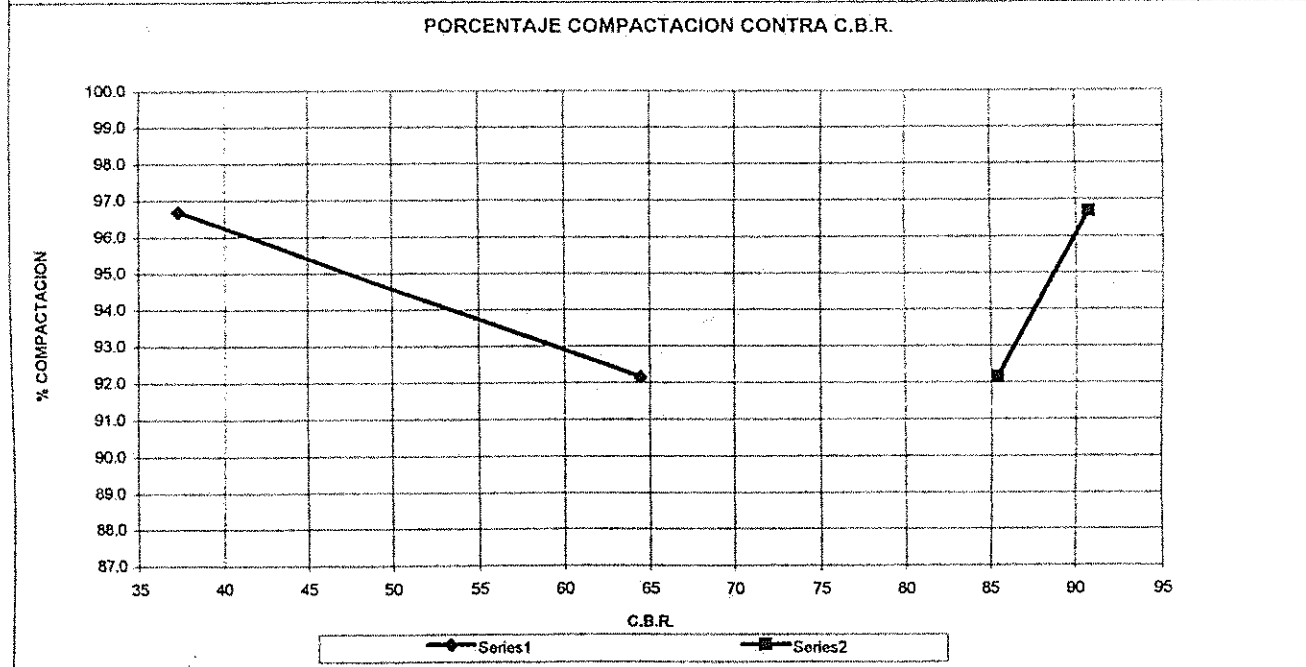
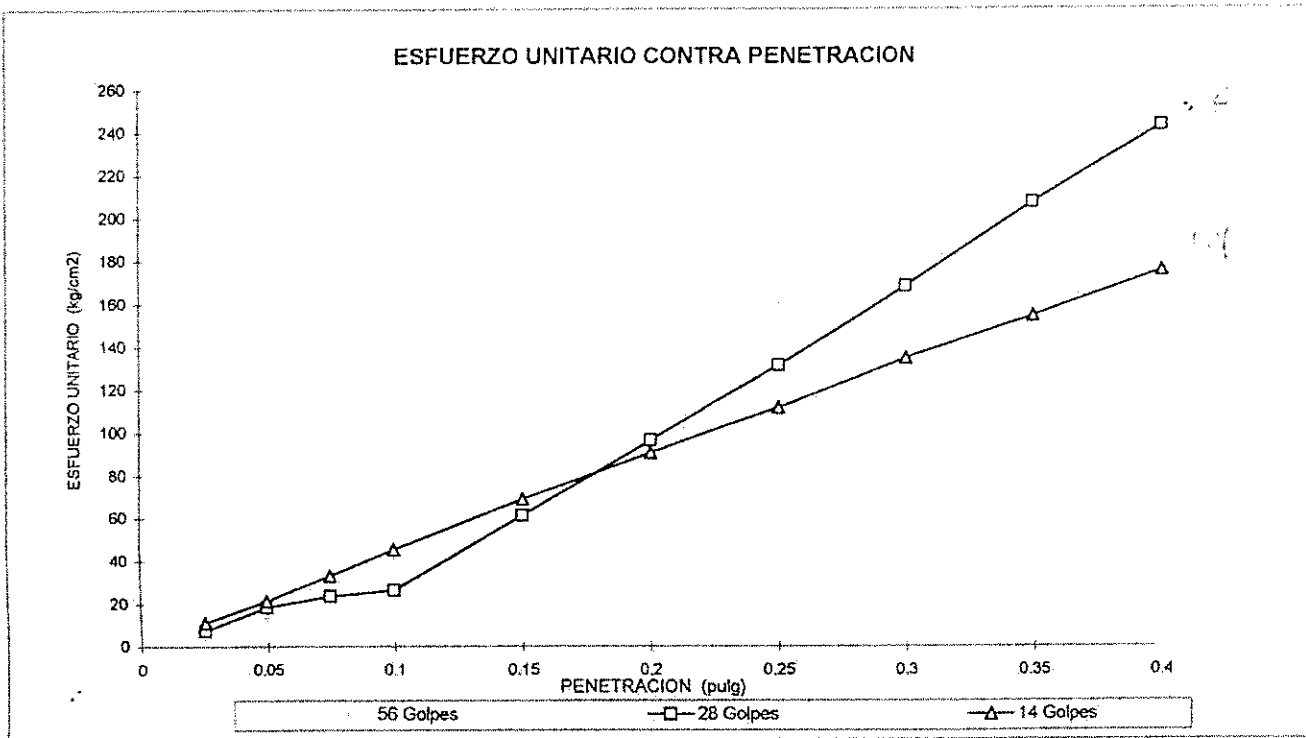
85.42

85.42

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 11  
 LOCALIZACION:

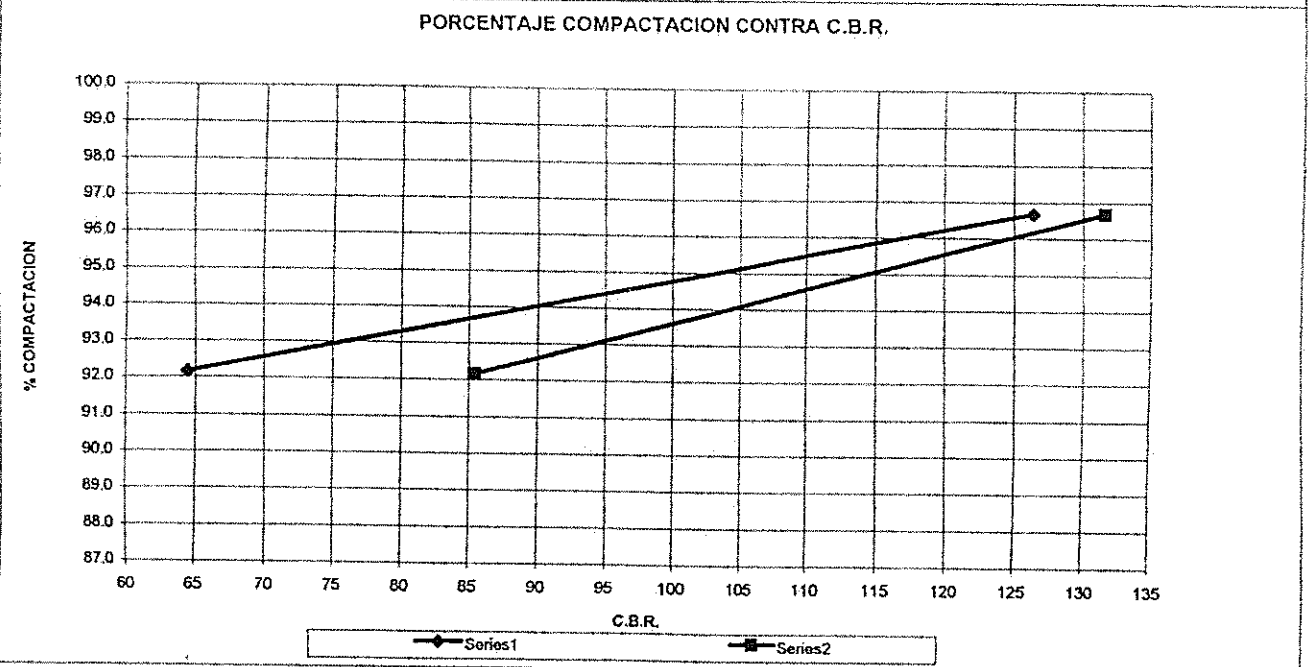
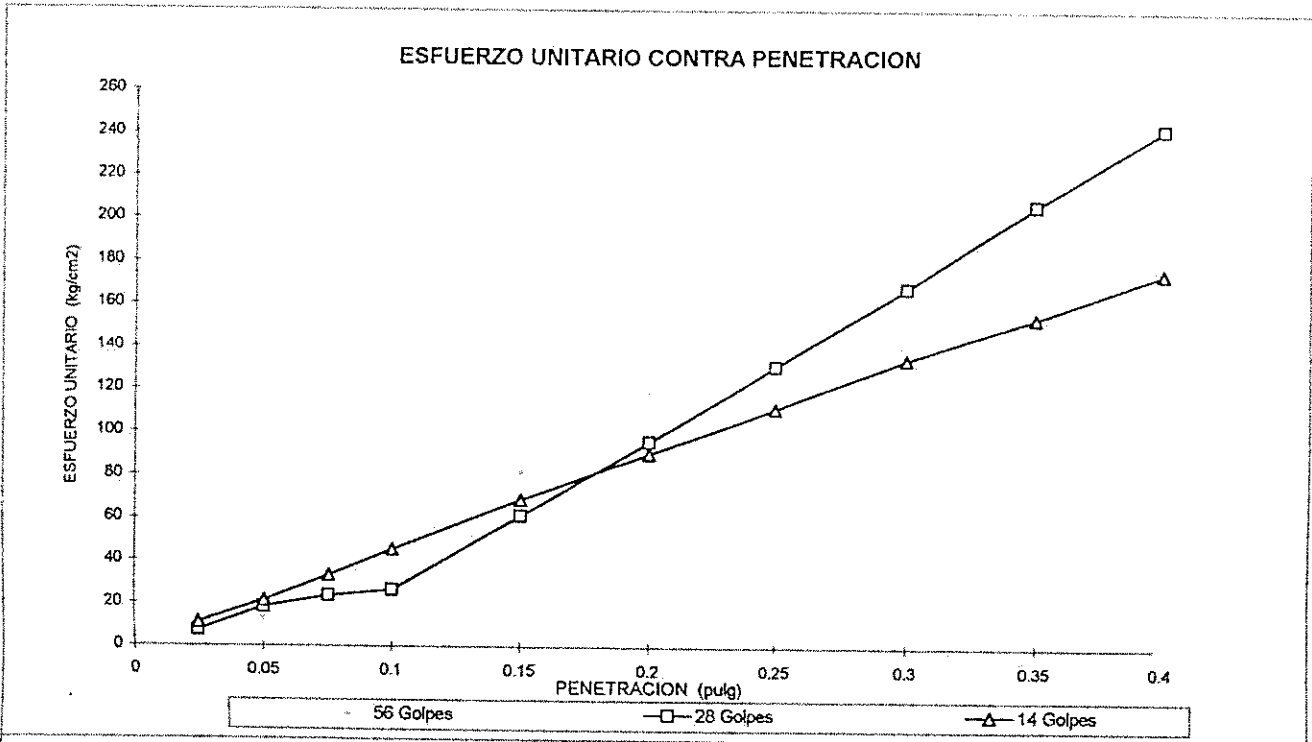


Eliminando el de 56 golpes

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 1  
 LOCALIZACION:



*Eliminando el punto*

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: FEBRERO DE 1996

MUESTRA No: 1-B

LOCALIZACION: Estación 0+900

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta m = 2200$   $W_o = 7.5 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	W <sub>c</sub>	e	Ww	Ws	%W
		12125												
56	44	7157	4968	2324	2159	98.1	11	416.0	390.6	40.5		25.4	350.1	7.3
		12053												
28	33	7192	4861	2289	2127	96.7	3	604.7	566.0	66.5		38.7	499.5	7.7
		12068												
14	8	7419	4649	2182	2027	92.2	03	468.5	437.2	38.8		31.3	398.4	7.9
														7.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
44			2.36				2.28					-3.39		
33			4.84				4.58					-5.37		
8							3.44							

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	17.0	57.0	103.0	179.0	345.0	505.0	676.0	851.0	1043.0	
44	0.06	4.072	13.512	24.368	42.304	81.48	119.24	159.6	200.9	246.21	0.06
	0.0	31.0	77.0	100.0	111.0	259.0	406.0	555.0	711.0	875.0	1028.0
33	0.06	7.376	18.232	23.66	26.256	61.184	95.876	131.04	167.86	206.56	242.67
	0.0	46.0	90.0	140.0	192.0	291.0	382.0	471.0	569.0	652.0	742.0
8	0.06	10.916	21.3	33.1	45.372	68.736	90.212	111.22	134.34	153.93	175.17

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x=0.2

0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01
6.20E-02	1.62E-01	2.62E-01
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01

No. golpes

56

28

14

CALCULADOS

0.1

0.2

%COMPACT.

CORREGIDOS

0.1

0.2

			98.1	0.00	0.00
89.00	139.00	96.7	126.42	131.63	
45.37	90.21	92.2	64.45	85.43	

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: FEBRERO DE 1996

MUESTRA No. 1-B

LOCALIZACION. Estación 0+900

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta_m = 2200$   $W_u = 7.5\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12125												
56	44	7157	4968	2324	2159	98.1	11	416.0	390.6	40.5		25.4	350.1	7.3
		12053												
28	33	7192	4861	2289	2127	96.7	3	604.7	566.0	66.5		38.7	499.5	7.7
		12066												
14	8	7419	4649	2182	2027	92.2	03	468.5	437.2	38.8		31.3	398.4	7.9
														7.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			L <sub>0</sub>	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
44			2.36					2.28						-3.39
33			4.84					4.58						-5.37
8								3.44						

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L <sub>0</sub>	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	17.0	57.0	103.0	179.0	345.0	505.0	676.0	851.0	1043.0	
44	0.06	4.072	13.512	24.368	42.304	81.48	119.24	159.6	200.9	246.21	0.06
	0.0	31.0	77.0	100.0	111.0	259.0	406.0	555.0	711.0	875.0	1028.0
33	0.06	7.376	18.232	23.66	26.256	61.184	95.876	131.04	167.86	206.56	242.67
	0.0	46.0	90.0	140.0	192.0	291.0	382.0	471.0	569.0	652.0	742.0
8	0.06	10.916	21.3	33.1	45.372	68.736	90.212	111.22	134.34	153.93	175.17

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x = 0.2

0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01
6.20E-02	1.62E-01	2.62E-01
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
		98.1
26.26	95.88	96.7
45.37	90.21	92.2

CORREGIDOS

0.1	0.2
0.00	0.00
37.30	90.79
64.45	85.43

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 29 DE FEBRERO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
MUESTRA No 1-B  
LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 0+900  
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

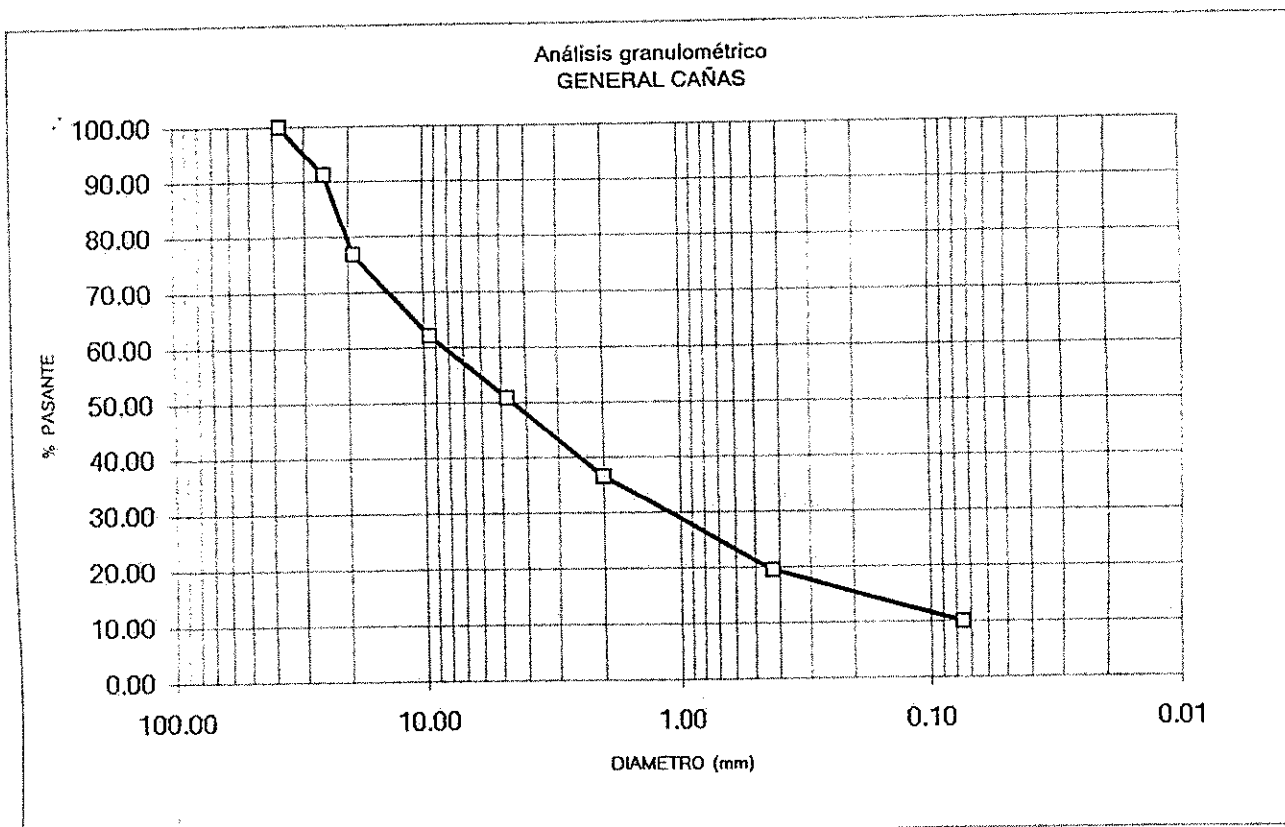
PERFORACIÓN No. 1

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11327.00 g.

PESO FINAL: 10251.00 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	989.4	8.7	8.7	91.3
3/4"	1638.4	14.5	23.2	76.8
3/8"	1666.8	14.7	37.9	62.1
#4	1269.2	11.2	49.1	50.9
#10	1623.1	14.3	63.4	36.6
#40	1934.3	17.1	80.5	19.5
#200	1076.5	9.5	90.0	10.0
CHAROLA	4.5			





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 29 DE FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE  
 MUESTRA No 1-S  
 LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 0+900  
 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

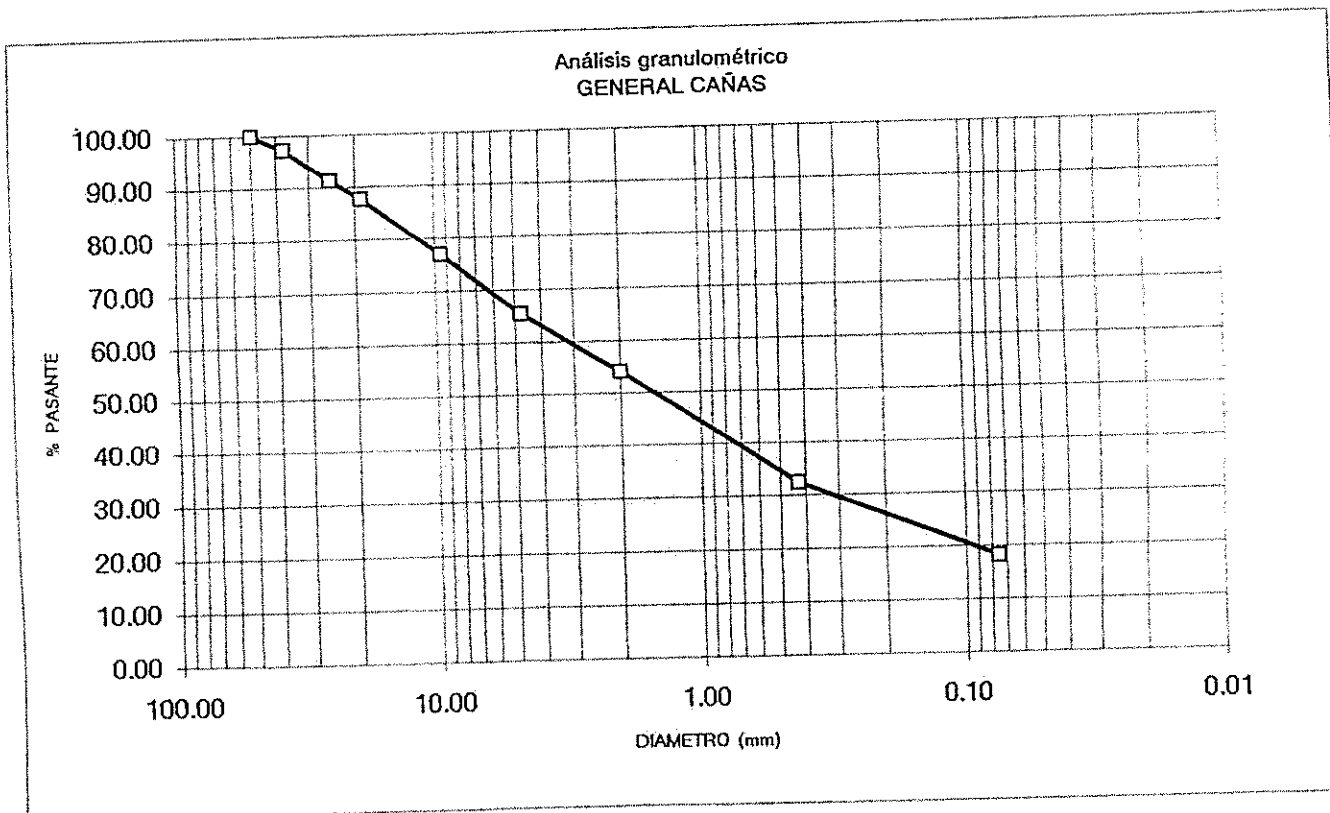
PERFORACIÓN No. 1

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8745.00 g.

PESO FINAL: 7160.70 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	233.8	2.7	2.7	97.3
1"	527.1	6.0	8.7	91.3
3/4"	318.0	3.6	12.3	87.7
3/8"	939.0	10.7	23.1	76.9
#4	1007.4	11.5	34.6	65.4
#10	989.5	11.3	45.9	54.1
#40	1893.6	21.7	67.6	32.4
#200	1247.5	14.3	81.8	18.2
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE, SUB-BASE  
 LOCALIZACION: ESTACION 0+900

CARACTERIZACION DE MUESTRA: MUESTRA No: 1-S ESPESOR 13 cm HUECO: No. DE IDENT.:

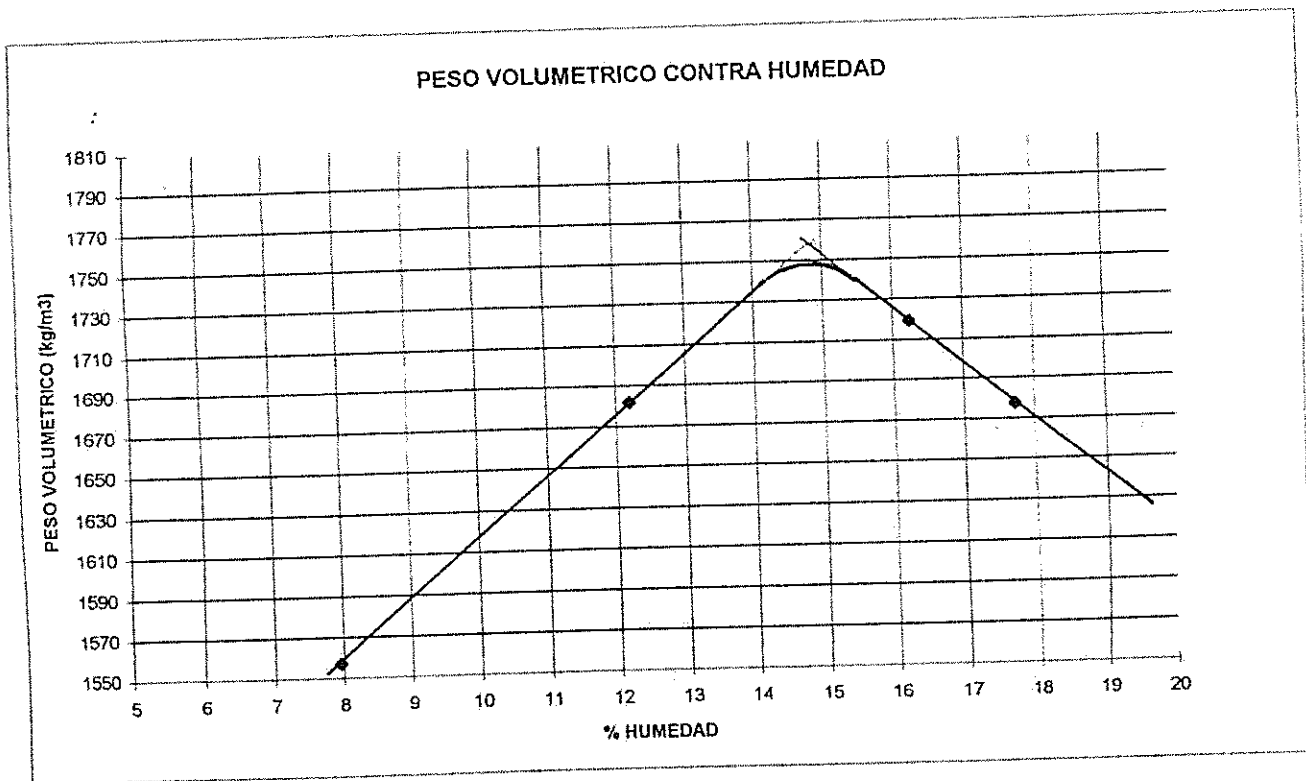
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5980	6085	6063	5785			
P molde	4198	4198	4198	4198			
Ww	1782	1887	1865	1587			
δ w	1887	1998	1975	1681			
δ s	1682	1719	1678	1557			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	1	73	35	46
Ww + Wc	426.3	384.4	430.0	444.3
Ws + Wc	384.4	336.2	371.4	414.5
Ww	41.9	48.2	58.6	29.8
Wc	41.0	39.4	41.0	40.0
Ws	343.4	296.8	330.4	374.5
%W	12.2	16.2	17.7	8.0

$\gamma_{max} = 1750 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt.} = 15 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 1-S

LOCALIZACION: Estación 0+900

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\delta m = 1750$        $W_o = 15\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11410												
56	43	7195	4215	1971	1734	99.1	64	385.5	344.2	41.0		41.3	303.2	13.6
		11162												
28	37	7153	4009	1894	1666	95.2	66	373.3	333.4	39.0		39.9	294.4	13.6
		10887												
14	36	7179	3708	1752	1541	88.1	00	467.0	415.2	40.6		51.8	374.6	13.8
														13.7

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
43			3.19					3.20						0.31
37			3.08					3.24						5.19
36			4.04					4.25						5.20

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	40.0	110.0	203.0	240.0	446.0	588.0	703.0	805.0	890.0	985.0
43	0.06	9.5	26.02	47.968	56.7	105.32	138.83	165.97	190.04	210.1	232.52
	0.0	58.0	112.0	179.0	230.0	308.0	365.0	408.0	454.0	482.0	532.0
37	0.06	13.748	26.492	42.304	54.34	72.748	86.2	96.348	107.2	113.81	125.61
	0.0	24.0	41.0	52.0	62.0	74.0	87.0	96.0	105.0	114.0	123.0
36	0.06	5.724	9.736	12.332	14.692	17.524	20.592	22.716	24.84	26.964	29.088

Ec. Resuelta  
para  $y=0$

1.25E-02  
0.00E+00  
0.00E+00

Valores corregidos para x  
 $x=0.1$      $x=0.2$

1.13E-01    2.13E-01  
1.00E-01    2.00E-01  
1.00E-01    2.00E-01

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1    0.2    %COMPACT.  
70.00    145.00    99.1  
54.30    86.20    95.2  
14.70    20.60    88.1

CORREGIDOS

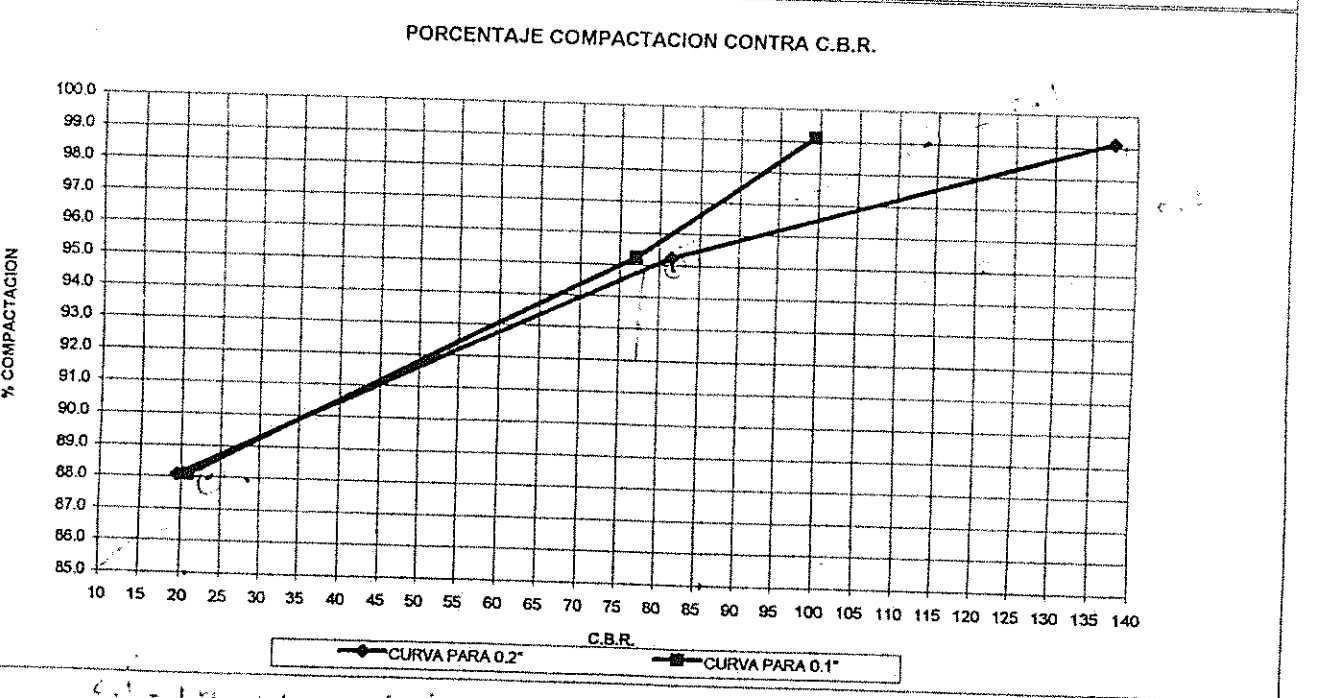
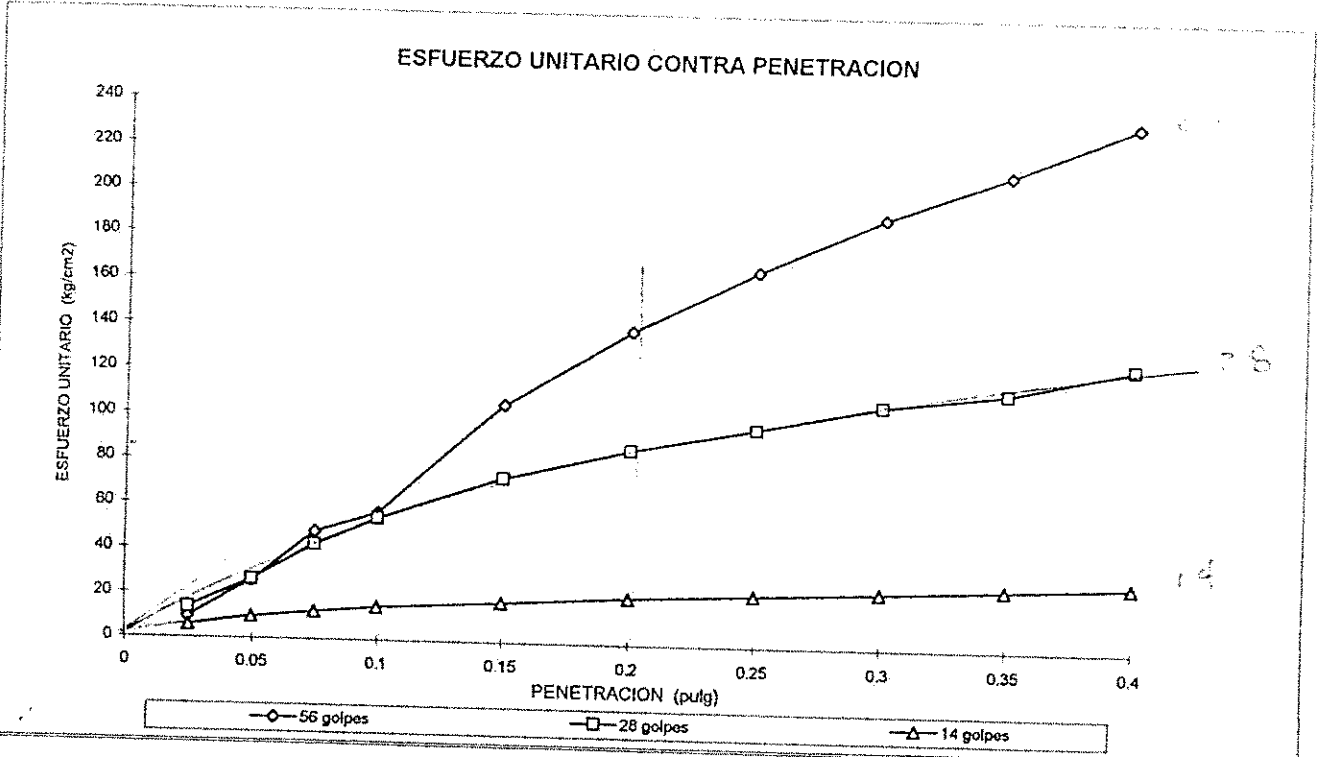
0.1    0.2  
99.43    137.31  
77.13    81.63  
20.88    19.51

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE  
 MUESTRA No: 1-6  
 LOCALIZACION:



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

FECHA FEBRERO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL PIEDRA QUEBRADA

MUESTRA No: 2-B

LOCALIZACION: ESTACION 1+500

PERFORACION No 1

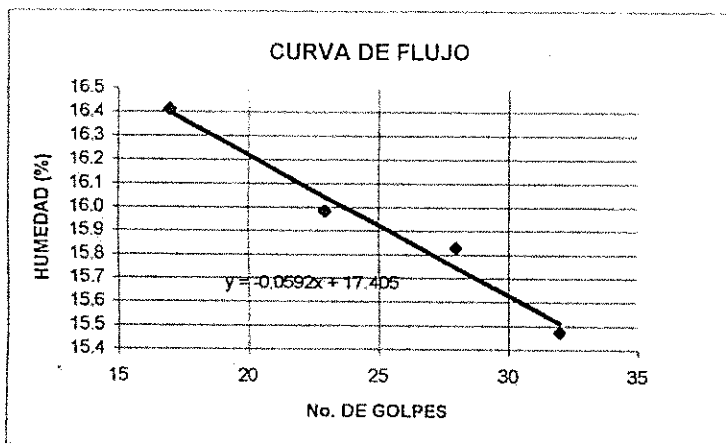
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	23	17	
W <sub>c</sub> + W <sub>w</sub> (gr.)	29.249	29.578	28.990	31.055	
W <sub>c</sub> + W <sub>s</sub> (gr.)	27.859	28.113	27.541	29.315	
W <sub>w</sub>	1.390	1.465	1.449	1.740	
W <sub>c</sub>	18.876	18.859	18.476	18.713	
W <sub>s</sub>	8.983	9.254	9.065	10.602	
% W	15.474	15.831	15.985	16.412	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	37	43	53
W <sub>c</sub> + W <sub>w</sub> (gr.)	12.496	14.524	14.529
W <sub>c</sub> + W <sub>s</sub> (gr.)	12.083	14.107	14.128
W <sub>w</sub>	0.413	0.417	0.46
W <sub>c</sub>	9.085	11.11	11.196
W <sub>s</sub>	2.998	2.997	2.932
% W	13.8	13.9	15.7
PROMEDIO			14.5



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	15.9
LIMITE PLASTICO	14.5
INDICE DE PLASTICIDAD	1.5

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

FECHA FEBRERO DE 1996  
PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
DESCRIPCION DE MATERIAL LASTRE CLARO  
MUESTRA No: 2-S  
LOCALIZACION: ESTACION 1+500  
CARACTERIZACION DE MUESTRA:

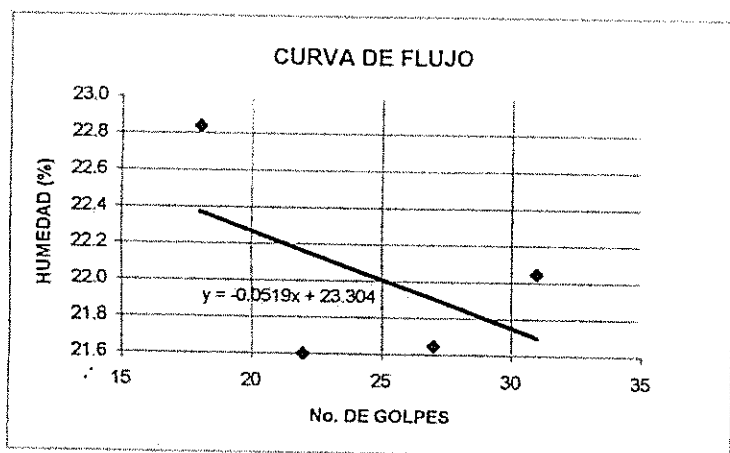
PERFORACION No. 1

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
Na. DE GOLPES	31	27	22	18	
Wc + Ww (gr.)	29.419	29.368	31.798	28.057	
Wc + Ws (gr.)	27.461	27.466	30.308	26.311	
Ww	1.958	1.902	1.490	1.746	
Wc	18.580	18.679	23.410	18.666	
Ws	8.881	8.787	6.898	7.645	
% W	22.047	21.646	21.600	22.838	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	4	36
Wc + Ww (gr.)	14.387	14.549	12.917
Wc + Ws (gr.)	13.831	14.006	12.341
Ww	0.556	0.543	0.46
Wc	10.895	11.162	9.344
Ws	2.936	2.844	2.997
% W	18.9	19.1	15.3
PROMEDIO			17.8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	22.0
LIMITE PLASTICO	17.8
INDICE DE PLASTICIDAD	4.2

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARÁMETROS DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

FECHA FEBRERO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL: ARCILLA, COLOR CAFÉ

MUESTRA No: 2-SR

LOCALIZACIÓN: ESTACION 1+500

CARACTERIZACIÓN DE MUESTRA: SUB-RASANTE

PERFORACIÓN No. 1

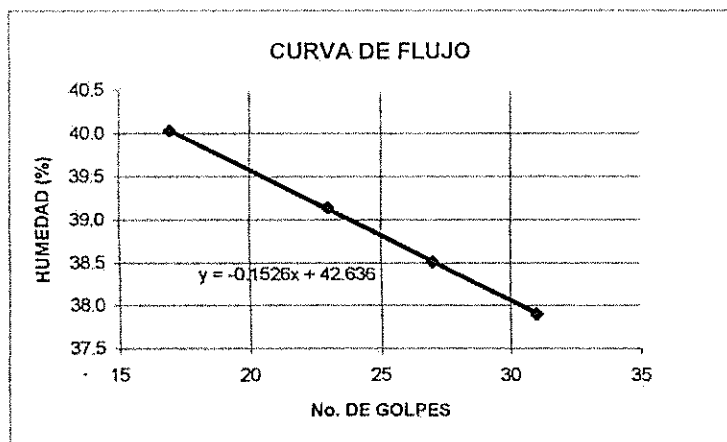
PROFUNDIDAD: 45 cm

LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	30.446	29.258	30.533	30.278	
Wc + Ws (gr.)	27.212	26.313	27.208	26.904	
Ww	3.234	2.945	3.325	3.374	
Wc	18.679	18.666	18.713	18.476	
Ws	8.533	7.647	8.495	8.428	
% W	37.900	38.512	39.141	40.033	

LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	4	36	43
Wc + Ww (gr.)	13.477	11.628	13.56
Wc + Ws (gr.)	13.066	11.219	13.119
Ww	0.411	0.409	0.46
Wc	11.162	9.344	11.110
Ws	1.904	1.875	2.009
% W	21.6	21.8	22.9
PROMEDIO			22.1



RESUMEN

LÍMITE LÍQUIDO	38.8
LÍMITE PLÁSTICO	22.1
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	16.7

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
MUESTRA No 2-B  
LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 1+500  
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

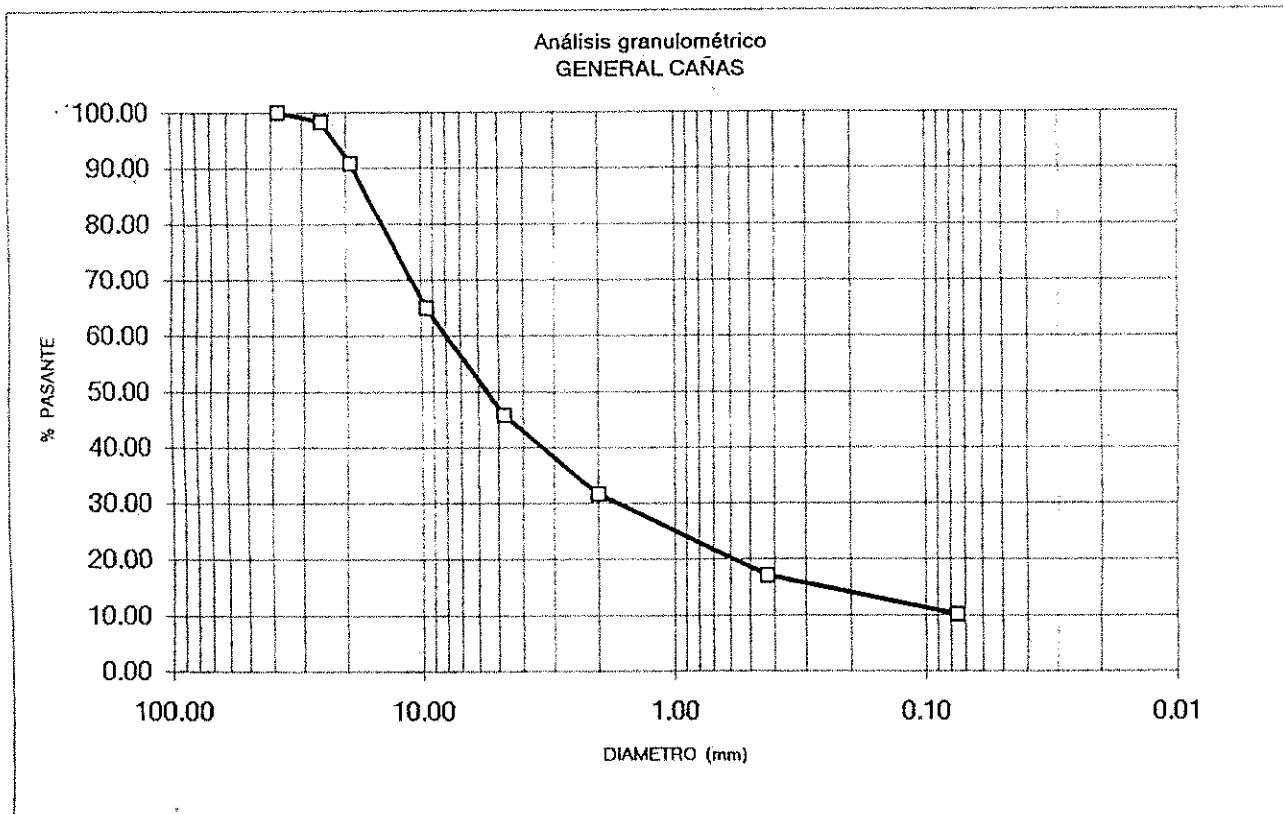
PERFORACIÓN No 1

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 10505.00 g.

PESO FINAL: 9464.00 g.

Mailla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	186.2	1.8	1.8	98.2
3/4"	778.1	7.4	9.2	90.8
3/8"	2724.4	25.9	35.1	64.9
#4	2014.2	19.2	54.3	45.7
#10	1476.8	14.1	68.3	31.7
#40	1529.3	14.6	82.9	17.1
#200	725.7	6.9	89.8	10.2
CHAROLA	23.5			





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996

PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

MUESTRA No 3-B

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN

PERFORACIÓN No 1

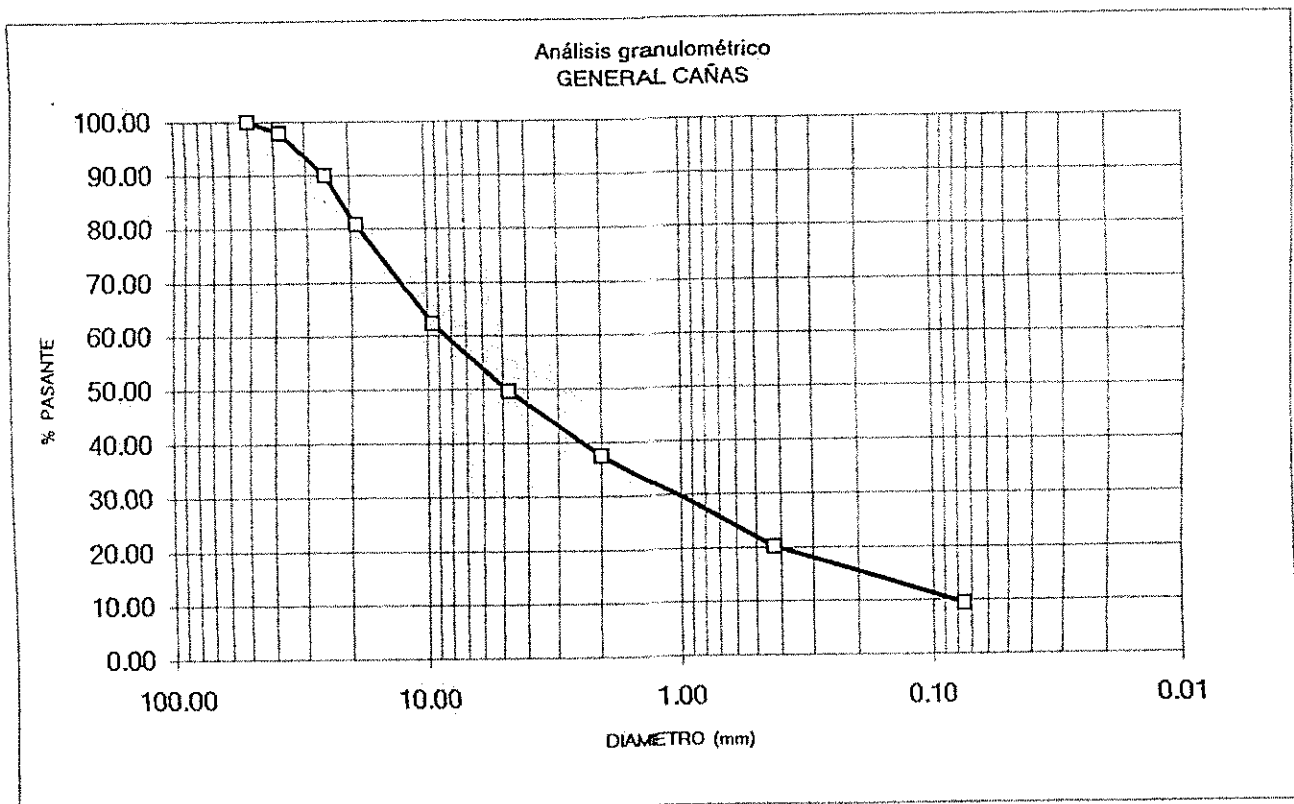
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9585.00 g.

PESO FINAL: 8720.00 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	196.1	2.0	2.0	98.0
1"	763.1	8.0	10.0	90.0
3/4"	875.2	9.1	19.1	80.9
3/8"	1777.5	18.5	37.7	62.3
#4	1214.3	12.7	50.4	49.6
#10	1165.6	12.2	62.5	37.5
#40	1658.5	17.3	79.8	20.2
#200	1027.2	10.7	90.5	9.5
CHAROLA	30.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
 PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE

MUESTRA No 2-S

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 1+500

PERFORACIÓN No. 1

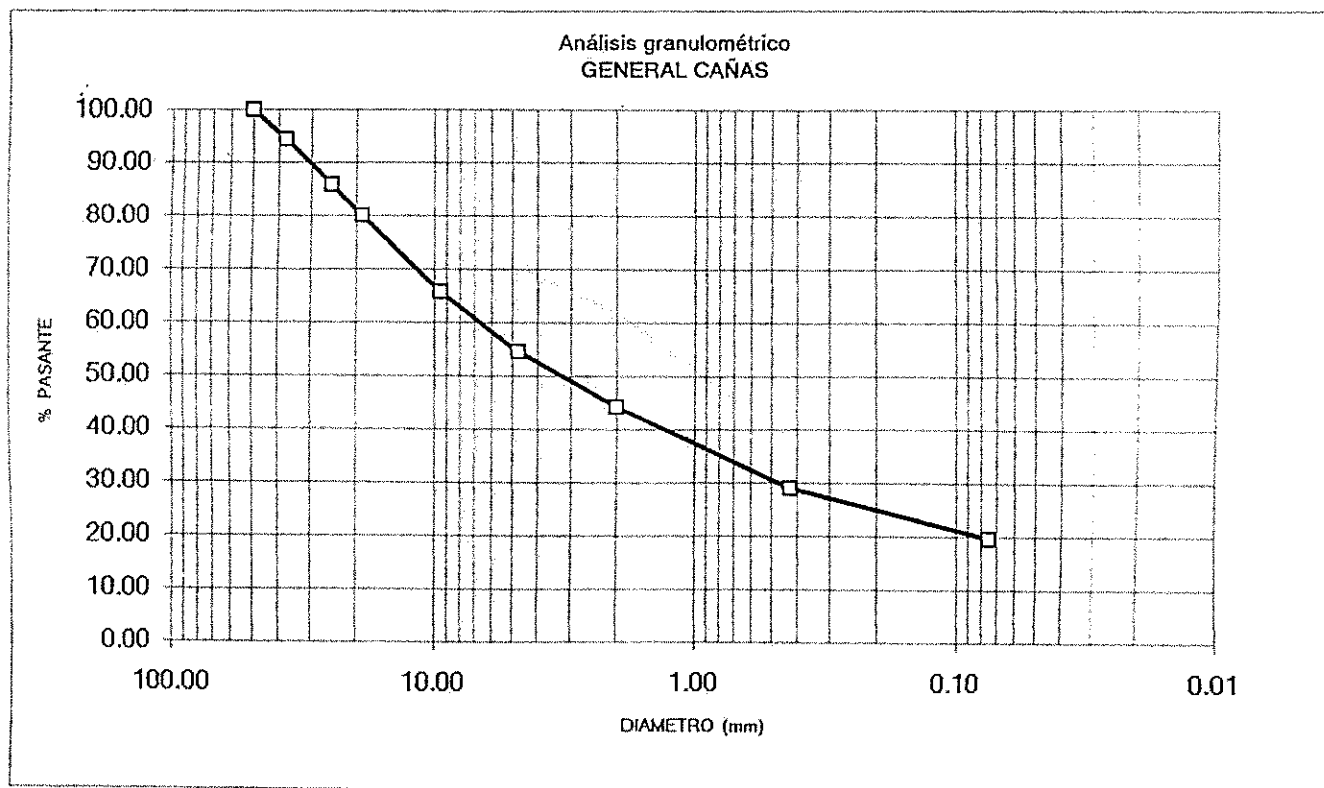
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11767.00 g.

PESO FINAL: 9501.00 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	650.9	5.5	5.5	94.5
1"	1012.7	8.6	14.1	85.9
3/4"	682.0	5.8	19.9	80.1
3/8"	1677.6	14.3	34.2	65.8
#4	1319.8	11.2	45.4	54.6
#10	1219.1	10.4	55.8	44.2
#40	1795.9	15.3	71.0	29.0
#200	1096.3	9.3	80.3	19.7
CHAROLA	40.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE CLARO, SUB-BASE

MUESTRA No 3-S

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN

PERFORACIÓN No 1

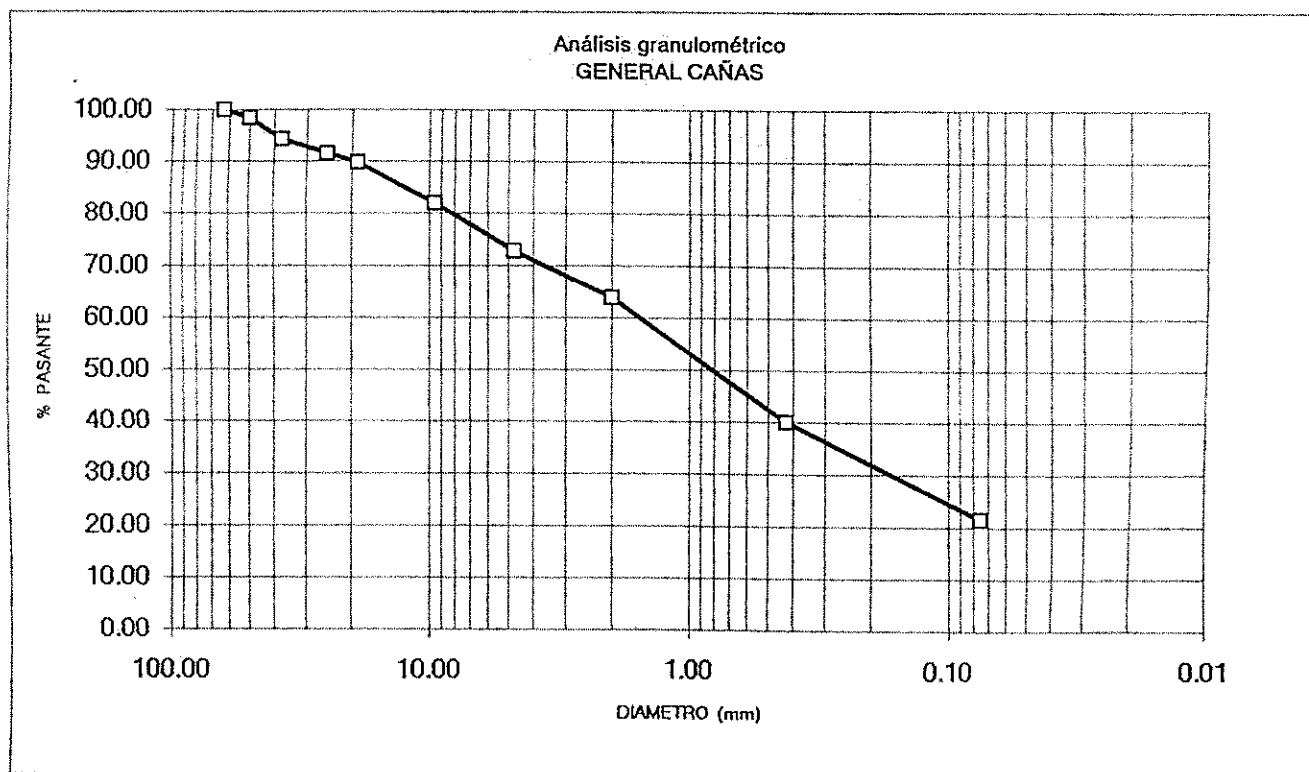
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8136.00 g.

PESO FINAL: 6416.00 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	124.4	1.5	1.5	98.5
1 1/2"	333.4	4.1	5.6	94.4
1"	228.3	2.8	8.4	91.6
3/4"	149.3	1.8	10.3	89.7
3/8"	630.0	7.7	18.0	82.0
#4	749.9	9.2	27.2	72.8
#10	726.6	8.9	36.2	63.8
#40	1938.1	23.8	60.0	40.0
#200	1505.1	18.5	78.5	21.5
CHAROLA	28.7			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996

PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL ARCILLA CAFÉ

MUESTRA No 2-SR

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 1+500

PERFORACIÓN No 1

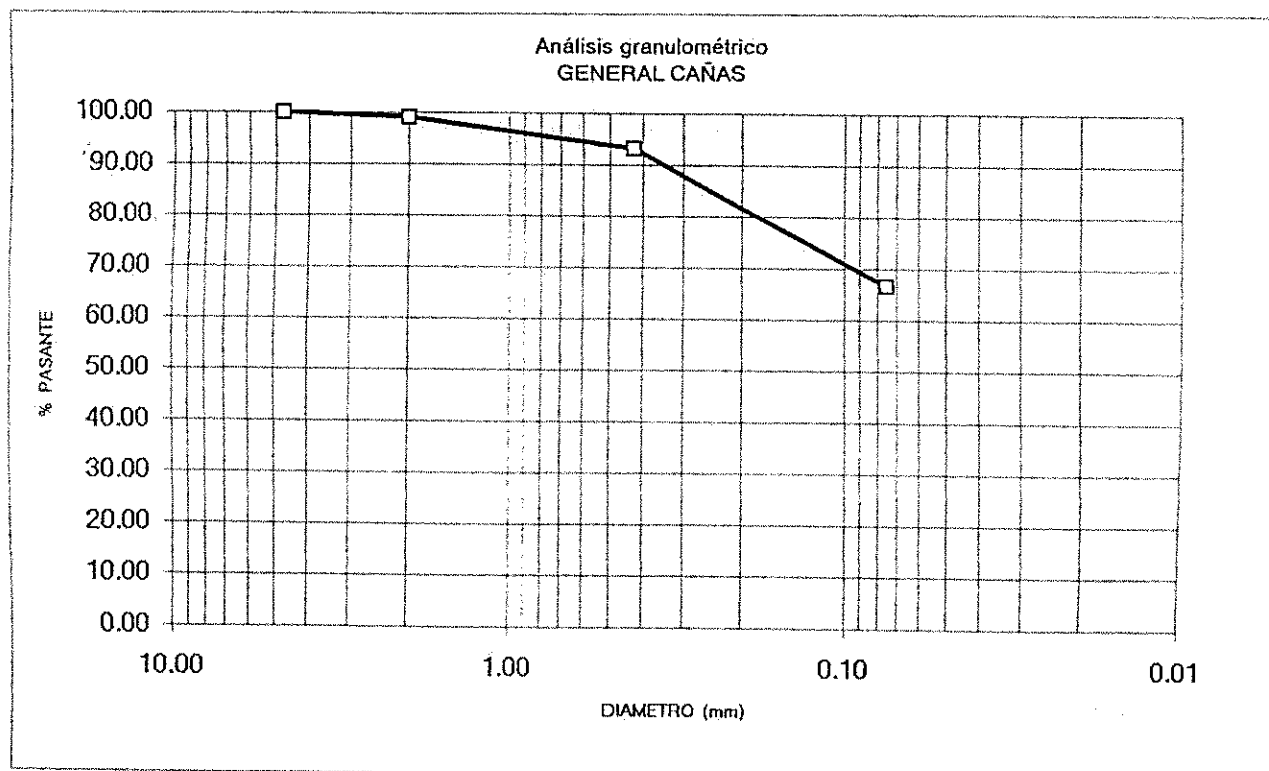
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 417.28 g.

PESO FINAL: 139.65 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	0.0	0.0	0.0	100.0
#10	3.9	0.9	0.9	99.1
#40	24.4	5.9	6.8	93.2
#200	110.7	26.5	33.3	66.7
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
 LOCALIZACION: ESTACION 1+500

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No: 2-B      ESPESOR 8-10 cm      HUECO:      No. DE IDENT.:

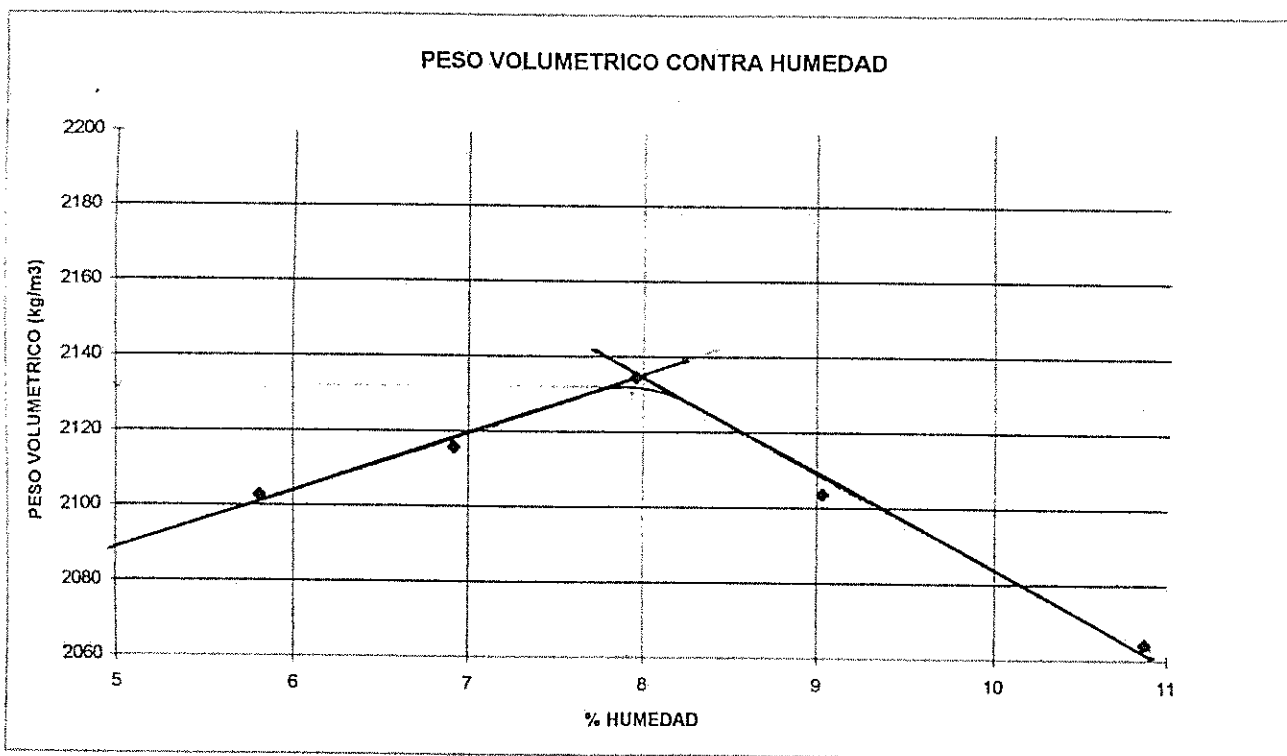
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6565	6500	6560	6575	6535		
P molde	4399	4399	4399	4399	4399		
Ww	2166	2101	2161	2176	2136		
$\delta_w$	2294	2225	2288	2304	2262		
$\delta_s$	2104	2103	2064	2134	2116		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	6	5	5-3	13	N-2
Ww + Wc	452.7	487.1	439.2	415.5	415.4
Ws + Wc	427.0	467.1	408.9	393.5	395.3
Ww	25.7	20.0	30.3	22.0	20.1
Wc	111.1	122.8	105.0	117.1	104.7
Ws	315.9	344.3	303.9	276.4	290.6
%W	9.0	5.8	10.9	8.0	6.9

$\delta_{max} = 2133 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 8 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 2-B

LOCALIZACION: Estación 1+500

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta_m = 2133$   $W_p = 8\%$

NO ALCANZO MATERIAL

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	$W_w + M$	$W_w$	$X_m$	$X_s$	% C	CAP.	$W_w + C$	$W_s + C$	$W_c$	e	$W_w$	$W_s$	%W
56												0.0	0.0	#DIV/0!
28												0.0	0.0	#DIV/0!
14												0.0	0.0	#DIV/0!

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			$L_0$	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
0														
0														#DIV/0!
0														#DIV/0!

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	$L_0$	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Ec. Resuelta para y=0

Valores corregidos para x  
 $x=0.1$   $x=0.2$

0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01

No. golpes  
 56  
 28  
 14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

CORREGIDOS

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 1 + 500

Muestra N° 2B

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
15.9	14.5	1.4

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	-	-	-	100
1"	186.2	1.8	1.8	98
3/4"	778.1	7.4	9.2	91
3/8"	2724.4	25.9	35.1	65
4"	2014.2	19.2	54.3	46
10"	1476.8	14.1	68.3	32
40"	1529.3	14.6	82.9	17
200"	725.7	6.9	89.8	10

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
2133	8.0

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95%  
de Compactación

Porcentaje  
Humedad

Nota: Debido que al eliminar todo aquel material mayor que 3/4" las muestras se reducen, lo que ocasiona un faltante para cubrir todas las pruebas (CBR).



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 1 + 500

Muestra N° 2S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
22.0	17.8	4.2

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	650.9	5.5	5.5	95
1"	1012.7	8.6	14.1	86
3/4"	682.0	5.8	19.9	80
3/8"	1677.6	14.3	34.2	66
4"	1319.8	11.2	45.4	55
10"	1219.1	10.4	55.8	44.2
40"	1795.9	15.3	71.0	29.0
200"	1096.3	9.3	80.3	19.7

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1770	13.5

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95%  
de CompactaciónPorcentaje  
Humedad

Nota: Debido que al eliminar todo aquel material mayor que 3/4" las muestras se reducen, lo que ocasiona un faltante para cubrir todas las pruebas (CBR).

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 1 + 500

Muestra N° 2SR

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
38.8	22.1	16.7

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
4	-	-	-	100
10	3.9	0.9	0.9	99
40	24.4	5.9	6.8	93
200	110.7	26.5	33.3	67

3- Compactación (Próctor Estandar)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1433	26.0

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

7

25.7

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL SUB-BASE, DE LASTRE  
LOCALIZACION: ESTACION 1+500

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No. 2-S

ESPESOR 16 cm

HUECO:

No. DE IDENT.:

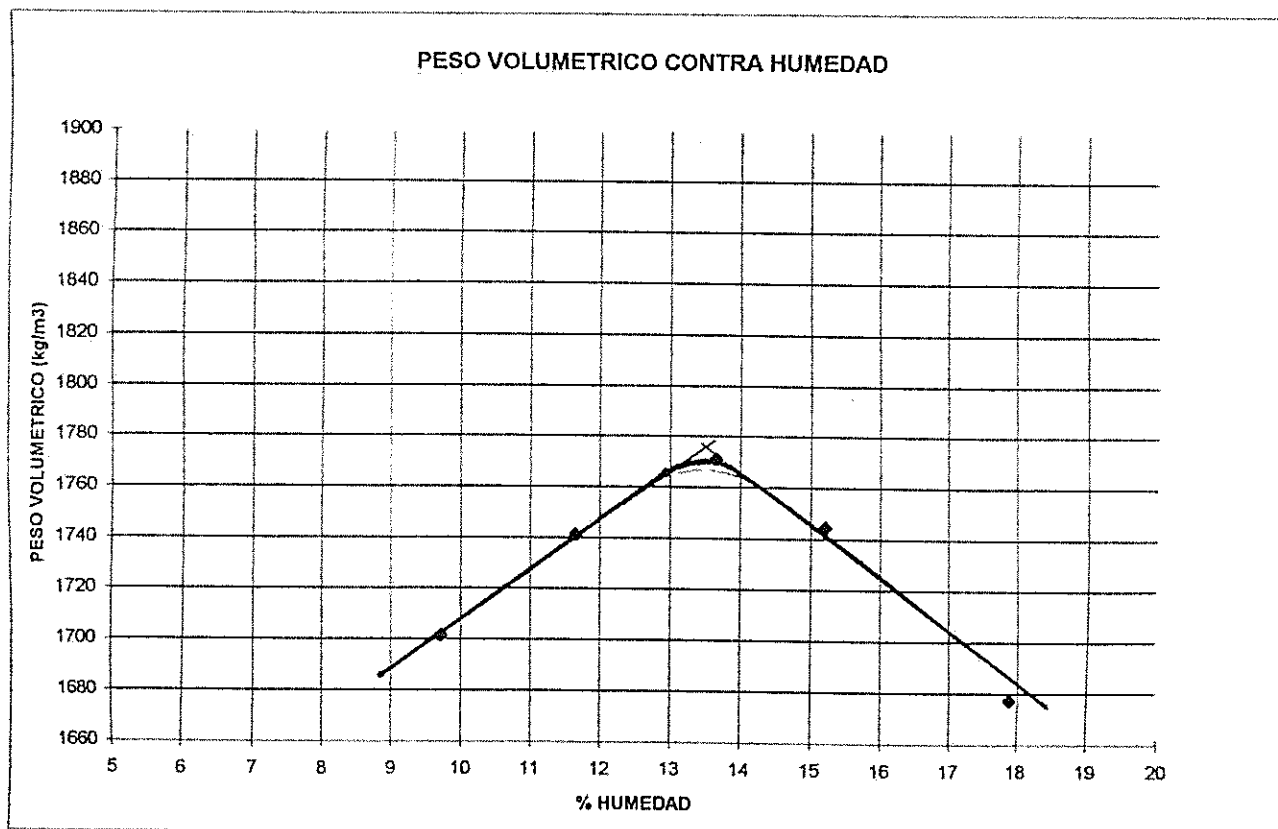
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6235	6297	6266	6300	6162		
P molde	4399	4399	4399	4399	4399		
Ww	1836	1898	1867	1901	1763		
$\delta \rho$	1944	2010	1977	2013	1867		
$\delta \sigma$	1741	1745	1677	1771	1702		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	3-5	X-7	B-7	A-3	32
Ww + Wc	373.5	448.8	491.2	422.4	441.8
Ws + Wc	345.7	406.2	436.1	384.7	413.2
Ww	27.8	42.6	55.1	37.7	28.6
Wc	107.2	126.0	127.8	108.7	119.0
Ws	238.5	280.2	308.3	276.0	294.2
%W	11.7	15.2	17.9	13.7	9.7

$\delta \rho_{\text{máx}} = 1770 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{\text{ópt.}} = 13.5 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 2-S.

LOCALIZACION: Estación 1+500

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\lambda_m = 1750$   $W_u = 15\%$

NO ALCANZO AL MATERIAL

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	$W_w + M$	$W_w$	$X_m$	$X_s$	% C	CAP.	$W_w + C$	$W_s + C$	$W_c$	e	$W_w$	$W_s$	%W
56												0.0	0.0	#DIV/0!
28												0.0	0.0	#DIV/0!
14												0.0	0.0	#DIV/0!
														#DIV/0!

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			$L_0$	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
0														#DIV/0!
0														#DIV/0!
0														#DIV/0!

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	$L_0$	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Ec. Resuelta  
para  $y=0$

Valores corregidos para  $x$   
 $x=0.1$   $x=0.2$

0.00E+00  
0.00E+00  
0.00E+00

1.00E-01 2.00E-01  
1.00E-01 2.00E-01  
1.00E-01 2.00E-01

No. golpes  
56  
28  
14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.  
0.0 0.0  
0.0 0.0  
0.0 0.0

CORREGIDOS

0.1 0.2  
0.00 0.00  
0.00 0.00  
0.00 0.00

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO ARCILLOSO, COLOR CAFÉ CLARO

LOCALIZACION: 14 500

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No: 2-SR PROFUNDIDAD: 50 cm HUECO: No. DE IDENT.:

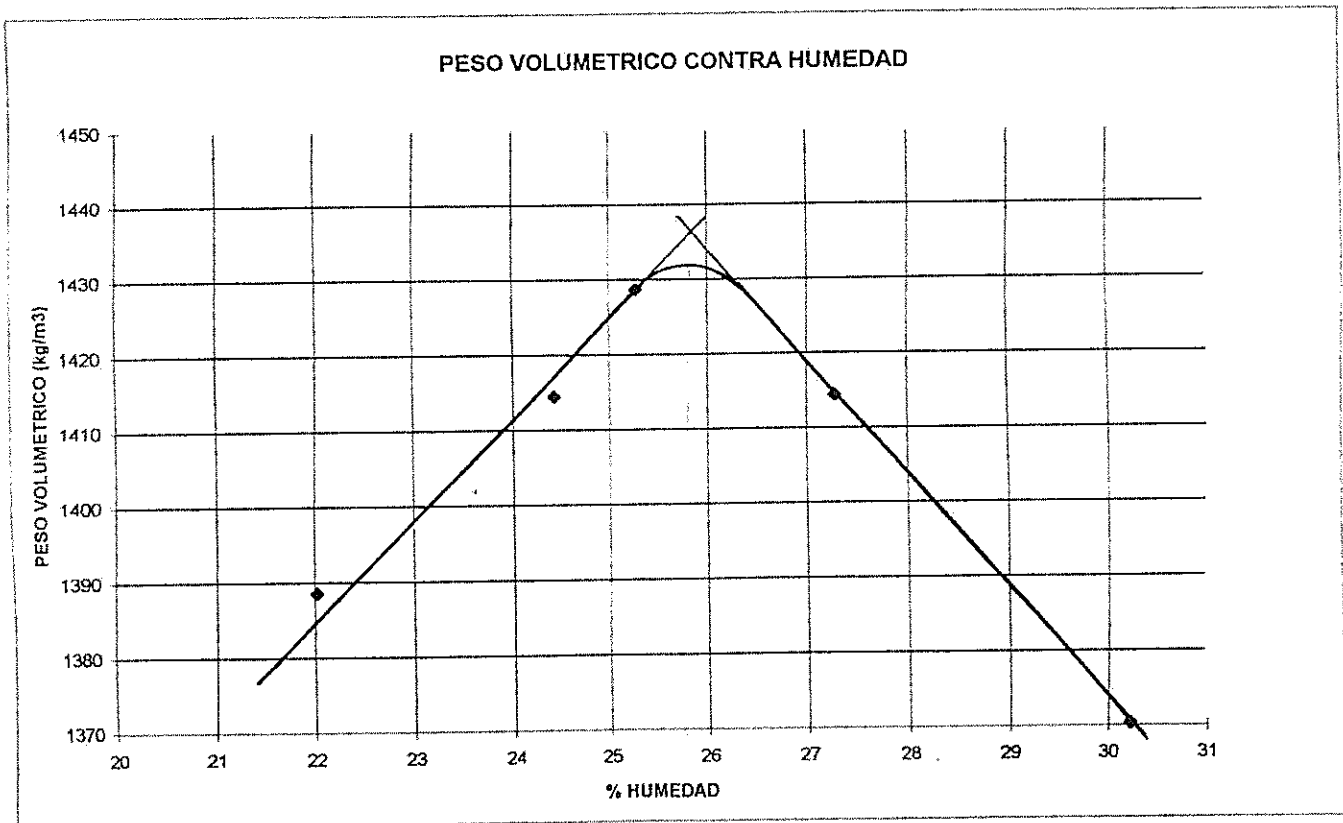
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5900	5800	5862	5890	5885		
P molde	4200	4200	4200	4200	4200		
Ww	1700	1600	1662	1690	1685		
$\delta \phi$	1800	1694	1760	1790	1784		
$\delta \sigma$	1414	1389	1414	1429	1370		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4-1	D-1	2-1	R-2	4-2
Ww + Wc	435.1	388.7	412.5	432.0	434.5
Ws + Wc	369.6	340.0	352.2	365.6	362.9
Ww	65.5	48.7	60.3	66.4	71.6
Wc	129.5	118.9	105.4	102.9	126.0
Ws	240.1	221.1	246.8	262.7	236.9
%W	27.3	22.0	24.4	25.3	30.2

$\gamma_{max} = 1433 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 26 \%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1995

MUESTRA No: 2-SR

LOCALIZACION: Estación 1+500

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUELO ARCILLOSO, COLOR CAFÉ CLARO

$\delta m = 1433$      $W_o = 26\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	$W_w + M$	$W_w$	$X_m$	$X_s$	% C	CAP.	$W_w + C$	$W_s + C$	$W_c$	e	$W_w$	$W_s$	%W
		11116												
56	43	7197	3919	1833	1459	101.8	06	442.5	374.5	111.1		68.0	263.4	25.8
		10835												
28	37	7156	3679	1738	1383	96.5	07	443.6	379.3	124.9		64.3	254.4	25.3
		10835												
14	4	7354	3481	1650	1313	91.7	32	411.4	351.2	118.5		60.2	232.7	25.9
														25.7

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			$L_o$	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
43			3.24				3.40					4.94
37			3.06				3.23					5.56
4			3.07				3.22					4.89

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	$L_o$	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	12.0	25.0	35.0	42.0	51.0	61.0	68.0	74.0	80.0	84.0
43	0.06	2.892	5.96	8.32	9.972	12.096	14.456	16.108	17.524	18.94	19.884
	0.0	8.0	14.0	19.0	23.0	28.0	32.0	34.5	37.0	39.0	41.0
37	0.06	1.948	3.364	4.544	5.488	6.668	7.612	8.202	8.792	9.264	9.736
	0.0	3.0	9.0	12.0	13.5	14.5	16.0	16.5	17.0	18.0	19.0
4	0.06	0.768	2.184	2.892	3.246	3.482	3.836	3.954	4.072	4.308	4.544

Ec. Resuelta  
para  $y=0$

Valores corregidos para  $x$   
 $x=0.1$      $x=0.2$

No. golpes

CALCULADOS

CORREGIDOS

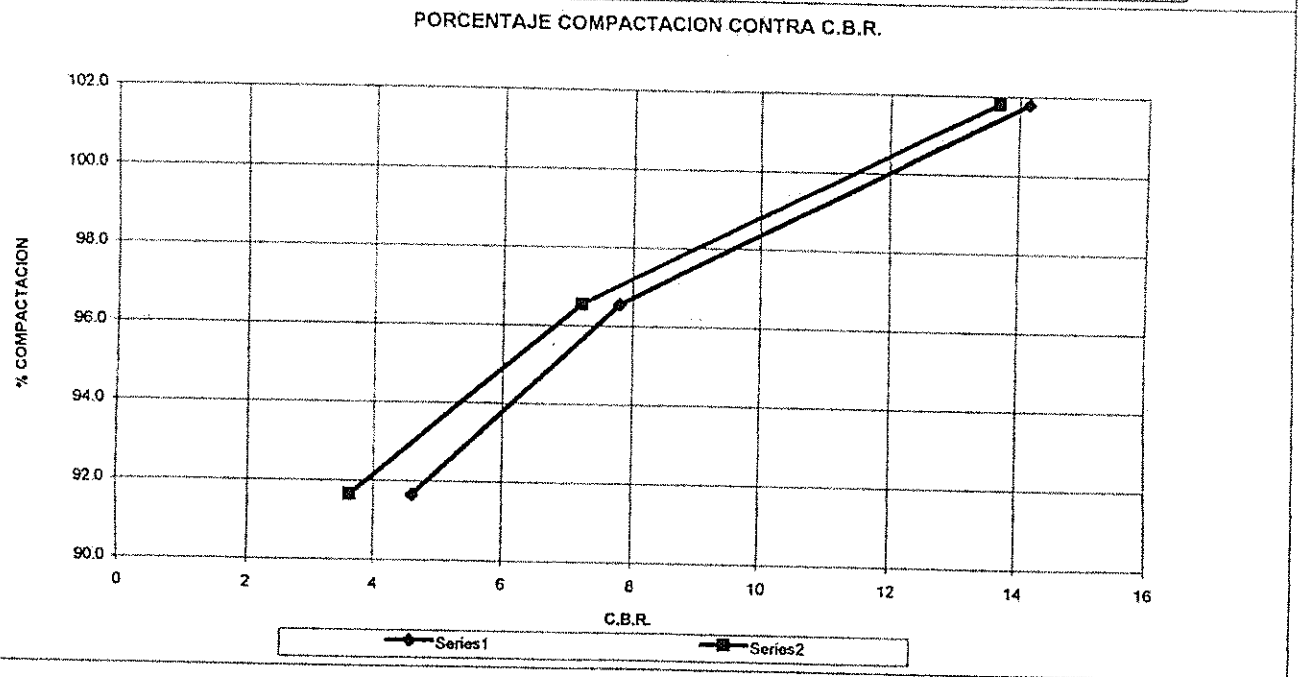
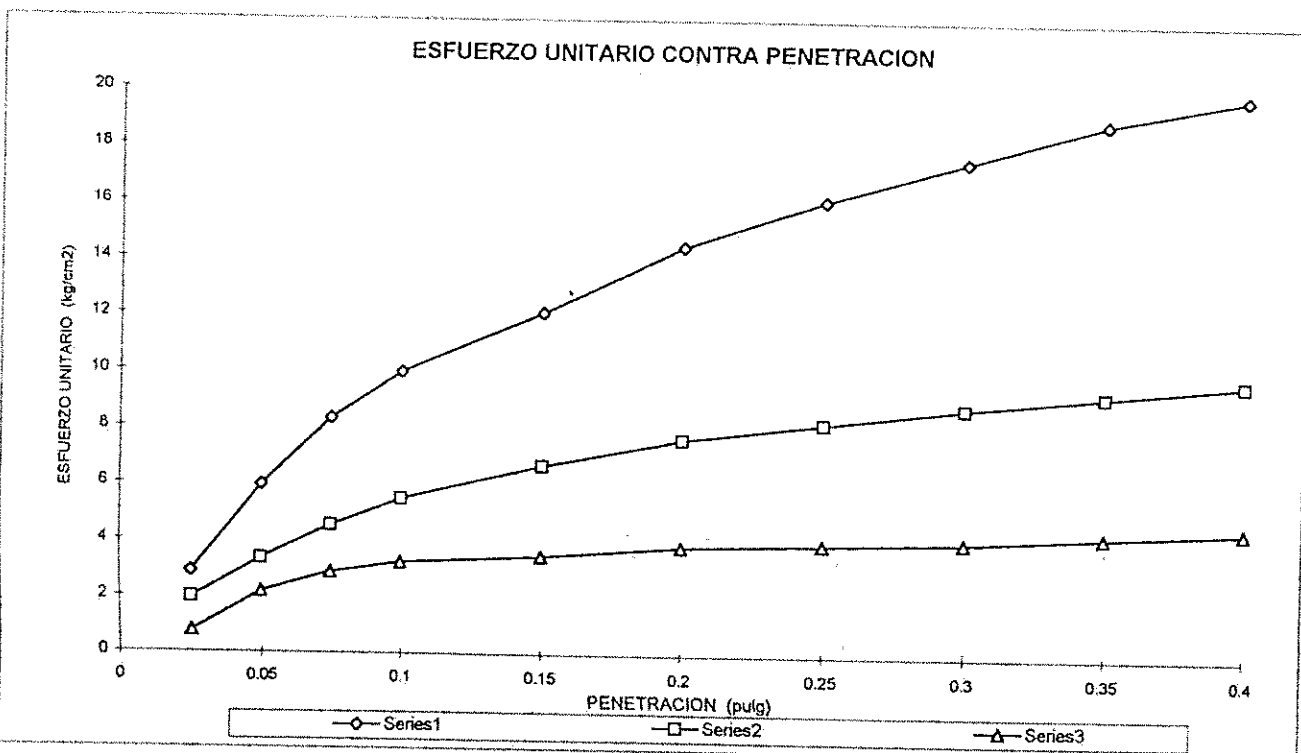
				0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
7.95E-03	1.08E-01	2.08E-01	56	9.97	14.46	101.8	14.16	13.69
0.00E+00	1.00E-01	2.00E-01	28	5.49	7.61	96.5	7.80	7.21
2.27E-02	1.23E-01	2.23E-01	14	3.25	3.84	91.7	4.61	3.63



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1995  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO ARCILLOSO, COLOR CAFÉ CLARO  
 MUESTRA No: 2-SR  
 LOCALIZACION: Estación 1+500



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 3 + 100

Muestra N° 3B

I. Límites de Atterberg

Limite Líquido	Limite Plástico	Indice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	196.1	2.0	2.0	98
1"	763.1	8.0	10.0	90
3/4"	875.2	9.1	19.1	81
3/8	1777.5	18.5	37.7	62
4	1214.3	12.7	50.4	50
10	1165.6	12.2	62.5	38
40	1658.5	17.3	79.8	20
200	1027.2	10.7	90.5	10

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m³)	Porcentaje Humedad
------------------------------	--------------------

2075

8.5

**4. Índice de Soporte de California (CBR)**

<b>CBR a 95% de Compactación</b>	<b>Porcentaje Humedad</b>
75	9.1

Nota: El valor de CBR se tomó del promedio de las 2 curvas.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
LOCALIZACION: ESTACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No. 3-B ESPESOR 10 cm HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

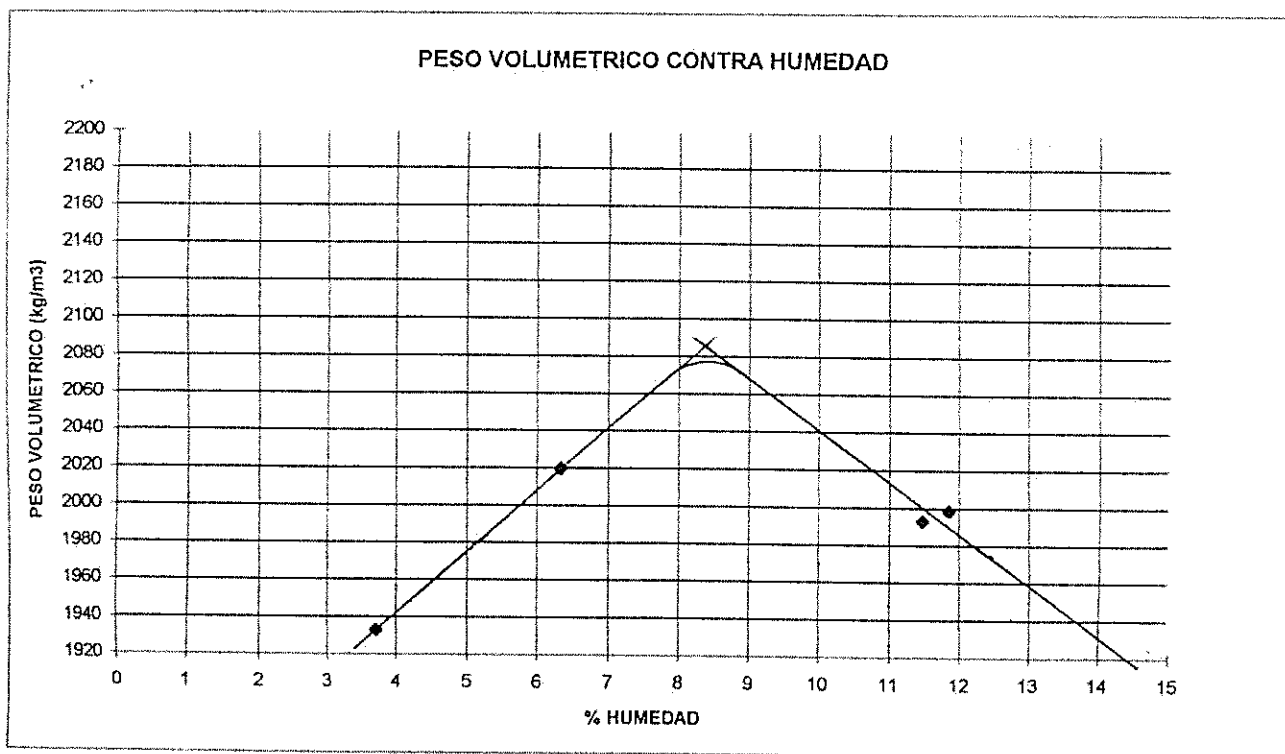
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6308	6225	6090	6295			
P molde	4197	4197	4197	4197			
Ww	2111	2028	1893	2098			
$\delta_w$	2236	2148	2005	2222			
$\delta_s$	1999	2020	1933	1993			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	M-21	35	64	6
Ww + Wc	347.6	336.3	418.0	436.0
Ws + Wc	315.1	318.7	404.5	395.2
Ww	32.5	17.6	13.5	40.8
Wc	41.0	41.0	41.5	39.8
Ws	274.1	277.7	363.0	355.4
%W	11.9	6.3	3.7	11.5

$$\gamma_{\text{máx.}} = 2075 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{ópt.}} = 8.5 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 3-B

LOCALIZACIÓN: Estación

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta m = 2075$   $W_o = 8.5 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11890												
56	2	7105	4784	2260	2072	99.8	73	447.5	412.8	39.6		34.7	373.2	9.3
		11990												
28	9	7400	4590	2169	1988	95.8	66	364.1	335.8	39.1		28.3	296.7	9.5
		11570												
14	30	7330	4240	1997	1830	88.2	106	409.5	380.5	38.2		29.0	342.3	8.5
														9.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
2			3.60											
9			3.18											0.83
30			3.35											0.00
														0.00

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	32.0	74.0	134.0	184.0	298.0	415.0	547.0	664.0	789.0	908.0
2	0.06	7.612	17.524	31.684	43.484	70.388	98	129.15	156.76	186.26	214.35
	0.0	34.0	83.0	146.0	206.0	317.0	418.0	502.0	580.0	665.0	740.0
9	0.06	8.084	19.648	34.516	48.676	74.872	98.708	118.53	136.94	157	174.7
	0.0	19.0	48.0	77.0	104.0	150.0	200.0	242.0	283.0	335.0	381.0
30	0.06	4.544	11.388	18.232	24.604	35.46	47.26	57.172	66.848	79.12	89.976

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0.1 x = 0.2

1.35E-02	1.14E-01	2.14E-01
1.35E-02	1.14E-01	2.14E-01
7.29E-03	1.07E-01	2.07E-01

No. golpes

CALCULADOS

CORREGIDOS

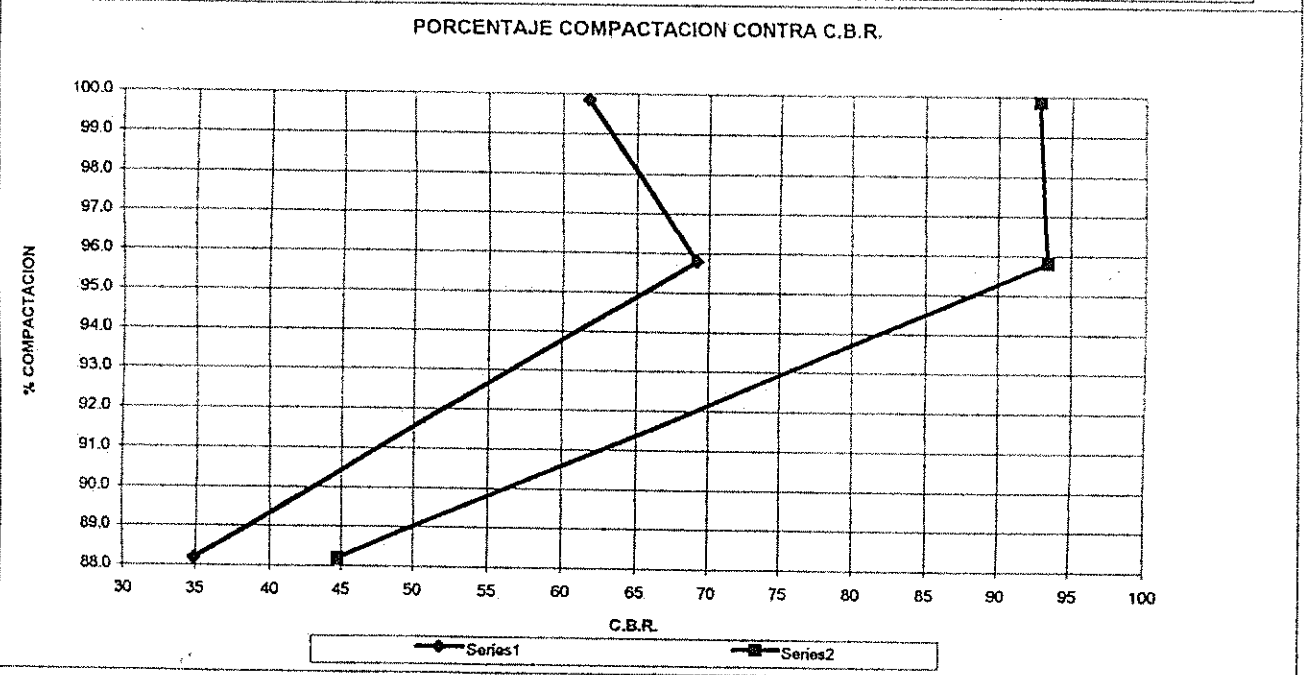
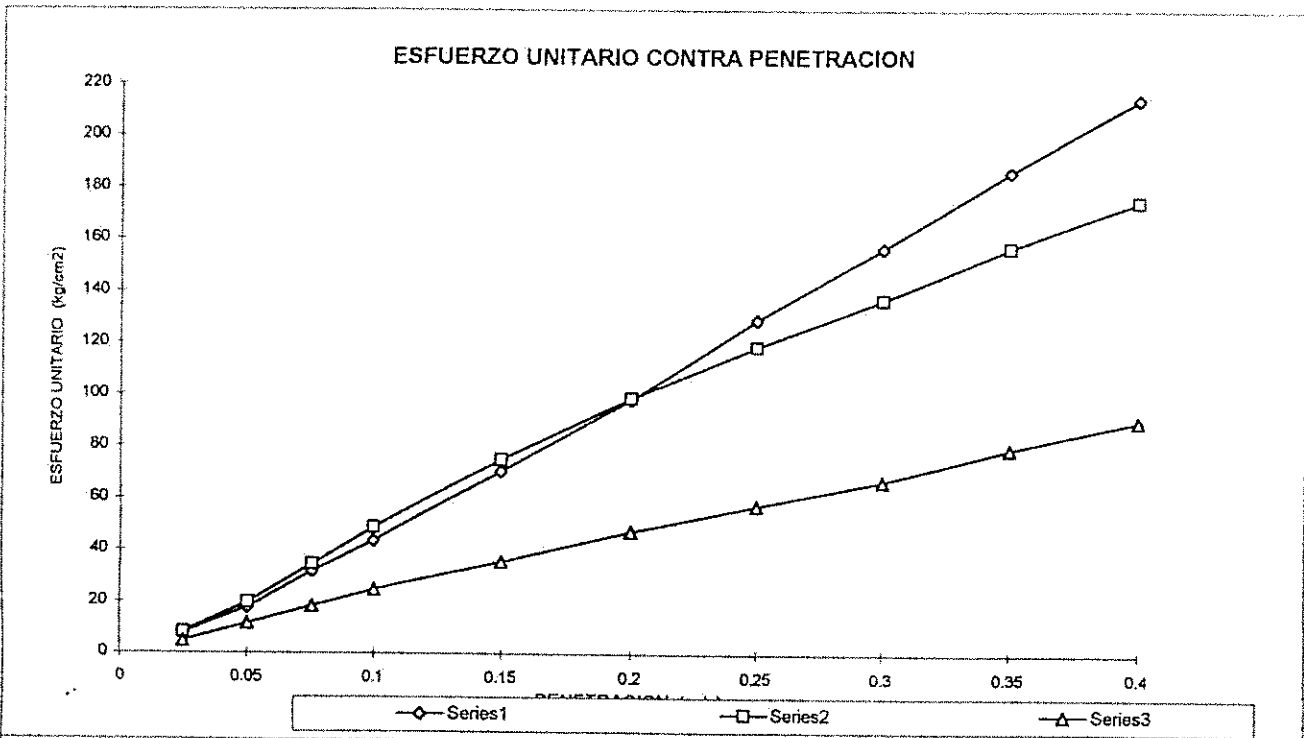
0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
43.48	98.00	99.8	61.77	92.80
48.68	98.71	95.8	69.14	93.47
24.60	47.26	88.2	34.95	44.75

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 3-B  
 LOCALIZACIÓN: Estación



Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 3 + 100

Muestra N° 3S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	124.4	1.5	1.5	99
1 1/2"	333.4	4.1	5.6	94
1"	228.3	2.8	8.4	92
3/4"	149.3	1.8	10.3	90
3/8	630.0	7.7	18.0	82
4	749.9	9.2	27.2	73
10	726.6	8.9	36.2	64
40	1938.1	23.8	60.0	40
200	1585.1	18.5	78.5	22

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
1730	14.9

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

58	14.6
----	------

Nota: El valor de CBR se tomó del promedio de las 2 curvas.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE, DE LASTRE

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No: 3-S

ESPESOR 38 cm

HUECO:

No. DE IDENT.:

COMPACTACION

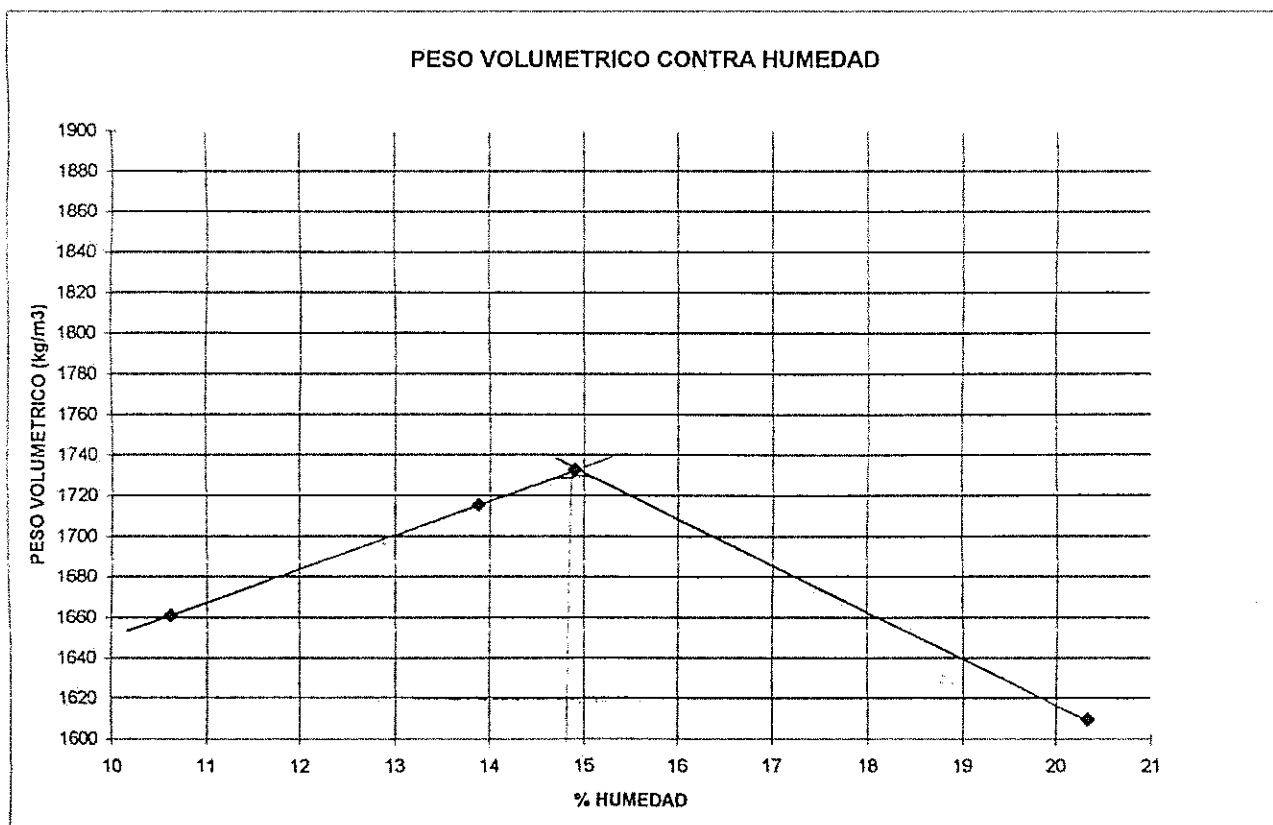
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5988	6133	6082	6098			
P molde	4253	4253	4253	4253			
Ww	1735	1880	1829	1845			
$\delta \omega$	1837	1991	1937	1954			
$\delta \sigma$	1661	1733	1610	1716			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	46	1	00	11
Ww + Wc	332.5	371.5	368.4	357.0
Ws + Wc	304.4	328.5	312.8	318.3
Ww	28.1	43.0	55.6	38.7
Wc	39.8	40.0	39.4	39.6
Ws	264.6	288.5	273.4	278.7
%W	10.6	14.9	20.3	13.9

$$\delta_{\max} = 1730 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt.}} = 14.9 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 3-5

LOCALIZACION: Estación

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\delta_m = 1730$      $W_w = 14.9\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11365												
56	14	7136	4229	1985	1732	100.1	80	331.4	294.5	38.8		36.9	255.7	14.4
		11140												
28	33	7196	3944	1857	1620	93.7	03	349.2	309.5	38.3		39.7	271.2	14.6
		11090												
14	3	7377	3713	1754	1531	88.5	35	343.7	304.7	40.5		39.0	284.2	14.8
														14.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
14			3.83											
33			3.31											0.00
3			3.16											0.00
														0.95

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	28.0	71.5	132.0	205.0	343.0	468.0	568.0	661.0	738.0	805.0
14	0.06	6.668	16.934	31.212	48.44	81.008	110.51	134.11	156.06	174.23	190.04
	0.0	26.0	67.0	104.0	144.0	212.0	257.0	294.0	326.0	355.5	385.0
33	0.06	6.196	15.872	24.604	34.044	50.092	60.712	69.444	76.996	83.958	90.92
	0.0	19.0	42.0	59.0	75.0	98.0	118.0	135.0	148.0	165.0	177.0
3	0.06	4.544	9.972	13.984	17.76	23.188	27.908	31.92	34.988	39	41.832

Ec. Resuelta  
para  $y=0$

0.00E+00  
0.00E+00  
0.00E+00

Valores corregidos para x  
 $x=0.1$      $x=0.2$

1.00E-01    2.00E-01  
1.00E-01    2.00E-01  
1.00E-01    2.00E-01

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1    0.2    %COMPACT.  
48.44    110.51    100.1  
34.04    60.71    93.7  
17.76    27.91    88.5

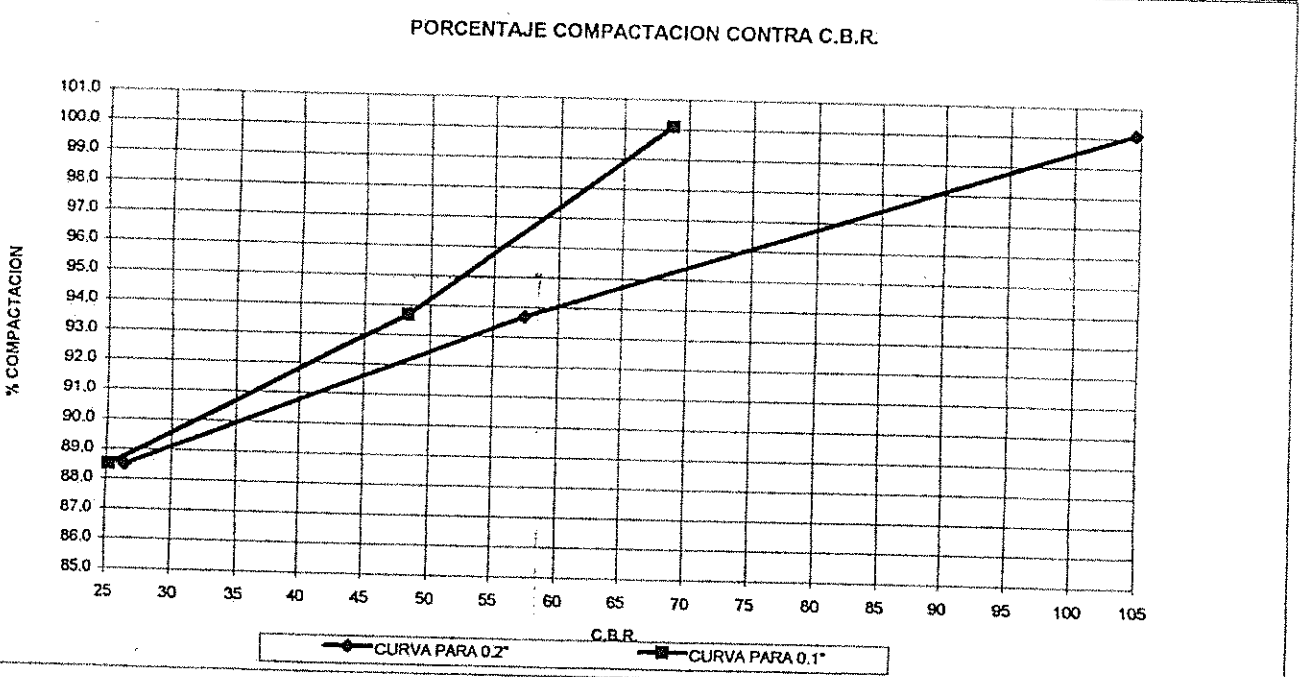
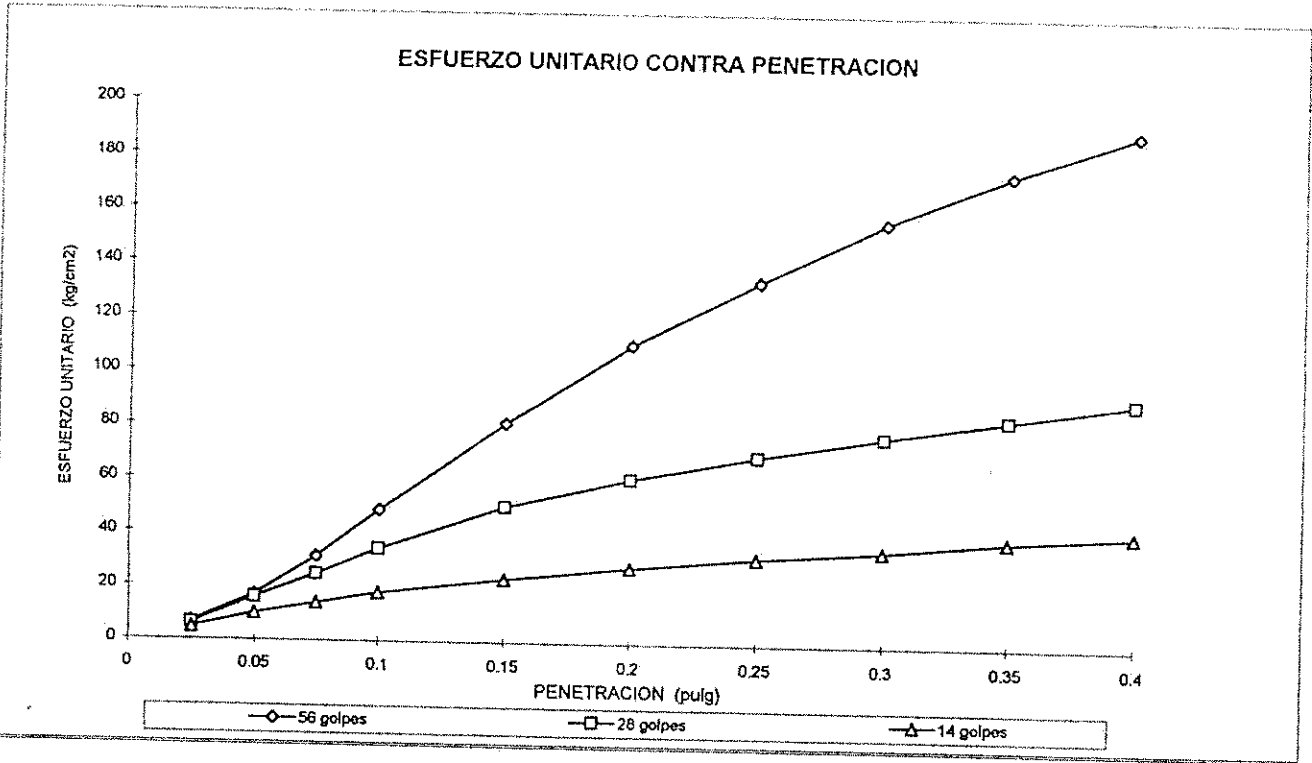
CORREGIDOS

0.1    0.2  
68.81    104.65  
48.36    57.49  
25.23    26.43

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE  
 MUESTRA No.: 3-S  
 LOCALIZACION: Estación



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 9 DE AGOSTO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 1

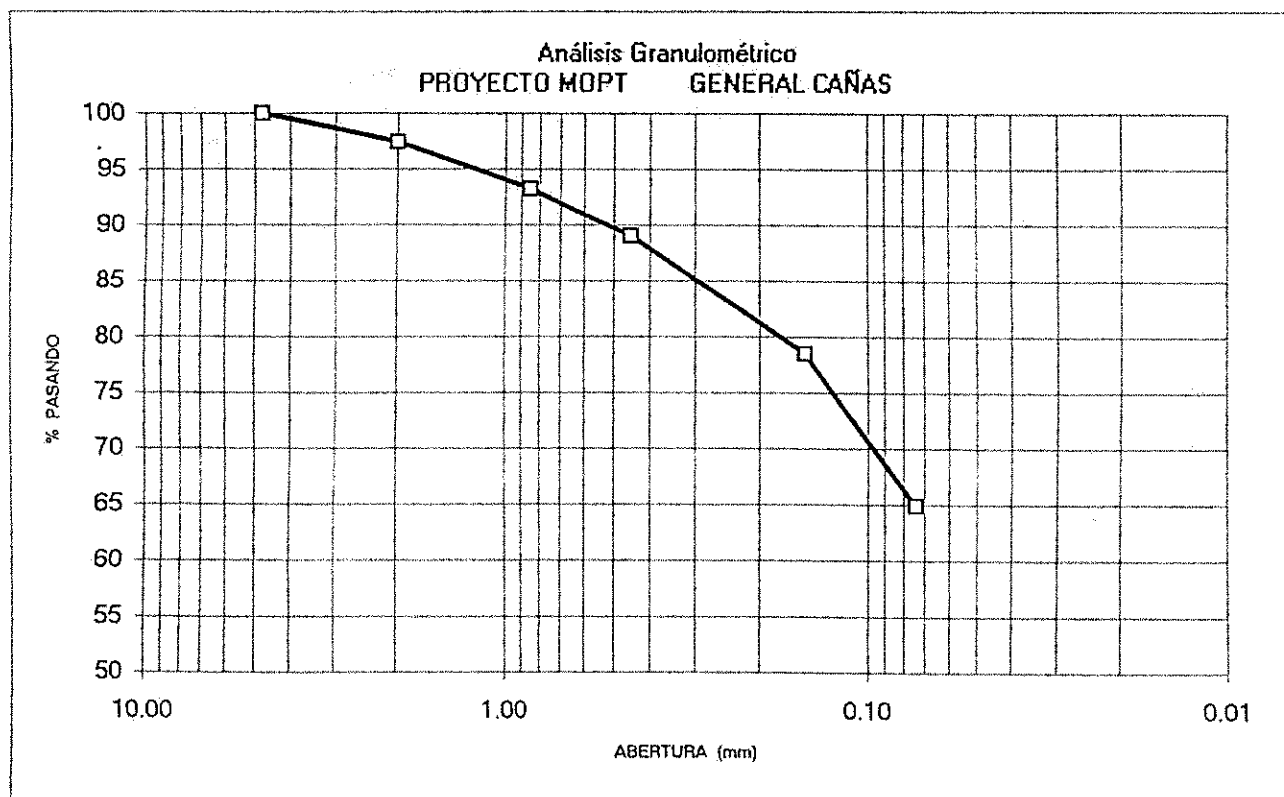
MUESTRA : SUB RASANTE  
 UBICACION : PUENTE INA  
 EST. 6+600

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 388.9 g.

PESO FINAL: 136.6 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
#10	2.00	9.9	2.5	2.5	97.5
#20	0.85	16.3	4.2	6.7	93.3
#40	0.45	16.5	4.2	11.0	89.0
#100	0.15	40.9	10.5	21.5	78.5
#200	0.074	53.0	13.6	35.1	64.9



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 9 DE AGOSTO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 1

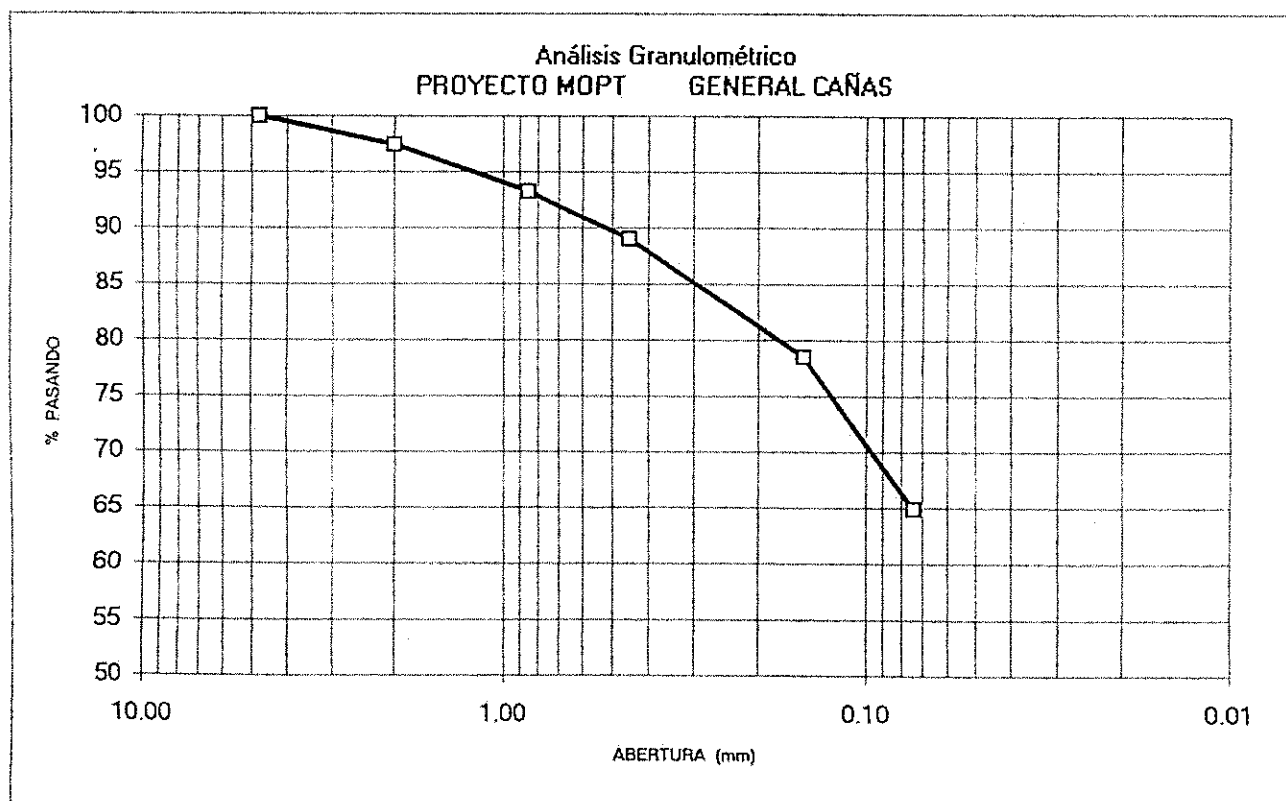
MUESTRA : SUB RASANTE  
 UBICACION : PUENTE INA  
 EST. 6+600

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 388.9 g

PESO FINAL: 136.6 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
#10	2.00	9.9	2.5	2.5	97.5
#20	0.85	16.3	4.2	6.7	93.3
#40	0.45	16.5	4.2	11.0	89.0
#100	0.15	40.9	10.5	21.5	78.5
#200	0.074	53.0	13.6	35.1	64.9



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

FECHA 8 DE JULIO DE 1996

PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIA ARCILLA COLOR CAFE OSCURO

MUESTRA No: 1

LOCALIZACION: EST. 6+000 (PUENTE INA)

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

PERFORACION No.

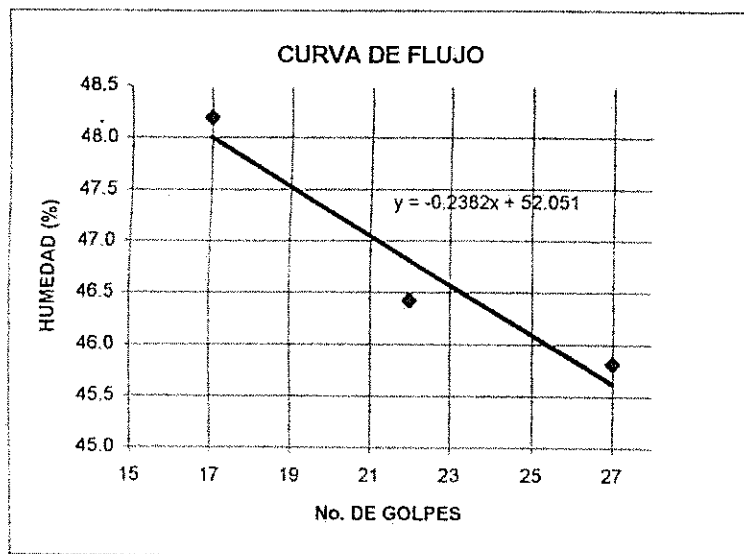
PROFUNDIDAD: m

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	27	22	17		
Wc+Ww (gr.)	33.95	32.07	31.28		
Wc+Ws (gr.)	29.15	27.84	26.46		
Ww	4.80	4.22	4.82		
Wc	18.68	18.74	16.46		
Ws	10.47	9.10	10.00		
% W	45.8	46.4	48.2		

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	37	57	43
Wc+Ww (gr.)	10.68	12.56	12.71
Wc+Ws (gr.)	10.35	12.26	12.39
Ww	0.33	0.30	0.327
Wc	9.09	11.07	11.11
Ws	1.27	1.20	1.28
% W	25.6	24.9	25.6
PROMEDIO			25.4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	46.1
LIMITE PLASTICO	25.4
INDICE DE PLASTICIDAD	20.7

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 8 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MÓPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SAN JOSE - ALAJUELA (PUENTE INA)  
 LOCALIZACION: 6+600  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA SUB RASANTE  
 MUESTRA No: 1

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

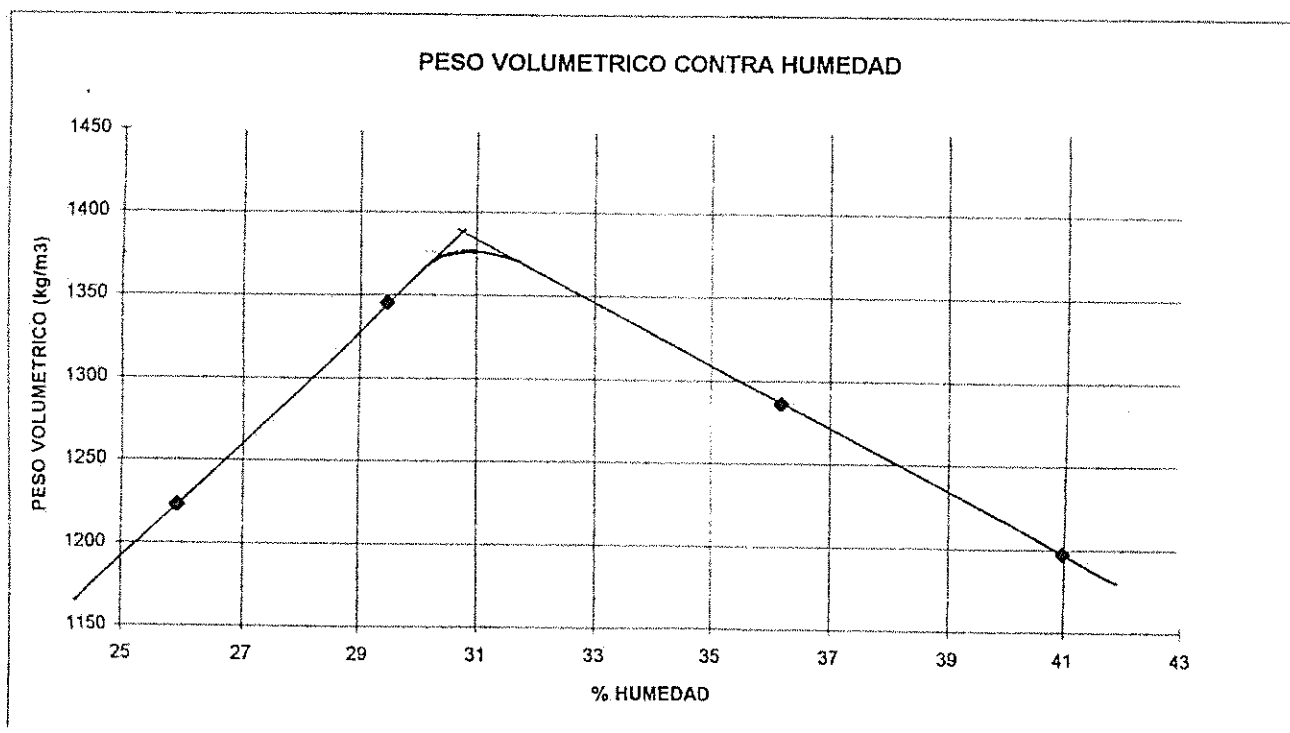
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
Ww + Pmolde	5850	6041	6050	5990		
Pmolde	4396	4396	4396	4396		
Ww	1454	1645	1654	1594		
$\delta_w$	1540	1742	1752	1688		
$\delta_s$	1223	1345	1286	1197		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	11	64	46	37
Ww + Wc	353,0	346,5	317,8	330,3
Ws + Wc	288,5	276,7	243,9	245,2
Ww	64,5	69,8	73,9	85,1
Wc	39,6	39,9	39,7	37,5
Ws	248,9	236,8	204,2	207,7
%W	25,9	29,5	36,2	41,0

$$\gamma_{\max.} = 1377 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt.}} = 31 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 9 DE JULIO DE 1996

MUESTRA N° 1

PROYECTO

PROYECTO MOPT

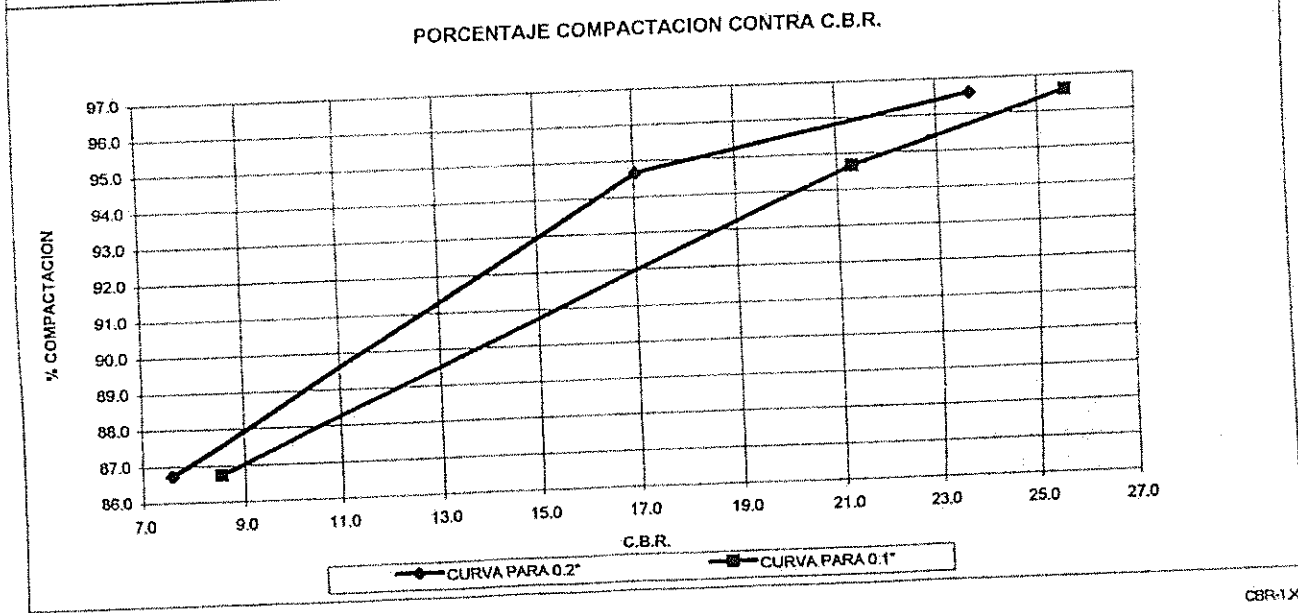
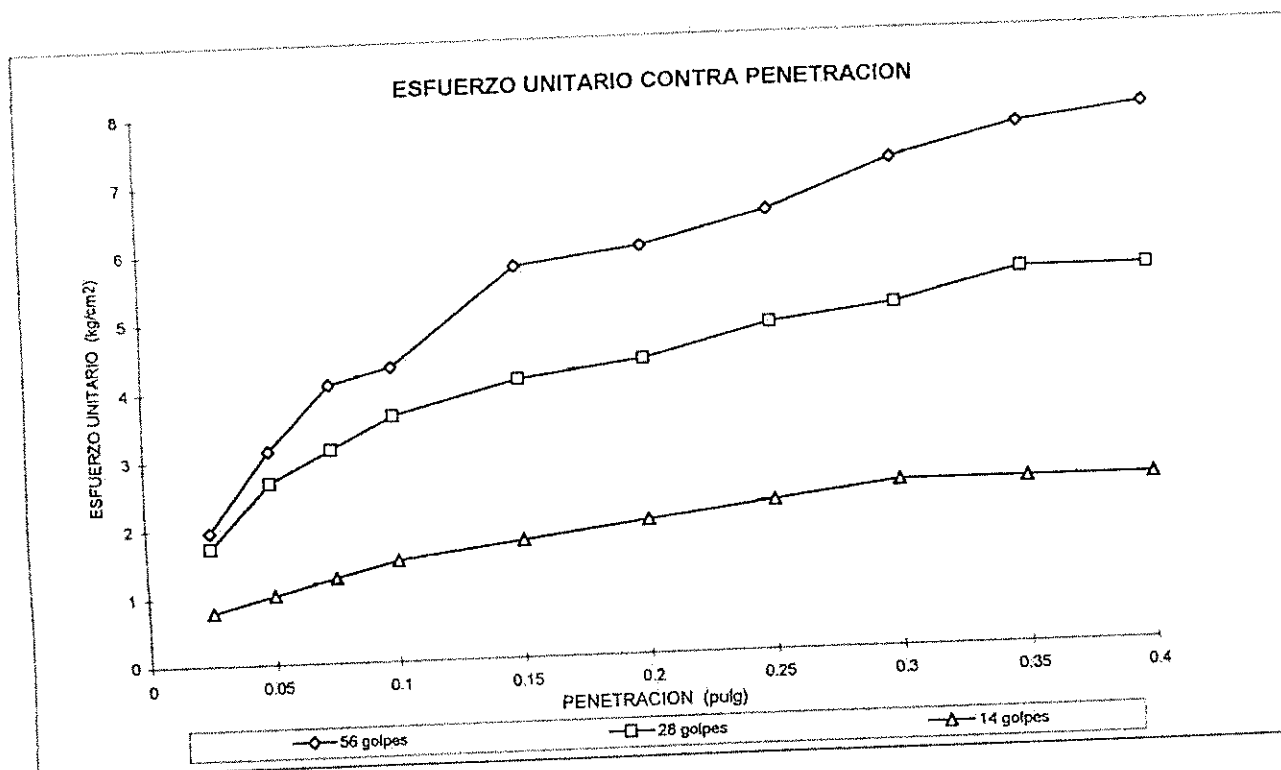
GENERAL CAÑAS

LOCALIZACION:

DESCRIPCION DE MATERIAL

SUB-RASANTE

CARACTERIZACION DE MUESTRA





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 9 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA, COLOR CAFE OSCURO  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB-RASANTE

MUESTRA No: 1

LOCALIZACION: PUENTE INA EST. 6+000  $\delta m = 1377 \text{ kg/m}^3$   $W_o = 31 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + CWs + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11032											
56	1	7314	3718	1763	1330	96.6	17	429.1	352.6	118.0	76.3	234.6	32.5
		10760											
26	2	7104	3656	1727	1303	94.7	46	478.6	392.3	127.3	66.3	265.0	32.6
		10728											
14	3	7378	3350	1583	1194	86.7	06	470.1	384.6	121.6	65.5	262.8	32.5
													32.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
1	4/07/96		3.08	3.34			3.40	6.44				10.39
2			3.30	3.50			3.55	6.06				7.58
3			3.20	3.34			3.34	4.37				4.37

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	8.0	13.0	17.0	18.0	24.0	25.0	27.0	30.0	32.0	33.0
1	0.06	1.948	3.128	4.072	4.308	5.724	5.96	6.432	7.14	7.612	7.848
	0.0	7.0	11.0	13.0	15.0	17.0	18.0	20.0	21.0	23.0	23.0
2	0.06	1.712	2.656	3.128	3.6	4.072	4.308	4.78	5.016	5.488	5.488
	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0	10.0
3	0.06	0.768	1.004	1.24	1.476	1.712	1.948	2.184	2.42	2.42	2.42

Ec. Resuelta

para y=0

0.00E+00

0.00E+00

0.00E+00

Valores corregidos para x

x=

1.00E-01 2.00E-01

1.00E-01 2.00E-01

1.00E-01 2.00E-01

No. golpes

56

28

14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.

18.00 25.00 96.6

15.00 18.00 94.7

6.00 8.00 86.7

CORREGIDOS

0.1 0.2

25.57 23.67

21.31 17.05

8.52 7.58

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 6 + 600

Muestra N° 4B

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	-	-	-	100
1"	1654.2	13.1	13.1	87
3/4"	1742.3	13.8	26.9	73
3/8"	2393.7	19.0	45.9	54
4"	1445.0	11.5	57.3	43
10"	1040.3	8.2	65.6	34
40"	1745.2	13.8	79.4	21
200"	1406.3	11.1	90.6	9

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje Humedad
---	--------------------

2105

8.5

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
------------------------------	-----------------------

73

7.4

Nota: El valor de CBR se tomó de la curva de 0.2.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996

PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

MUESTRA No 4-B

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 6+600

PERFORACIÓN No. 1

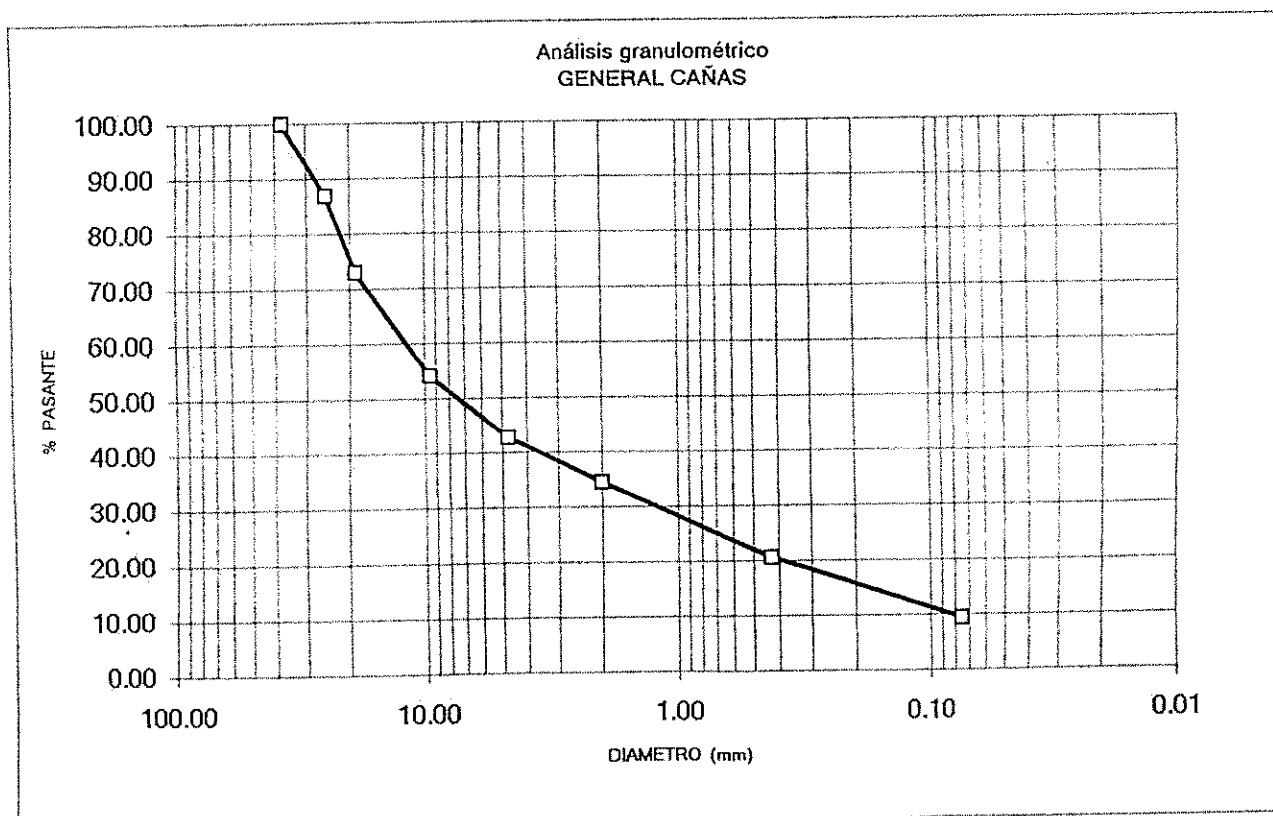
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12616.00 g.

PESO FINAL: 11432.80 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	1654.2	13.1	13.1	86.9
3/4"	1742.3	13.8	26.9	73.1
3/8"	2393.7	19.0	45.9	54.1
#4	1445.0	11.5	57.3	42.7
#10	1040.3	8.2	65.6	34.4
#40	1745.2	13.8	79.4	20.6
#200	1406.3	11.1	90.6	9.4
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA 1 DE MARZO DE 1996  
PROYECTO GENERAL CAÑAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE, SUB-BASE

MUESTRA No 4-S

LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 6+600

PERFORACIÓN No 1

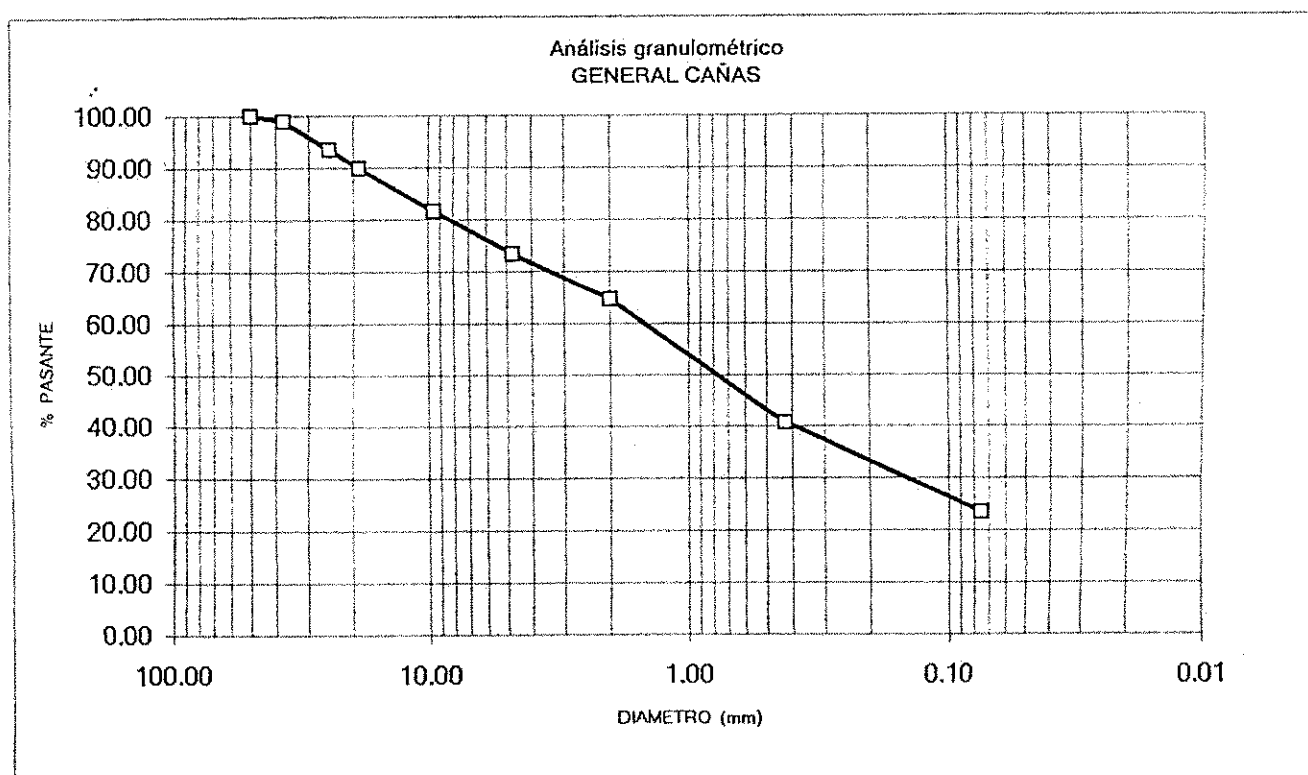
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9590.00 g.

PESO FINAL: 7336.40 g.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	97.0	1.0	1.0	99.0
1"	527.5	5.5	6.5	93.5
3/4"	350.0	3.6	10.2	89.8
3/8"	782.6	8.2	18.3	81.7
#4	794.3	8.3	26.6	73.4
#10	832.2	8.7	35.3	64.7
#40	2297.2	24.0	59.2	40.8
#200	1652.4	17.2	76.5	23.5
CHAROLA	0.0			



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, DE PIEDRA QUEBRADA  
LOCALIZACION: ESTACION 6+600

CARACTERIZACION DE MUESTRA:  
MUESTRA No: 4-B

ESPESOR 20 cm

HUECO:

No. DE IDENT:

COMPACTACION

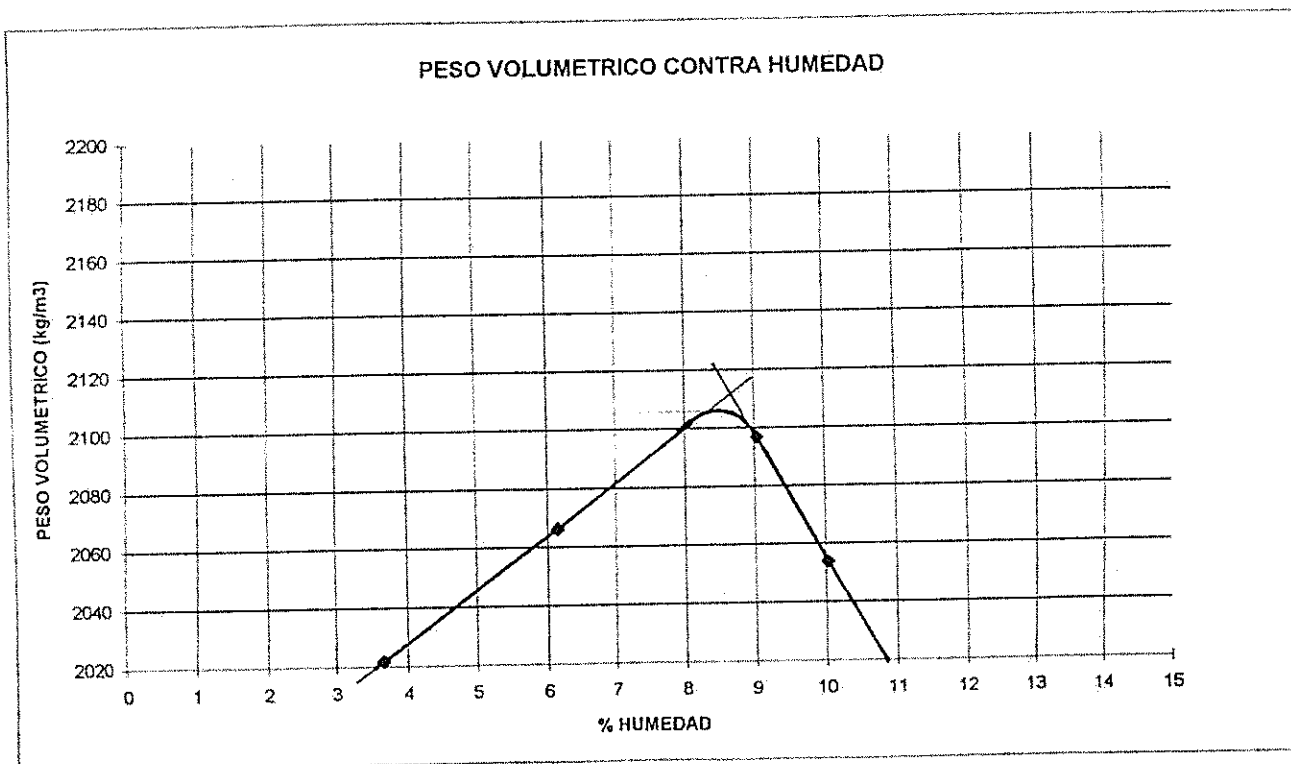
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6555	6530	6467	6375			
P molde	4396	4396	4396	4396			
Ww	2159	2134	2071	1979			
$\delta w$	2286	2260	2193	2096			
$\delta s$	2097	2054	2066	2022			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	80	M-21	64	00
Ww + Wc	400.0	417.7	338.8	512.0
Ws + Wc	370.0	383.3	321.5	495.3
Ww	30.0	34.4	17.3	16.7
Wc	38.4	40.5	40.0	39.4
Ws	331.6	342.8	281.5	455.9
%W	9.0	10.0	6.1	3.7

$$\gamma_{max} = 2105 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 8.5 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 4-B

LOCALIZACION: Estación: 6+600

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA

$\delta_m = 2105$   $W_u = 8.5\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12076												
56	41	7321	4755	2232	2079	98.7	66	451.0	423.3	38.0		27.7	385.3	7.2
		11754												
28	34	7120	4634	2182	2033	96.6	1	341.1	319.9	40.0		21.2	279.9	7.6
		11760												
14	6	7357	4403	2080	1938	92.1	35	375.3	352.5	40.0		22.8	312.5	7.3
														7.4

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
	41		3.26						3.27					0.31
	34		3.52						3.52					0.00
	6		3.42						3.43					0.29

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	33.0	107.0	212.0	311.0	525.0	730.0	935.0	1112.0	1285.0	1405.0
41	0.06	7.848	25.312	50.092	73.456	123.96	172.34	220.72	262.49	303.32	331.64
	0.0	35.0	70.0	120.0	175.0	275.0	373.0	459.0	540.0	619.0	692.0
34	0.06	8.32	16.58	28.38	41.35	64.96	88.088	108.38	127.5	146.14	163.37
	0.0	37.0	72.0	98.0	125.0	178.0	222.0	269.0	309.0	353.0	390.0
6	0.06	8.792	17.052	23.188	29.56	42.068	52.452	63.544	72.984	83.368	92.1

Ec. Resuelta  
para  $y=0$

Valores corregidos para x  
 $x=0.1$   $x=0.2$

2.29E-02  
0.00E+00  
0.00E+00

1.23E-01 2.23E-01  
1.00E-01 2.00E-01  
1.00E-01 2.00E-01

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.  
73.46 172.34 98.7  
41.36 88.09 96.6  
29.56 52.45 92.1

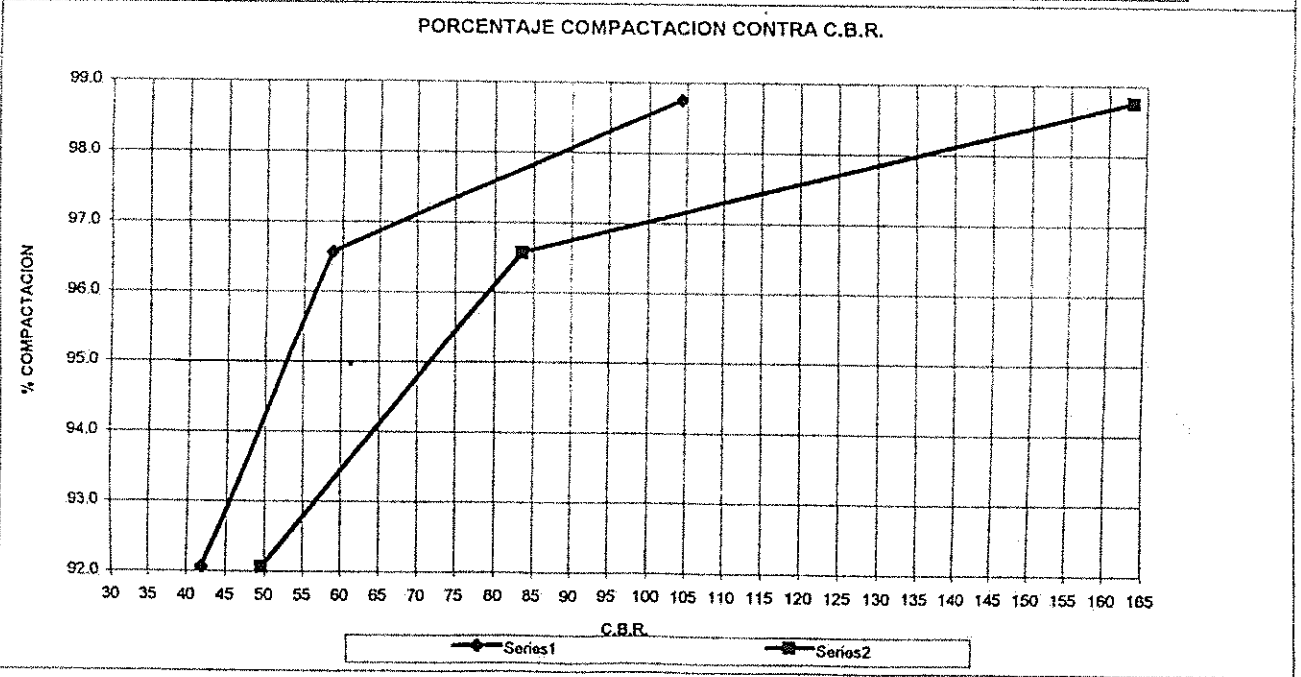
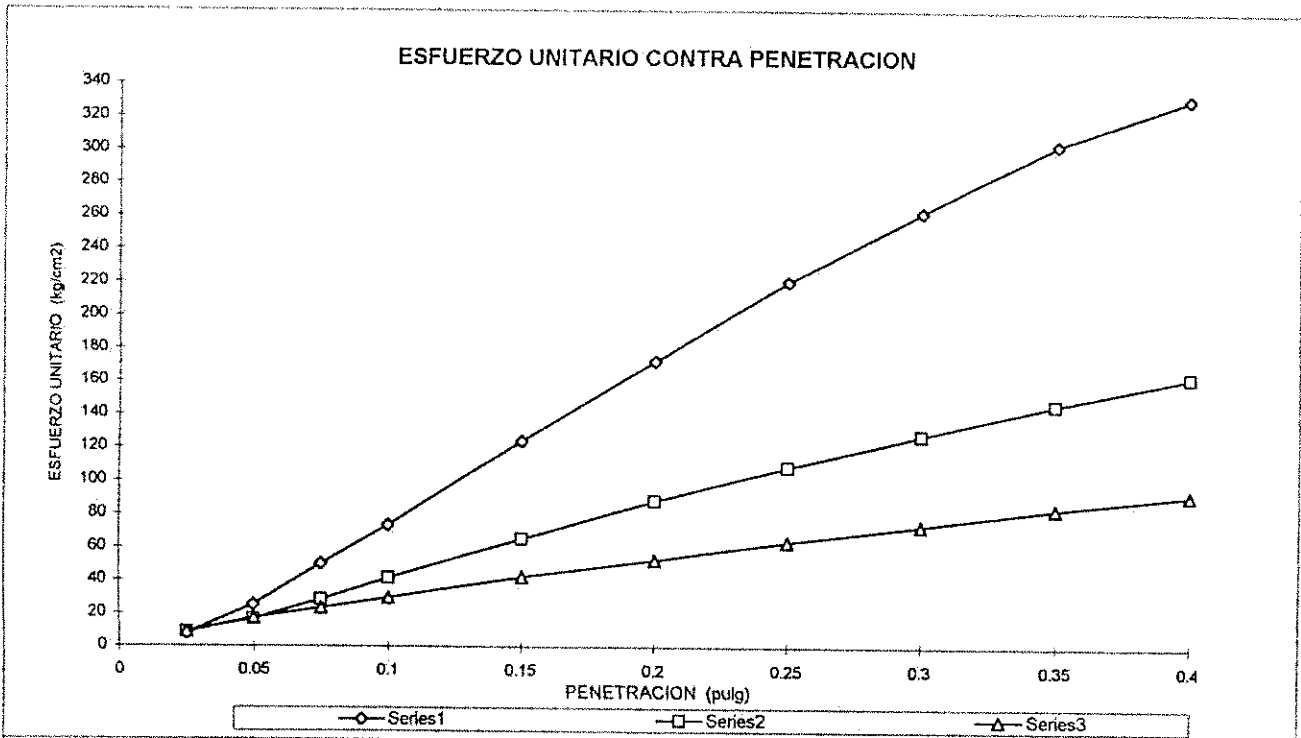
CORREGIDOS

0.1 0.2  
104.34 163.20  
58.75 83.42  
41.99 49.67

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE GRANULAR, PIEDRA QUEBRADA  
 MUESTRA No: 4-B  
 LOCALIZACION: Estación 6+600



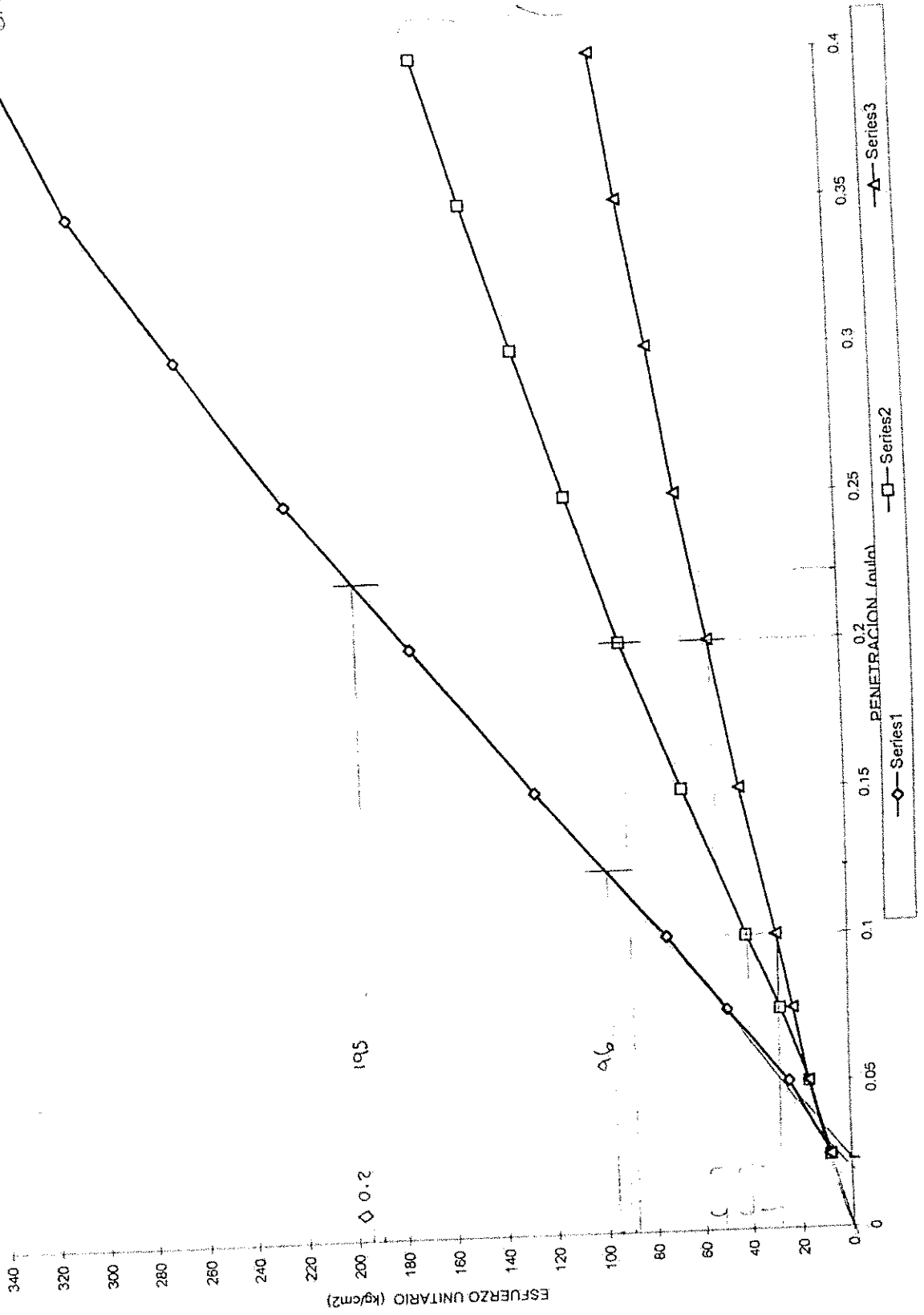


4B

$\frac{2.9}{1.05}$

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION

0.0229



105

96

2.9

Proyecto: Autopista General Cañas

Ubicación: Carril derecho Datsun (Sabana) - Entrada Alajuela

Estación: 6 + 600

Muestra N° 4S

1. Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
NP	NP	0

2- Análisis Granulométrico

Malla N°	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Pasando (%)
2"	-	-	-	100
1 1/2"	97.0	1.0	1.0	99
1"	527.5	5.5	6.5	94
3/4"	350.0	3.6	10.2	90
3/8"	782.6	8.2	18.3	82
4"	794.3	8.3	26.6	73
10"	832.2	8.7	35.3	65
40"	2297.2	24.0	59.2	41
200"	1652.4	17.2	76.5	24

3- Compactación (Próctor Modificado)

Densidad Máxima Seca (kg/m³)	Porcentaje Humedad
1780	16.0

## 4. Índice de Soporte de California (CBR)

CBR a 95% de Compactación	Porcentaje Humedad
57	16.2

Nota: El valor de CBR se tomó del centro de las 2 curvas.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA FEBRERO DE 1996  
 PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE, DE LASTRE  
 LOCALIZACION: ESTACION 6+600

CARACTERIZACION DE MUESTRA: MUESTRA No: 4-S ESPESOR 38 cm HUECO: No. DE IDENT.

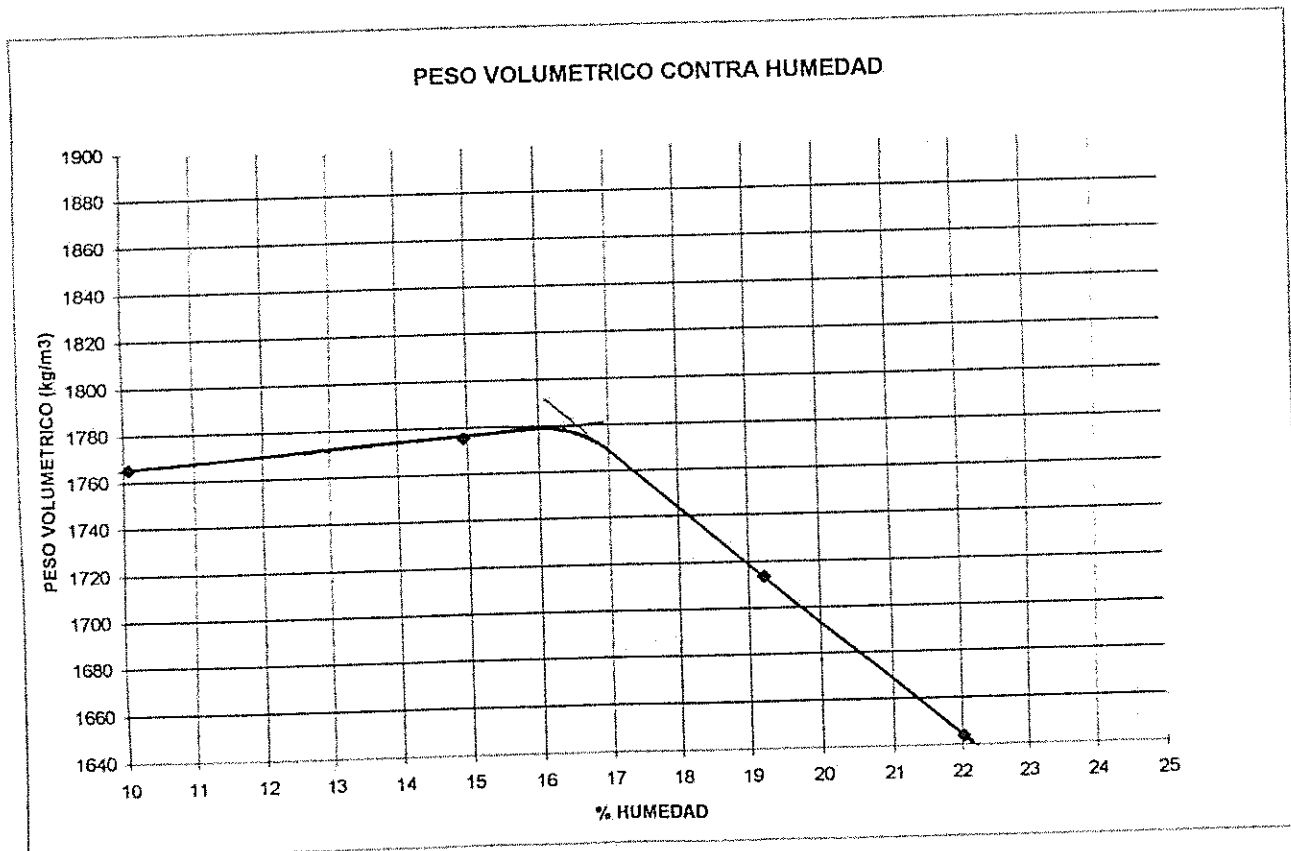
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6323	6325	6290	6231			
P molde	4396	4396	4396	4396			
Ww	1927	1929	1894	1835			
$\delta w$	2041	2043	2006	1943			
$\delta \sigma$	1775	1714	1644	1765			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4-21	80	106	69
Ww + Wc	407.6	285.3	452.4	445.0
Ws + Wc	360.0	245.6	377.8	407.9
Ww	47.6	39.7	74.6	37.1
Wc	41.5	39.0	39.2	39.7
Ws	318.5	206.6	338.6	368.2
%W	14.9	19.2	22.0	10.1

$\sigma_{max} = 1780 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 16\%$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO AUTOPISTA GENERAL CAÑAS

FECHA: MARZO DE 1996

MUESTRA No: 4-S

LOCALIZACION: Estación 6+600

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE

$\Delta m = 1780$   $W_p = 16\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11638												
56	5	7278	4360	2053	1767	99.3	11	333.5	291.6	39.6		41.9	252.0	16.6
		11424												
28	16	7175	4249	1994	1717	96.4	00	363.5	318.8	40.0		44.7	278.8	16.0
		11165												
14	11	7172	3993	1887	1624	91.2	64	359.7	316.1	40.8		43.6	275.3	15.8
														16.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION							
			L <sub>0</sub>	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
5			3.15					3.15						0.00
16			2.84					2.85						0.35
11								3.12						

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L <sub>0</sub>	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	15.0	39.0	79.0	125.0	240.0	342.0	444.0	528.0	594.0	662.0
5	0.06	3.6	9.264	18.704	29.56	56.7	80.772	104.84	124.67	140.24	156.29
	0.0	22.0	66.0	123.0	182.0	287.0	376.0	450.0	510.0	573.0	620.0
16	0.06	5.252	15.636	29.088	43.012	67.792	88.796	106.26	120.42	135.29	146.38
	0.0	17.0	37.0	55.0	67.0	88.0	108.0	124.0	141.0	158.0	172.0
11	0.06	4.072	8.792	13.04	15.872	20.828	25.548	29.324	33.336	37.348	40.652

Ec. Resuelta  
para y=0

Valores corregidos para x  
x=0,1 x=0,2

3.75E-02	1.38E-01	2.38E-01
1.25E-02	1.13E-01	2.13E-01
1.25E-02	1.13E-01	2.13E-01

No. golpes

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
29.56	80.77	99.3
43.01	88.80	96.4
15.87	25.55	91.2

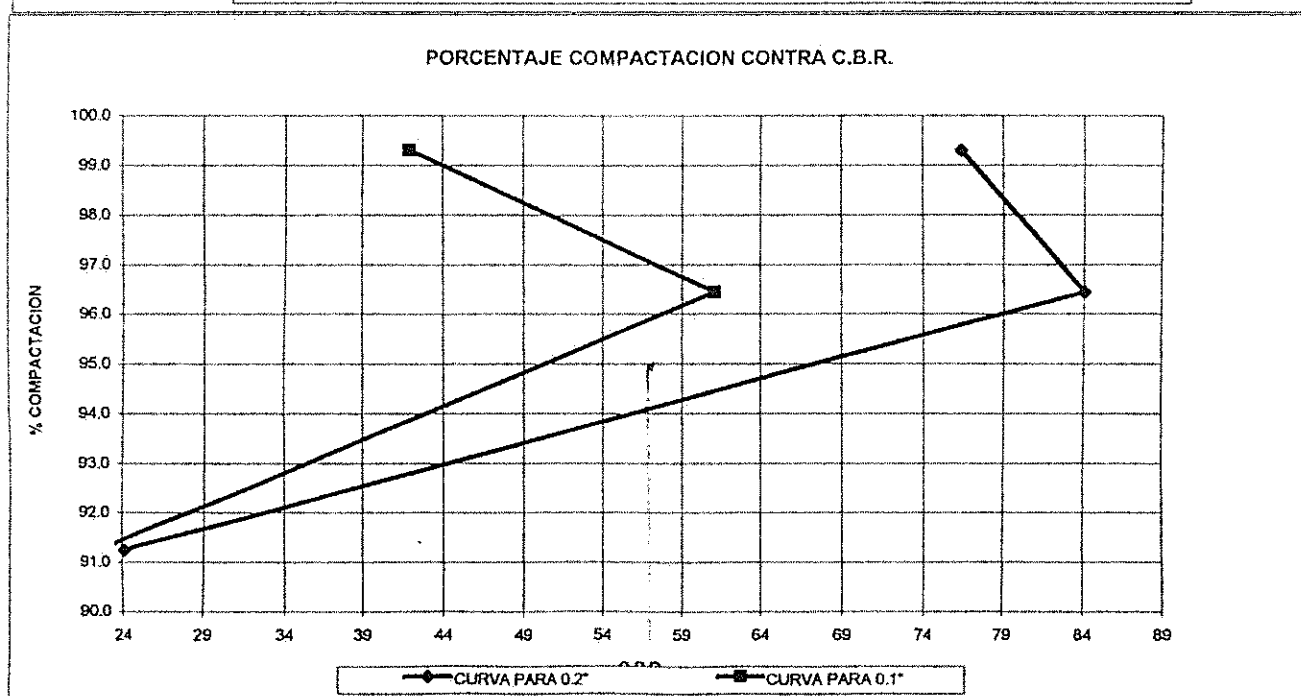
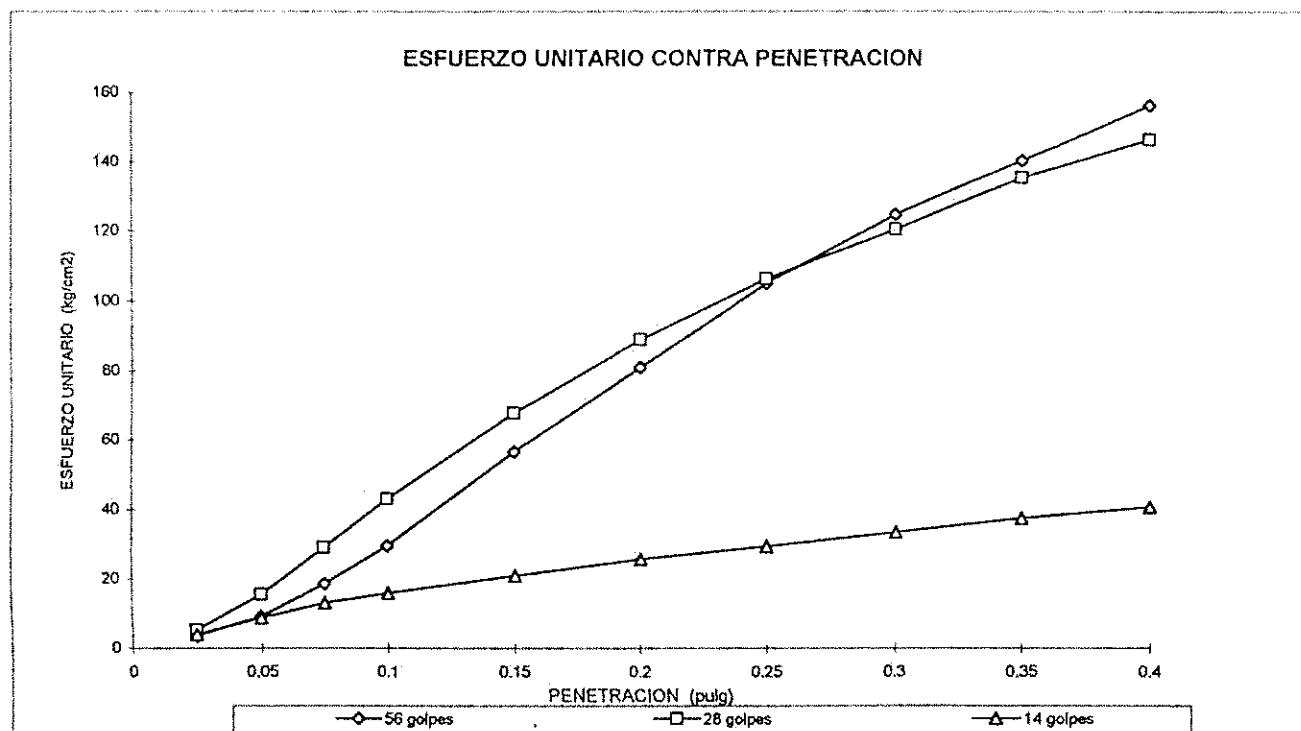
CORREGIDOS

0.1	0.2
41.99	76.49
61.10	84.09
22.55	24.19

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO DE 1996  
 PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CAÑAS  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUB-BASE DE LASTRE  
 MUESTRA No: 4-S  
 LOCALIZACION: Estación 6+600



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 8 DE JULIO DE 1996  
 PROYECTO MOPT GENERAL CAÑAS  
 MUESTRA 1

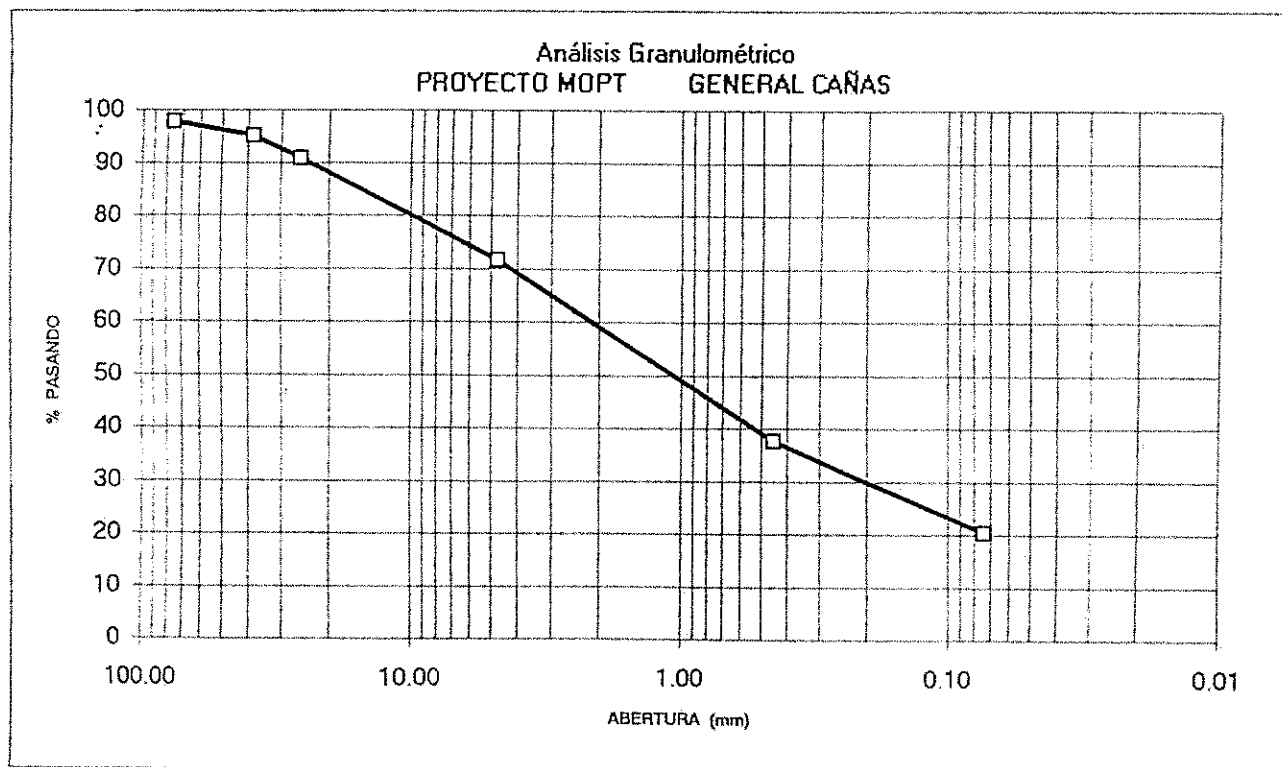
MUESTRA : SUB BASE  
 UBICACION : PUENTE INA  
 EST. 6+600

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8978.0 g

PESO FINAL: 7153.5 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	76.20	191.0	2.1	2.1	97.9
1 1/2"	38.10	239.2	2.7	4.8	95.2
1"	25.40	389.7	4.3	9.1	90.9
#4	4.75	1721.2	19.2	28.3	71.7
#40	0.45	3059.1	34.1	62.4	37.6
#200	0.074	1548.5	17.2	79.6	20.4



ANEXO E

ESPECIFICACIONES ESPECIALES



## ESPECIFICACIONES ESPECIALES

- EE-1 Todos los materiales a incorporarse en la obra deben cumplir con las normas establecidas en el CR-77, y con las especificaciones especiales aquí señaladas.
- EE-2 El cemento debe cumplir las especificaciones ASTM C 150 y 701 .01 del CR-77.
- EE-3 La aplicación de emulsión de asfalto para capa de imprimación se hará sobre superficies secas y limpias.  
La limpieza de la superficie se ejecutará con barredora mecánica o con aire comprimido.  
El punto de riego de la capa de imprimación deberá dosificarse a satisfacción del Ing. Jefe del Proyecto, de acuerdo con las necesidades propias de la superficie. Aún así se recomienda utilizar un punto de riego de imprimación de 0.9 l/m<sup>2</sup>.  
La cantidad de asfalto que se deberá dosificar en riego de la capa de imprimación, se basa en la cantidad de asfalto residual especificado.  
Se deben cumplirse todas las especificaciones indicadas en el CR-77 para este ítem.
- EE-4 En la alternativa N° 1, para construir la base, se deben escarificar 20 cm del concreto asfáltico existente, estabilizarlo con cemento portland puzolánico y completar hasta un espesor de 26 cm.  
  
El diseño en laboratorio para la dosificación del cemento debe hacerse a la energía Próctor Modificado, y se debe diseñar para el 100% de dicha energía de compactación y para una resistencia de 35 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días.
- EE-5 La sub-base existente debe compactarse al 95 % de la densidad máxima obtenida del próctor AASHTO T-180.
- EE-6 El pavimento bituminosos en caliente graduación B, se usará como carpeta en caliente con un espesor de 17 cm a ser colocada en dos capas una de 10 cm y otra de 7 cm con máquina terminadora de pavimento en todo el ancho de la carretera, de acuerdo a lo especificado en el CR - 77.

EE-7 El ligante asfáltico debe mantenerse bajo un riguroso proceso de control de calidad, al menos en los siguientes aspectos (además de todos las restantes especificaciones del CR-77):

- Viscosidad-penetración por medio del nomograma de Heukelom.
- Temperatura de mezclado y de colocación de la mezcla.
- Envejecimiento en película delgada y se modificará el porcentaje de pérdida a 0.75 %.
- Quemado de asfalto en planta.
- Afinidad agregado - ligante. Debe cumplirse que la asíntota, en la resistencia retenida sea mayor a 75%, según procedimiento ASTM D 1075 - 94

EE-8 El proceso de producción y colocación de la mezcla asfáltica debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Debe garantizarse que en el proceso de producción de la mezcla el asfalto no sobrepase la temperatura de mezclado especificado para el ligante.
- La temperatura de mezclado debe ser definida en laboratorio y ajustada durante el desarrollo del proyecto según cambien las características del asfalto.
- El diseño de mezcla debe repetirse varias veces (según la dispersión que presente), de modo que se conozca el rango de variación más probable de los parámetros del ensayo Marshall como criterio para definir la mezcla óptima.
- En la colocación de la mezcla asfáltica debe cumplirse rigurosamente con el porcentaje de vacíos y con la conformación superficial (bombeos). No se permitirán variaciones de más de 5mm, tanto longitudinal como transversalmente, cuando estos se comprueben con una regla de 3m. Además, no se permitirá ningún tipo de deformación que cause empozamiento o canalización del agua.
- El agregado grueso debe tener un coeficiente de desgaste de Los Angeles (LA) menor a 30. Debe provenir de quebrador, con un 75% de partículas con 2 o más caras fracturadas.
- El índice de durabilidad según el ensayo AASHTO T 210, debe ser mínimo de 53 %.

- La pérdida por disgregabilidad en el agregado grueso utilizando sulfato de sodio (5 ciclos) será de 12 % máximo.
- El agregado fino debe provenir de quebrador. Debe ser no-plástico (NP), con un coeficiente de equivalente de arena mayor a 40%.
- La pérdida por disgregabilidad del agregado fino utilizando sulfato de sodio en cinco ciclos no deberá exceder el 15 %.
- El índice de durabilidad del agregado fino no deberá ser menor de 35, según el procedimiento (AASHTO T - 210).

EE-9 La aplicación de emulsión de asfalto para capa de liga, se hará sobre superficies secas y limpias.

El punto de riego de la capa de liga deberá dosificarse a satisfacción del Ing. Jefe del Proyecto, de acuerdo con las necesidades propias de la superficie. Aún así se recomienda utilizar un punto de riego de capa de liga de 1.0 l/m<sup>2</sup>.

Las cantidades de asfalto que deberá dosificar en el riego de la capa de liga, se basan en la cantidad de asfalto residual presente en la emulsión asfáltica empleada. Por tanto, es necesario conocer el porcentaje de agua contenido en las emulsiones asfálticas para que de esa manera se dosifique correctamente la cantidad de asfalto residual especificado.

Debe cumplirse todas las especificaciones indicadas en el CR-77 par este ítem.

EE-10 Los sub-drenajes a construir deben ubicarse correctamente a fin de abatir las aguas freáticas y aguas "colgadas" que ocasionan problemas al pavimento.

**Descripción:**

Este trabajo consistirá en la excavación de una zanja de acuerdo con las dimensiones que señalan los planos, la colocación de una tela no tejida de fibras sintéticas y de un material de relleno filtrante hasta la altura que esté indicada en los planos y especificaciones.

#### Materiales:

**TELA NO TEJIDA DE FIBRAS SINTETICAS:** deberá ser de polipropileno o similar, que sean resistentes a hongos, agua, roedores o insectos, meteorización y descomposición. Además deberán cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 718.-02 del CR - 77.

**MATERIAL FILTRANTE:** deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 703.05 del CR - 77.

#### Requisitos de construcción:

**PREPARACION DE LA SUPERFICIE:** La superficie de la zanja deberá estar limpia de objetos punzocortantes que puedan romper la tela. Deberá removerse las piedras, arbustos, ramas y todo objeto puntiagudo.

**COLOCACION DE LA TELA:** Deberá garantizarse que todo el material filtrante a colocar, conforme con los planos, quede completamente cubierto por la tela, excepto la salida del sub-drenaje. Los traslapes deberán ser grapados, cocidos o se dejará un traslape adecuado que asegure el total recubrimiento del material filtrante.

**COLOCACION DEL MATERIAL FILTRANTE DE RELLENO:** El material filtrante deberá colocarse con mucho cuidado para evitar la rotura de la tela.

La parte superior de la zanja que quede al descubierto debe rellenarse con material de baja permeabilidad y fácil compactación.

El material sobrante de la excavación deberá ser removido por el contratista sin costo adicional.

#### Métodos de medición:

El material de relleno filtrante se medirá en el lugar de la obra por metro cúbico. La excavación se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en la Sección 206.

La tela no tejida de fibras sintéticas se medirá y pagará por metro cuadrado instalado en la obra.

Bases para el pago	Unidad de pago
1- Tela no tejida de fibras sintéticas para sub-drenaje francés.	Metro cuadrado
2- Relleno granular filtrante para sub-drenaje francés construido con tela no tejida de fibras sintéticas.	Metro cúbico
3- Sub-drenaje francés construido con telas no tejidas de fibra sintética incluyendo el relleno granular filtrante.	Metro lineal

#### Material de relleno filtrante (703.05)

Material de relleno filtrante para sub-drenaje francés construido con tela no tejida de fibras sintéticas.

El material de relleno filtrante estará compuesto de partículas minerales duras y durables, de grava o piedra triturada libre de material orgánico arcilla u otras impurezas y que tengan la siguiente graduación:

Tamiz	Porcentaje que pasa
7.5 cm (3")	100
Malla N° 30	0-15
Malla N° 200	0-1

#### Tela no tejida de fibras sintéticas

La tela no tejida de fibras sintéticas para uso en pavimentación debe satisfacer los siguientes requisitos:

Resistencia a tracción (ASTM D 1682): 30 kg mínimo  
 Rotura trapezoidal (ASTM D 1117): 18 kg mínimo  
 Elongación en porcentaje (ASTM D 1682): 15% mínimo

La tela no tejida para uso en drenajes y en refuerzo de subrasante deben satisfacer los siguientes requisitos:

Retención de partículas:	100 % de la partículas retenidas en la malla 200
Permeabilidad	200 l/seg/m <sup>2</sup> mínimo
Falla muller	14 kg/cm <sup>2</sup> mínimo
Resistencia a la tracción (ASTM D 16892):	40 kg mínimo
Rotura trapezoidal (ASTM D 1117):	23 kg mínimo
Elongación en porcentaje:	15% mínimo 70% máximo

- EE-11 En la alternativa de pavimento flexible se requiere de la escarificar de 20 cm de concreto asfáltico y 15 cm de base existente, estabilizar con cemento portland y colocar según el espesor indicado.
- EE-12 La losa de hormigón debe tener un MR (Modulo de Ruptura) de 45 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, medido en viguetas estandar de 15\*15\*50 cm con carga a dos tercios, con un revenimiento de 4 cm. El agregado grueso será de grava triturada con tamaño máximo de 38 mm.

El cemento se empleará del tipo portland tipo I o cemento puzolánico. Se emplearán aditivos del tipo "D" reductor de agua y retardante con la dosificación requerida para que el fraguado inicial de la mezcla, a la temperatura estandar de 23 grados centigrados (23°C), no se produzca antes de dos horas (2 hrs), ni después de cuatro horas (4 hrs) a partir de la finalización del mezclado, también se utilizará un agente inclusor de aire para asegurar la trabajabilidad de la mezcla.

Se colocarán barras de sujeción, con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas, las barras serán corrugadas de acero estructural, con limite de fluencia de 4200 kf/cm<sup>2</sup> debiendo quedar ahogadas bajo las juntas longitudinales aserradas.

La superficie de la base sobre la que se colocará el concreto fresco deberá estar perfectamente limpia, debidamente impregnada, ligeramente humedecida y exenta de sustancias ajenas al concreto, terminada dentro de los niveles y tolerancias, la colocación y compactación del concreto se hará dentro de los treinta minutos siguientes a su elaboración; este tiempo podrá

extenderse hasta una hora si se emplean los retardantes adecuados, el concreto se colocará por los medios apropiados para evitar la segregación de los materiales, esparciéndolo con extendedoras o pavimentadoras autopropulsadas, con cimbra deslizante del tipo "Slip form paver". Este equipo debe contar con sensores de nivel y la orilla de la losa deberá formar un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie, este equipo deberá tener también la capacidad de insertar las barras de sujeción para las juntas longitudinales aserradas.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal variará de acuerdo a la siguiente secuencia:

3.50 - 4.50 - 3.75 - 4.25 m.

EE-13 El acabado longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute o bandas de cuero.

Posteriormente con un equipo de texturizado se procederá a realizar este transversalmente mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación de 20 milímetros, ancho de dientes de 3.17 milímetros, y con una profundidad máxima de 6.4 mm y mínima de 3.2 mm a todo lo ancho de la superficie pavimentada esta operación se realizará cuando el concreto este lo suficientemente plástiaco para permitir el texturizado pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

La membrana de curado para el concreto recién colado será de preferencia un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca. El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, su aplicación debe realizarse preferentemente con irrigadores mecánicos a presión.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas longitudinales y transversales en el menor plazo posible para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio. Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características consignadas en el proyecto, y sus caras deben ser perfectamente rectas y de dimensiones uniformes.

En su construcción se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

Tanto las juntas longitudinales (tipo A), como las transversales de contracción (Tipo c) se construirán por el sistema de aserrado, las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad deseada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de juntas deberá extraerse mediante aire a presión, "sand blast" o agua a presión, cualquiera de estos procedimientos deberá garantizar la limpieza total de la junta. Una vez construida la junta, esta debe mantenerse limpia y libre de partículas duras, para luego proceder a colocar el sellador.

- EE-14 Para reutilizar el material recuperado de la carpeta existente se deben hacer los estudios de laboratorio necesarios, que permitan garantizar que dicho material al combinarse con cemento y agua, en las proporciones requeridas, adquiere un comportamiento típico de base estabilizada en términos de granulometría, resistencia a largo plazo, estabilidad volumétrica, durabilidad, módulos de deformación y deformación remanente ante cargas repetidas.

Adicionalmente se especifica diseñar la estabilización a una densidad del 100% de la densidad próctor modificado.





U	PROYECTO	2
O	AUTOPISTA GENERAL CAÑAS	15
P		
1		

## NOTAS GENERALES

- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Manual de Señales Viales.
- 2 Las ampliaciones de la carretera podrán hacerse en ambos o en un solo lado de la misma, según lo indique el ingeniero de proyecto. Se debe conservar las cunetas revestidas existentes que se ajusten a la ampliación de la carretera y Normas del M.O.P.T., según lo indique el ingeniero de proyecto.
- 3 El Derecho de Vía será el existente, salvo aquellos casos de excepción indicados, los cuales serán adquiridos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- 4 Los postes de líneas eléctricas y telefónicas que estén dentro de la carretera serán removidos por las Compañías Eléctricas, I.C.E. o M.O.P.T. con cargo al renglón 109.04.
- 5 En aquellas secciones donde fuera necesario efectuar banqueo, éste se hará según lo determine el ingeniero. El pago se hará por medio del Renglón 203(3).
- 6 La reinstalación de las tuberías serán hechas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de acuerdo a las indicaciones del ingeniero en el campo o en su defecto el M.O.P.T. se reservará el derecho de autorizar este trabajo con cargo al renglón de pago 109.04.
- 7 Los espesores, tipos de superficies y las rasantes de los accesos públicos a la carretera serán determinados por el ingeniero en el campo de acuerdo a las Normas del M.O.P.T.. Su pago se hará de acuerdo a los diferentes Renglones incluidos en el Proyecto. (Ver detalle en lámina No.6/15).
- 8 Las señales de seguridad vial necesarias durante la construcción de la obra y deberán colocarse en sitios apropiados del proyecto y deberán cumplir con especificaciones del Consejo de Seguridad Vial y de acuerdo al Manual de Señales Viales del M.O.P.T.

3	PROYECTO:
15	AUTOPISTA BERRIARDO SOTO

### SUMARIO DE CANTIDADES - ALTERNATIVA 2

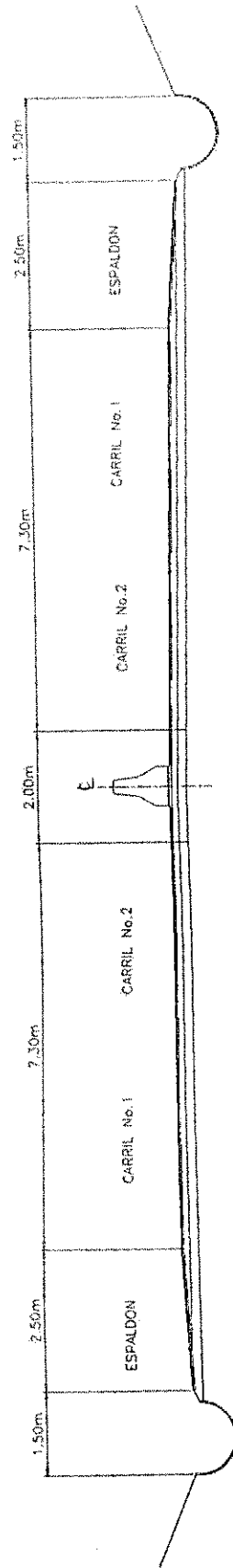
RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	4
103.09B		GLOBAL	4
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	12650	m <sup>3</sup>
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	8700	m <sup>3</sup>
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1752	m
203(15)	EXCAVACION PARA GAVIAS	200	m <sup>3</sup>
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	8078	m <sup>3</sup>
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	134.4	m <sup>3</sup>
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	40	m <sup>3</sup>
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION Y ESTABILIZACION PAVIMENTO EXISTENTE	43340	m <sup>3</sup>
211(2)	REMOCION ESCARIFICACION PARA LA BASE ESTABILIZADA	6169	Ton
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA LA BASE ESTABILIZADA	274920	kg
308(5)	SELLO DE CURA ASPALT. EMULS. PARA BASE ESTABILIZADA	320740	litros
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA	57275	m <sup>2</sup>
502A(1)	PAVIMENTO DE HORMIGON SIN REFUERZO DE CEMENTO PORTLAND	4	m <sup>2</sup>
603(2)	TUBO DE HORMIGON ASTM C78 CLASE III DE 60cm DIAMETRO O SIMILAR	4	m
604(3)	FRAGANTE	25000	m <sup>3</sup>
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUB DRENALJE FRANCES	28000	m <sup>3</sup>
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENALJE	2500	m <sup>2</sup>
606A(8)	BARANDA TIPO NEW JERSEY	12000	m
606B(8)	REPARACION BARANDA TIPO NEW JERSEY		

### SUMARIO DE CANTIDADES - ALTERNATIVA 1

RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	4
103.09B		GLOBAL	4
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	12650	m <sup>3</sup>
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	8700	m <sup>3</sup>
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1752	m
203(15)	EXCAVACION PARA GAVIAS	200	m <sup>3</sup>
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	8078	m <sup>3</sup>
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	134.4	m <sup>3</sup>
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	40	m <sup>3</sup>
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION Y ESTABILIZACION PAVIMENTO EXISTENTE	42340	m <sup>3</sup>
211(2)	REMOCION ESCARIFICACION PARA LA BASE ESTABILIZADA	6169	Ton
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA LA BASE ESTABILIZADA	13746	kg
308(2)	AGREGADO PARA LA BASE ESTABILIZADA	274920	litros
308(5)	SELLO DE CURA ASPALT. EMULS. PARA BASE ESTABILIZADA	85046	Ton
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARRETA	5102738	litros
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARRETA	320740	litros
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA	4	m <sup>2</sup>
502A(1)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE A	4	m
603(2)	TUBO DE HORMIGON ASTM C78 CLASE III DE 60cm DIAMETRO O SIMILAR	4	unid.
604(3)	FRAGANTE	25000	m <sup>3</sup>
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUB DRENALJE FRANCES	28000	m <sup>3</sup>
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENALJE	2500	m <sup>2</sup>
606A(8)	BARANDA TIPO NEW JERSEY	12000	m
606B(8)	REPARACION BARANDA TIPO NEW JERSEY		



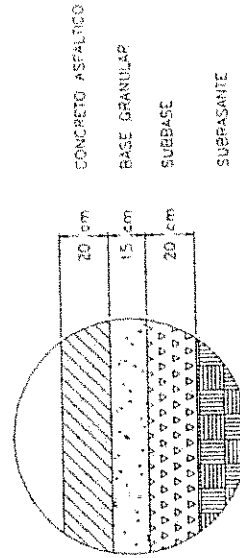
PROYECTO:		5
Nº	P	15
AUTOPISTA GENERAL CARAS		



SECCION TIPICA EXISTENTE

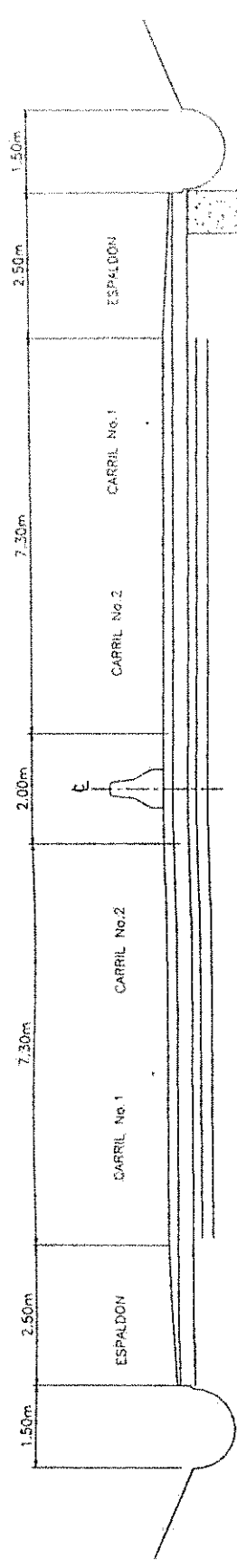
AMPLIACIONES EXISTENTES

DE ESTACION 00 085 A 00 485 TRES CARRILES LADO DERECHO  
 DE ESTACION 00 085 A 00 325 CUATRO CARRILES LADO IZQUIERDO  
 DE ESTACION 01 840 A 02 140 TRES CARRILES LADO IZQUIERDO  
 DE ESTACION 02 870 A 03 170 TRES CARRILES LADO DERECHO  
 DE ESTACION 12 905 A 13 195 CUATRO CARRILES LADO DERECHO



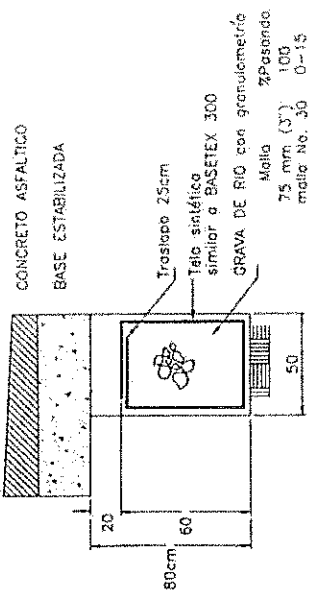
SECCION TIPICA PAVIMENTO EXISTENTE

M	1	PROYECTO	1	3
N	2	AUTOMISTA GENERAL CARRE	1	13

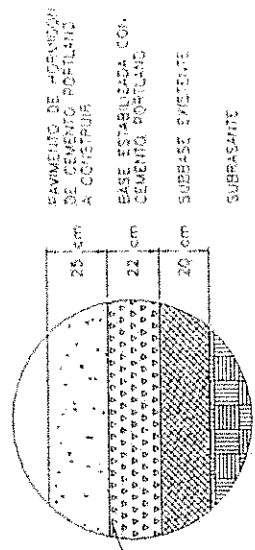


SECCION TIPICA A CONSTRUIR

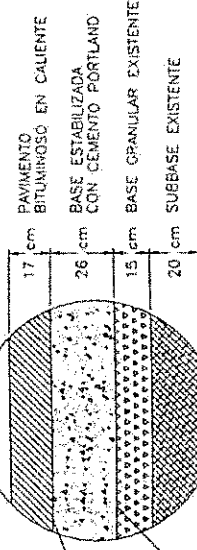
DE ESTACION 00 085 A 00 485 TRES CARRILES LADO DERECHO  
 DE ESTACION 00 085 A 00 325 CUATRO CARRILES LADO IZQUIERDO  
 DE ESTACION 01 840 A 02 140 TRES CARRILES LADO IZQUIERDO  
 DE ESTACION 02 970 A 03 170 TRES CARRILES LADO DERECHO  
 DE ESTACION 12 905 A 13 195 CUATRO CARRILES LADO DERECHO



DETALLE DE SUB-DRENAJE



COLOCAR CAPA DE LIGA CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 DE 1.4 lts/m<sup>2</sup>.



COLOCAR CAPA DE LIGA CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 DE 1.4 lts/m<sup>2</sup>.

COLOCAR CAPA DE IMPRIMACION CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 DE 1.2 lts/m<sup>2</sup>.

ESCARIFICAR 20cm DE CONCRETO ASFALTICO EXISTENTE. ESTABILIZAR CON CEMENTO PORTLAND EL CONCRETO ASFALTICO RECUPERADO Y COMPLETAR HASTA UN ESPESOR DE 26cm COMPACTAR LA BASE EXISTENTE AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA FLUJIA DE ACUERDO CON ASTM D 1557 E IMPRIMAR CON ASFALTO EMULSIONADO.

COLOCAR 26cm DE BASE ESTABILIZADA CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA PROMEDIO DE 35 kg/cm<sup>2</sup> A LOS 7 DIAS SEGUN ENSAYO ASTM T-134 (BASE TIPO BE 35 DEL CR-77) COLOCAR CAPA DE LIGA COLOCAR 17cm DE PAVIMENTO BITUMINOSO MEZCLADO EN CALIENTE EN PLANTA, GRADUACION B.

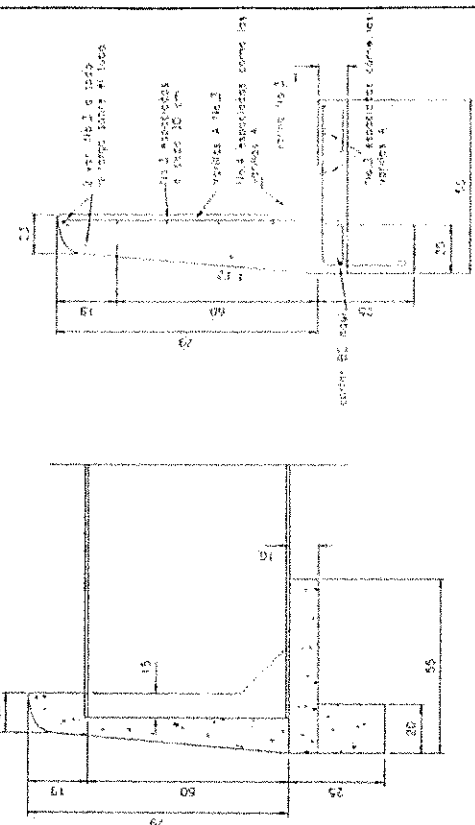
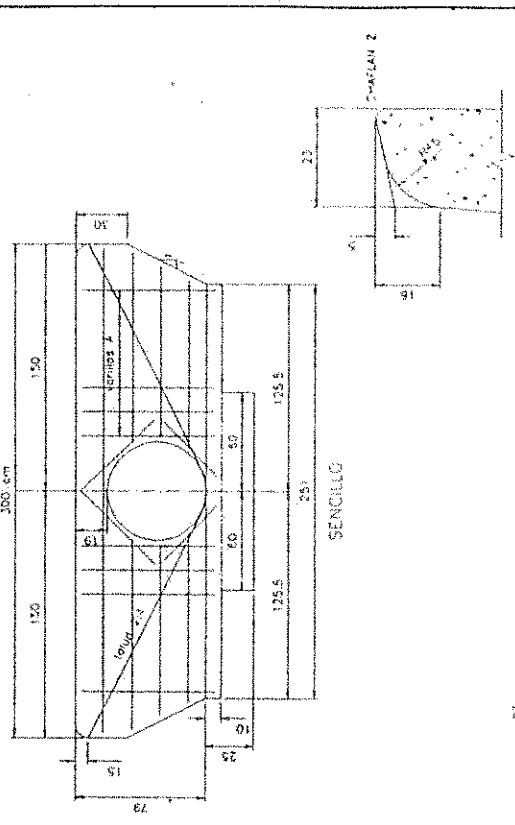
DETALLE DE ALTERNATIVA NO.1

ESCARIFICAR 20cm DE CONCRETO ASFALTICO EXISTENTE. ESCARIFICAR Y ADARMEARLO CON CEMENTO PORTLAND Y ESTABILIZAR CON CEMENTO PORTLAND 15cm DE BASE GRANULAR EXISTENTE AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA FLUJIA COMPACTAR LA SUBBASE EXISTENTE AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA FLUJIA DE ACUERDO CON ASTM D 1557

COLOCAR 20cm DE BASE ESTABILIZADA CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA PROMEDIO DE 35 kg/cm<sup>2</sup> A LOS 7 DIAS SEGUN ENSAYO ASTM T-134 (BASE TIPO BE 35 DEL CR-77) COLOCAR CAPA DE LIGA COLOCAR 25cm DE PAVIMENTO DE CEMENTO PORTLAND A LA LOSA DE HORNOSECO DEBE TENER UN MÓDULO DE RUPTURA DE 45 kg/cm<sup>2</sup> A LOS 28 DIAS MEDIDO EN VIGUETAS ESTANDAR DE 15x15x30cm ENSAYADA CON APOYOS A LOS DOS TERCIOS. REVENIMIENTO DE 1cm EL AGREGADO GRUESO SERA DE GRAVA TRITURADA CON UN TAMANO MAXIMO DE 38mm

DETALLE DE ALTERNATIVA NO.2

PROYECTO	7
NO. DE PLAN	15
AUTOPISTA GENERAL GARZA	

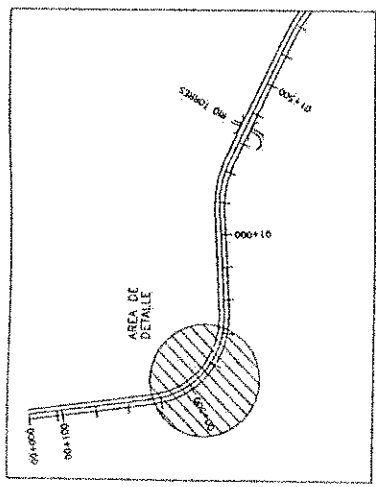


SECCION POR TUBO

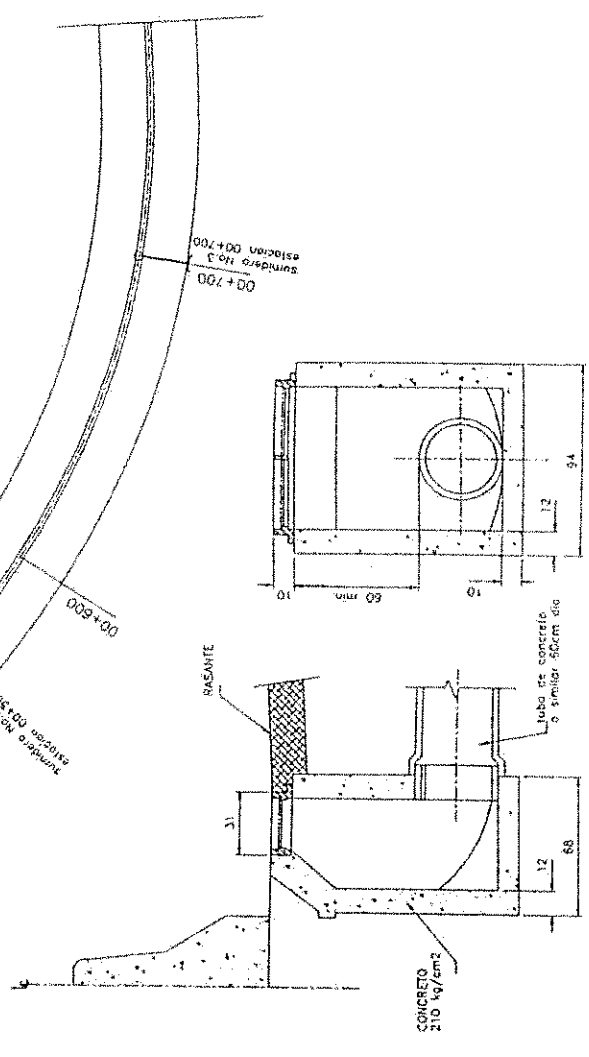
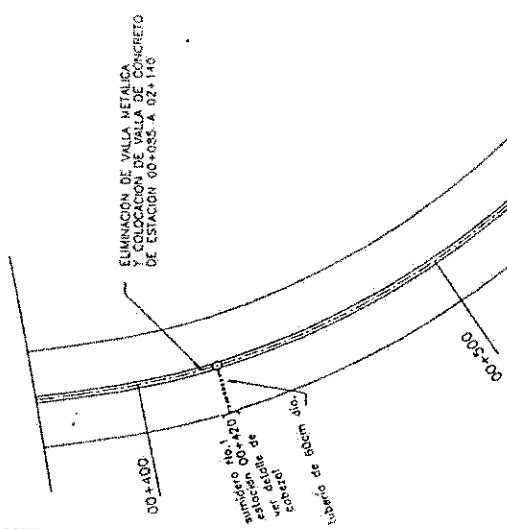
SECCION CABEZAL

NOTAS

Este es un modelo estructural para A-24 (10 kg/cm<sup>2</sup>). El tratamiento mínimo para todos los tipos de refuerzos debe ser de 30 mm, dada la muestra para dimensiones. La fundación debe descansar sobre material capaz de resistir un esfuerzo de 3.25 kg/cm<sup>2</sup>. El concreto debe ser de tipo normal, con agregado de 5 mm. Las juntas deben ser construidas de acuerdo a lo especificado en el dibujo. El fabricante debe constatar de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

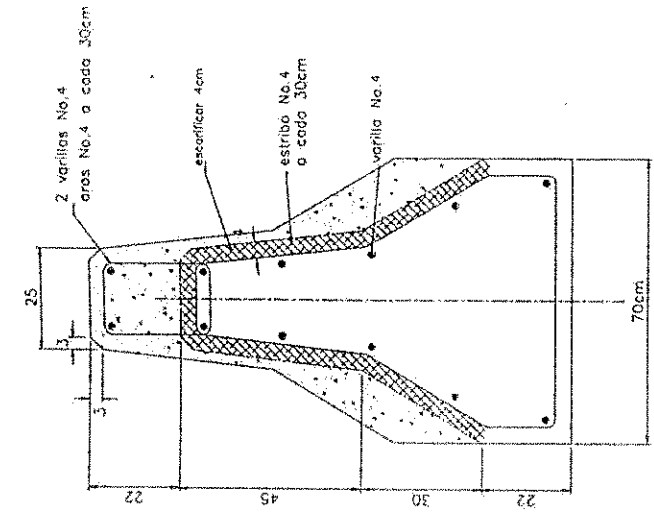


UBICACION DE SUMIDEROS

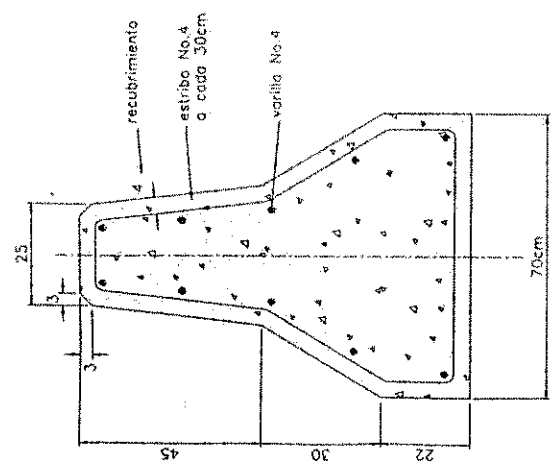


DETALLE SUMIDERO DE REJA

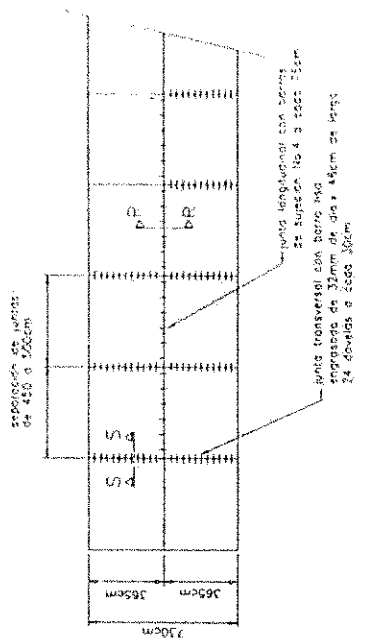
PROYECTO	Autopista Central, S.A.G.I.
NO. DE	13



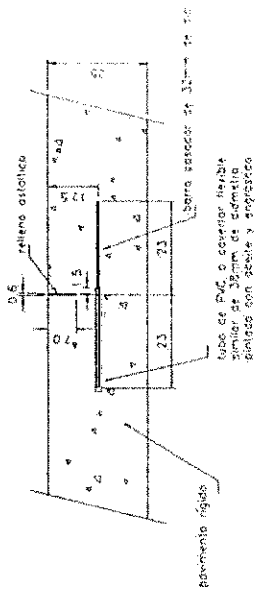
SECCION A READECUAR  
de EST. 2+500 a 14+150



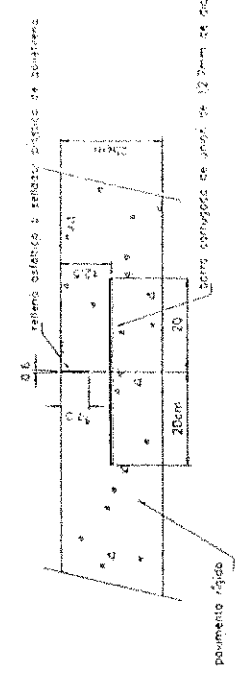
SECCION EXISTENTE  
de EST. 2+500 a 14+150  
SECCION A CONSTRUIR  
de EST. 0+000 a 2+500



DETALLE DE JUNTAS TRANSVERSALES  
PAVIMENTO ALTERNATIVA 2



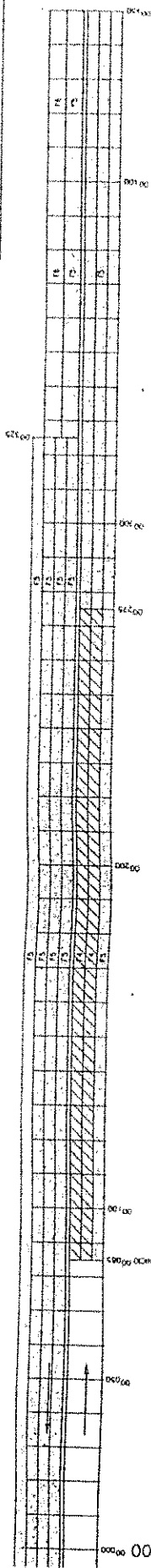
SECCION S-S  
JUNTA TRANSVERSAL DE RETRACCION



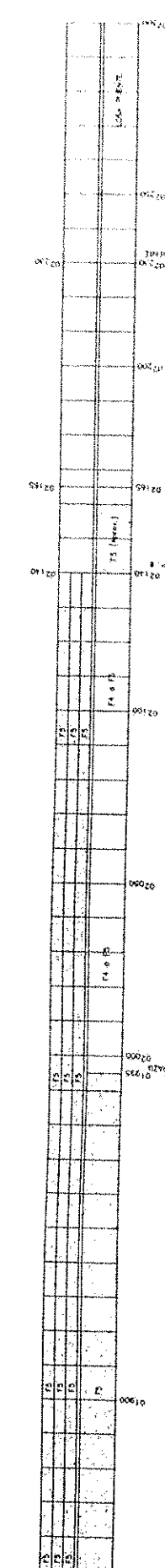
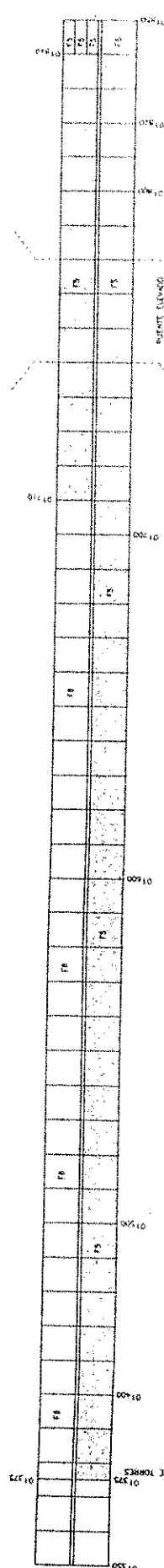
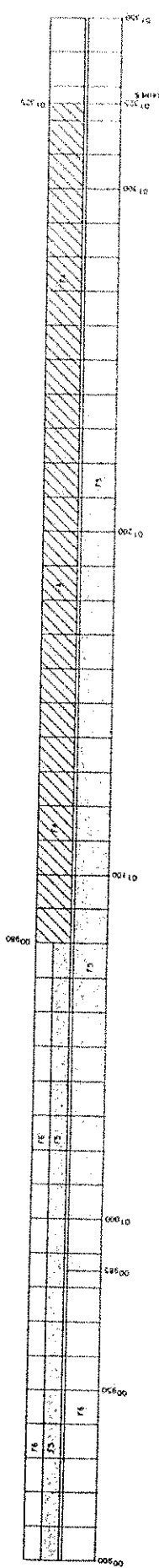
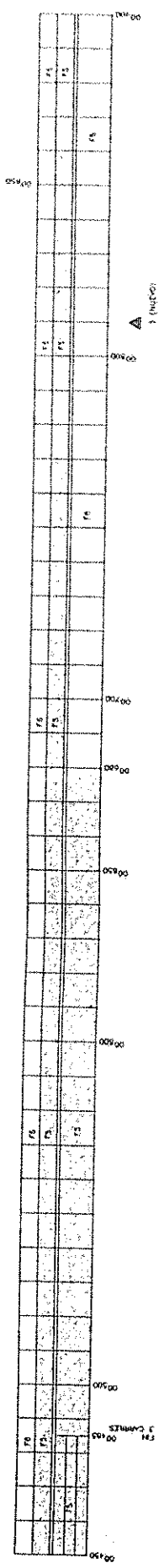
SECCION R-R  
JUNTA LONGITUDINAL DE SURCO ASEPPADO



PROYECTO	9
06	15
AUTOPISTA GENERAL CARAS	

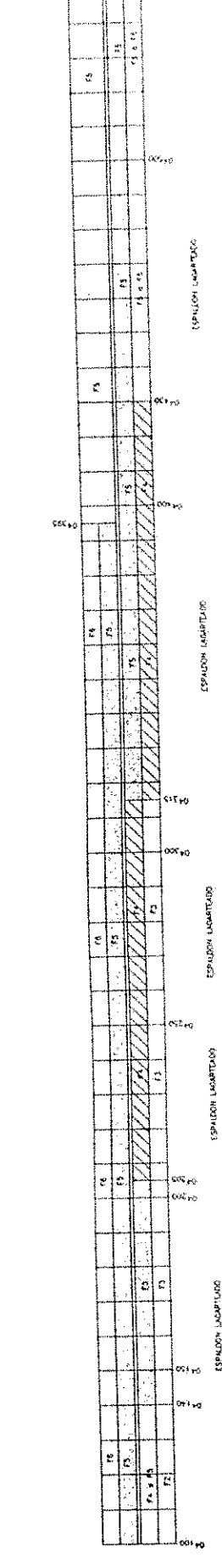
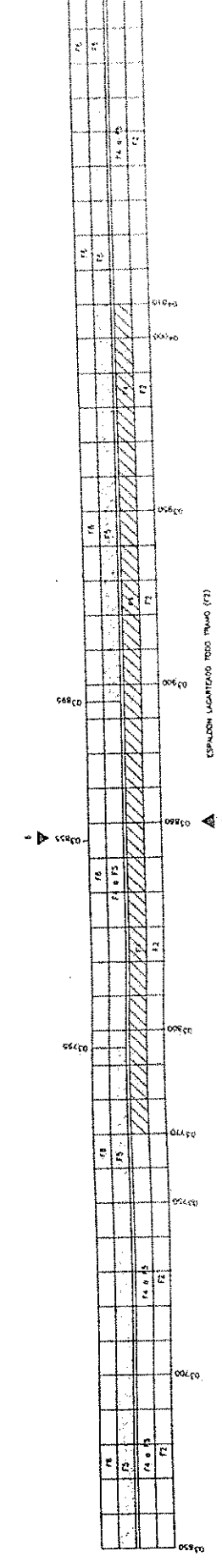
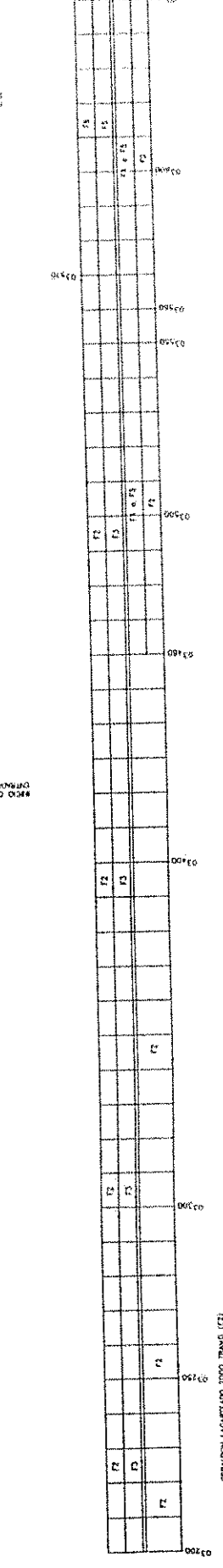
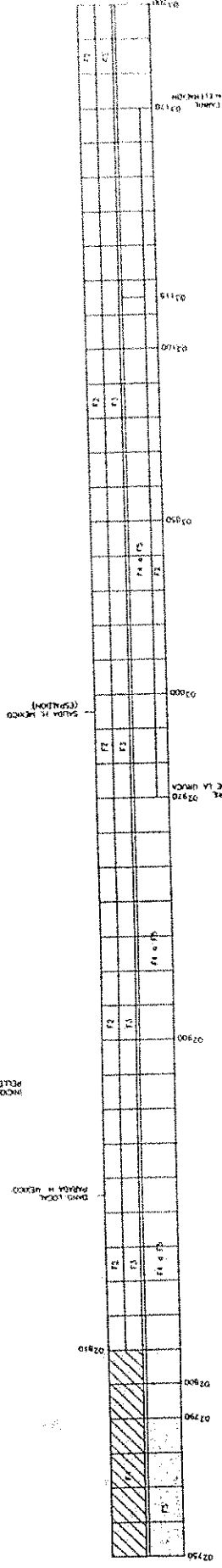
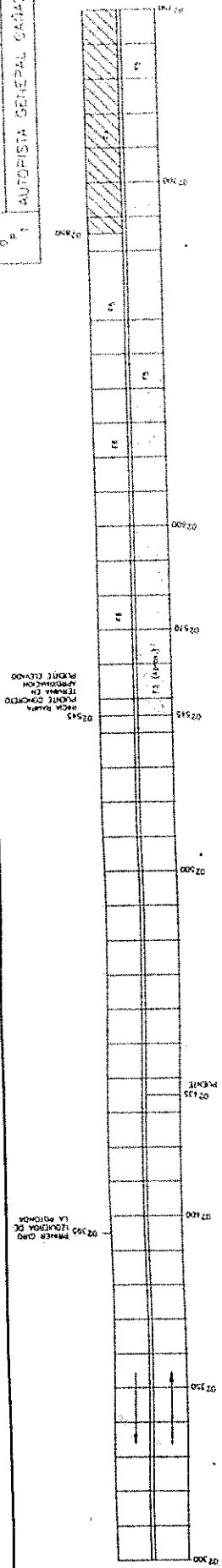


INICIO DE PROYECTO

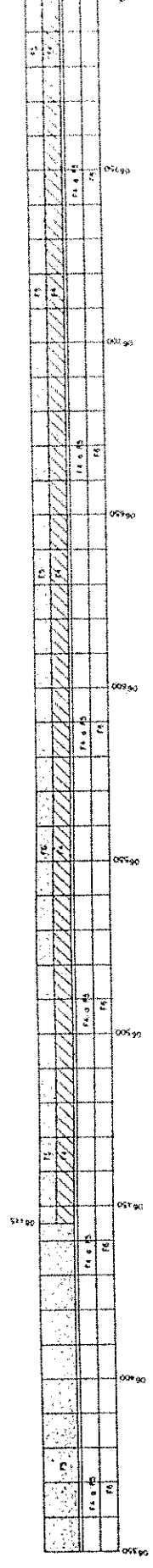
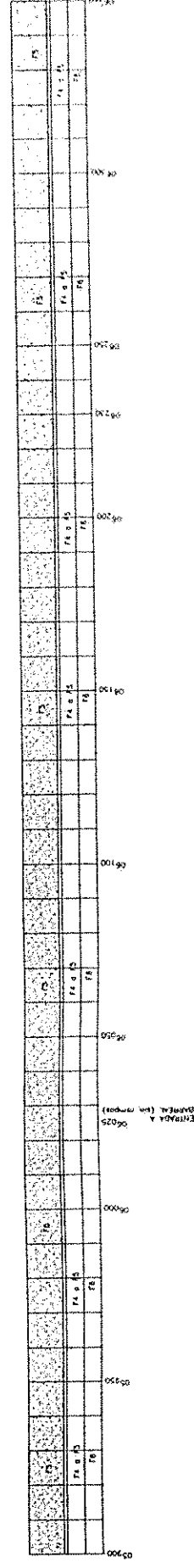
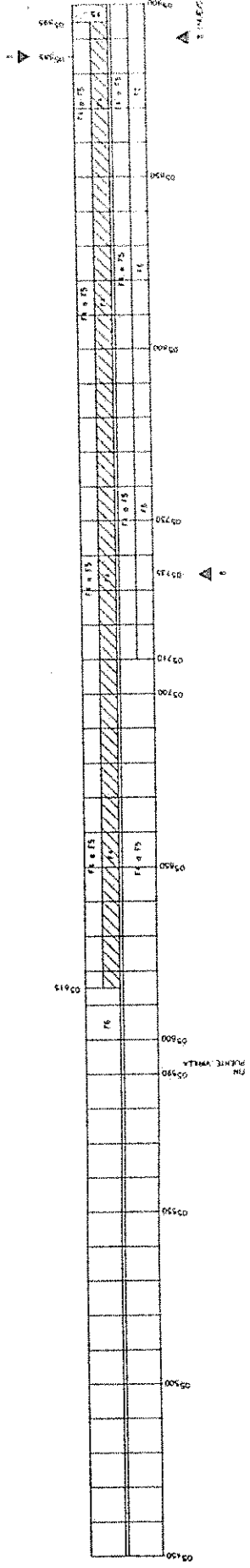
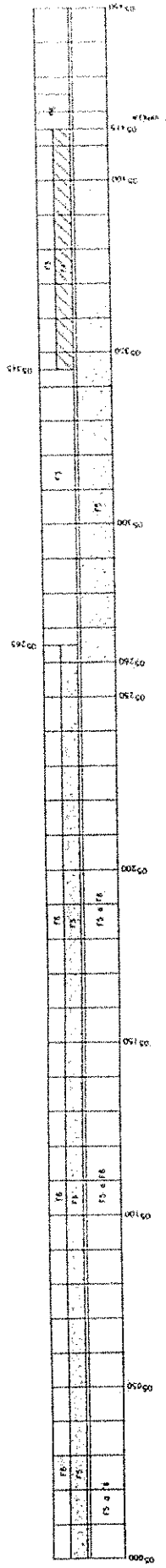
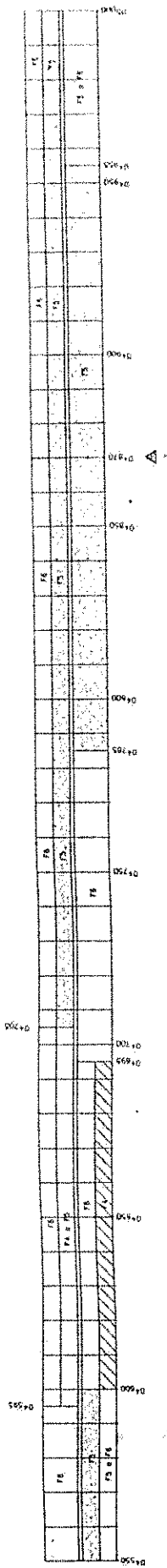


0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000

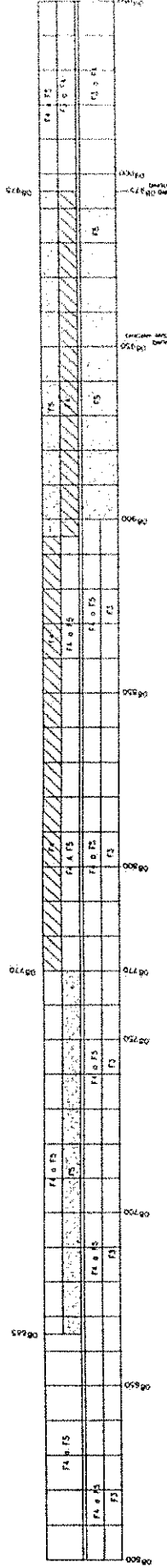
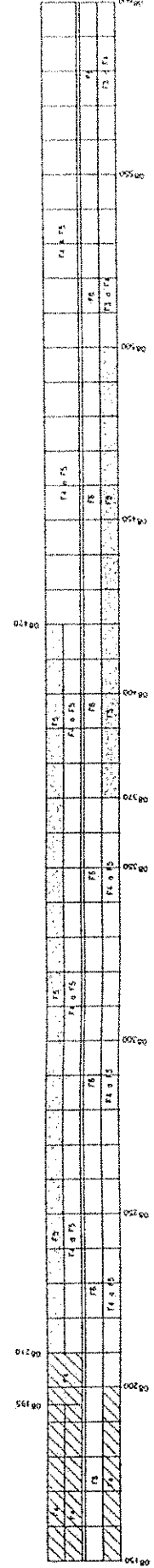
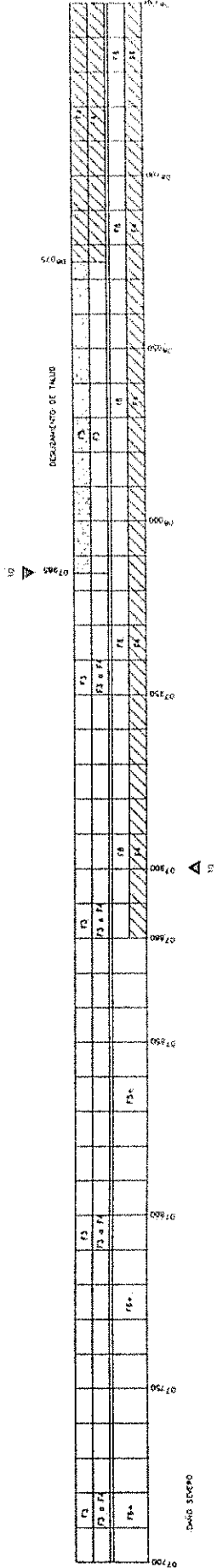
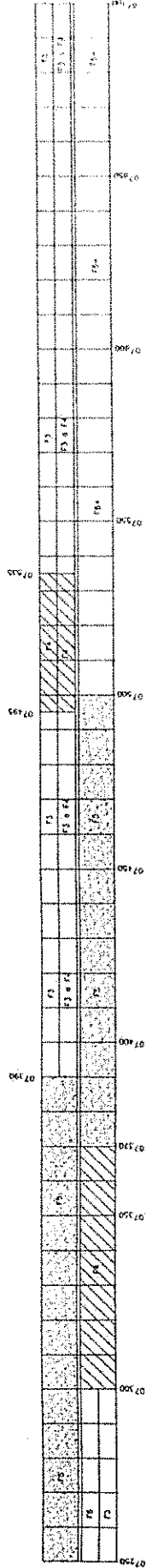
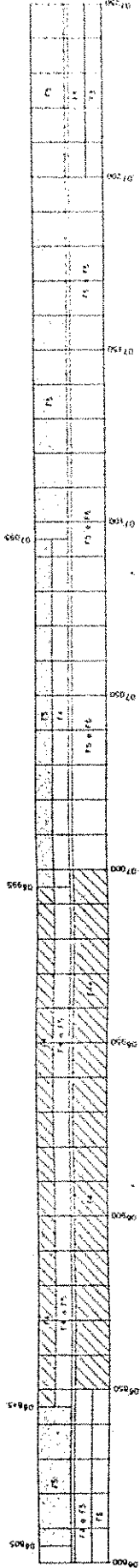
PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL GARCIA



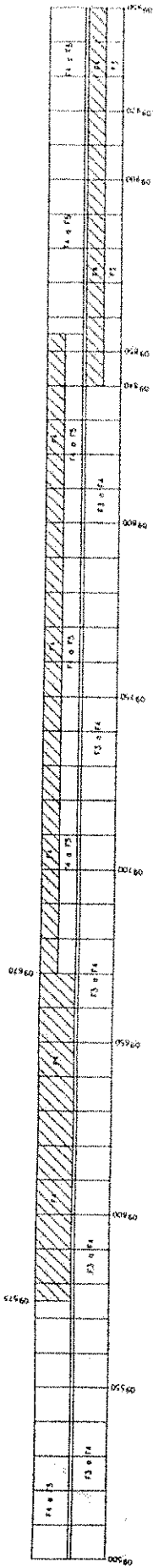
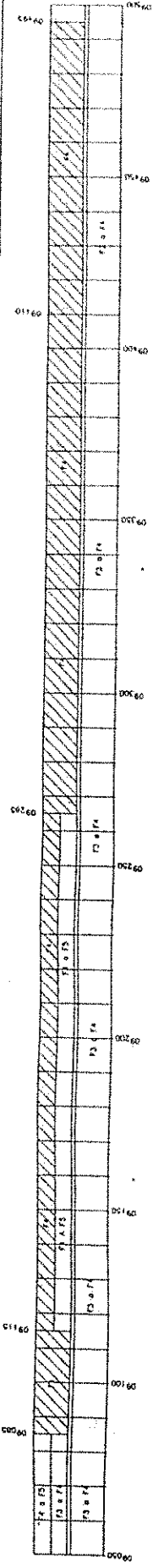
11	PROYECTO	15
M	O	T
AUTORISTA GENERAL CARRE		



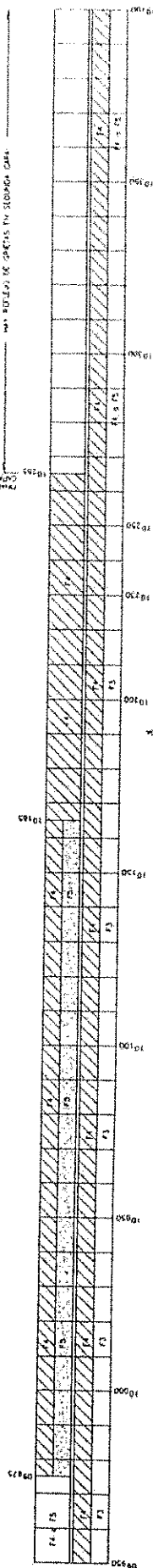
1	2
EXPEDIENTE:	
AUTOPISTA GENERAL CÁRDEAS 15	



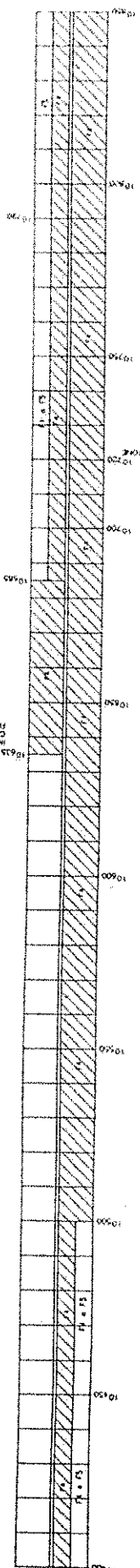
PROYECTO:  
 U. D. P. T.  
 AUTOPISTA GENERAL CARAS 15



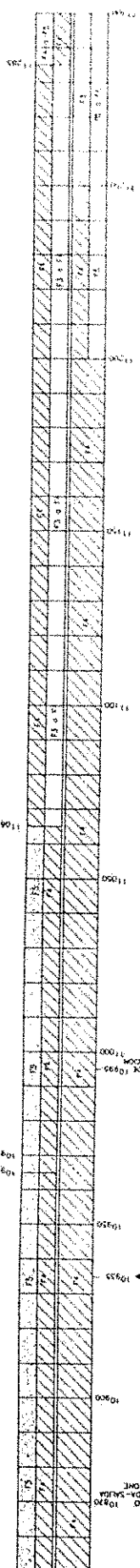
13



14



15



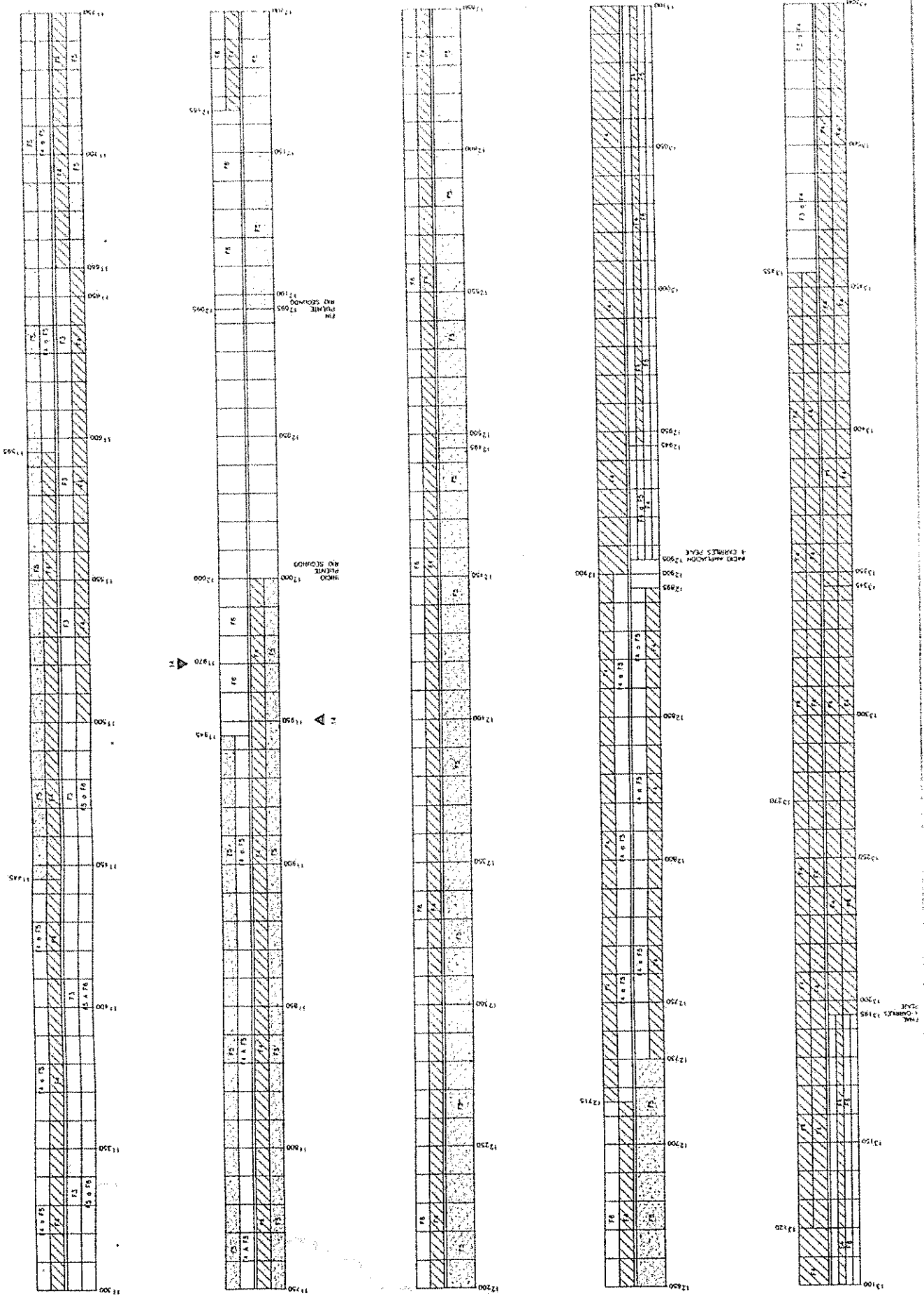
16

17

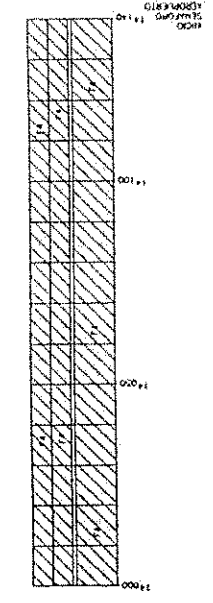
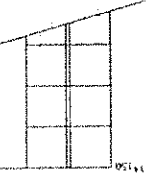
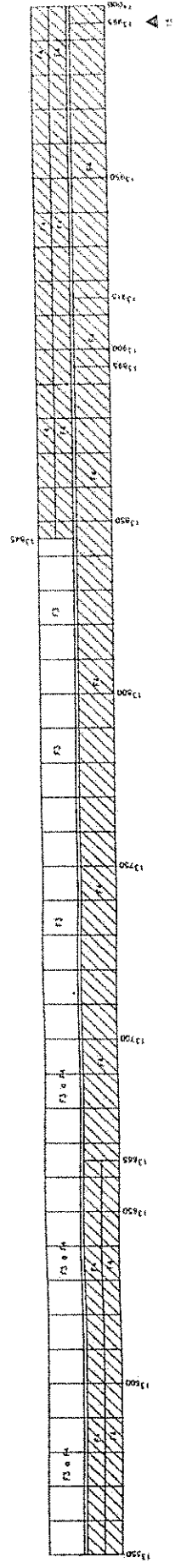
PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL GARAS

14

15



15	PROYECTO	15
M D P T	AUTOPISTA GENERAL CAÑAS	15

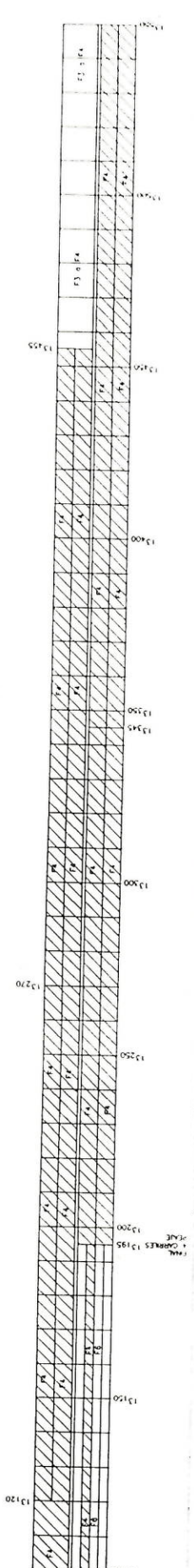
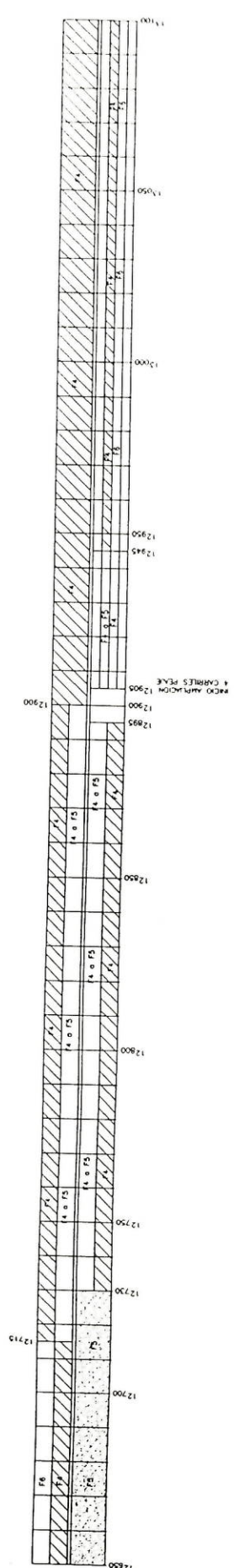
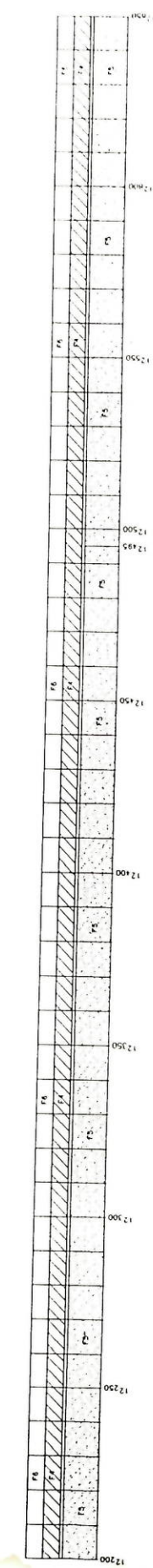
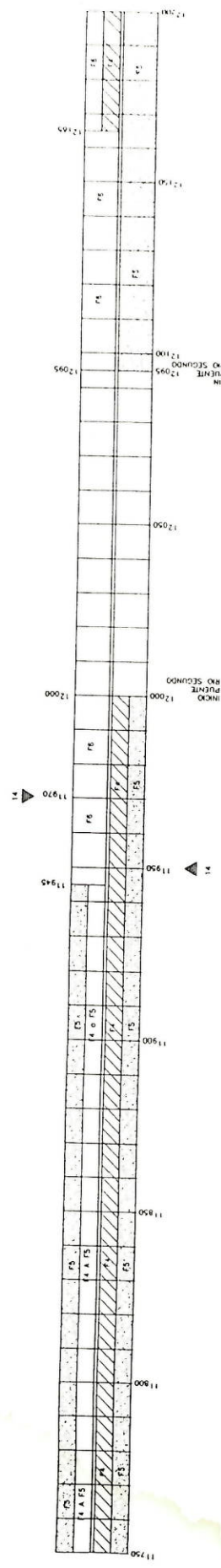
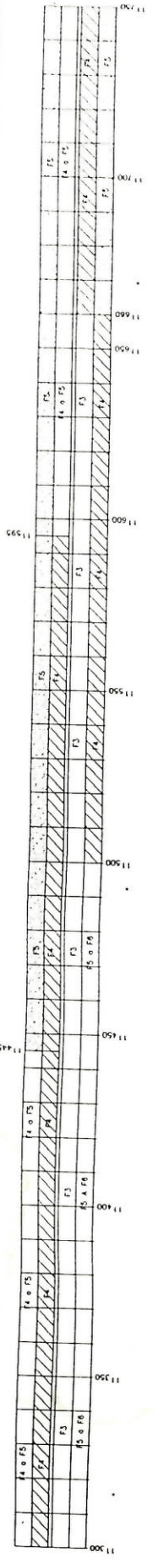


SIMBOLOGIA

- F1 y F2= Manifestaciones mínimas de agua, huacas o desplazamientos espaciales
- F3= Manifestación de agrietamiento por fisuras, grietas, grietamientos locales o áreas con "logorot"
- F4= Nivel de agua por fitejo especialmente en la capa asfáltica
- F5= Combinación de nivel severo de fitejo superficial con fisuras en las capas inferiores
- F6= Nivel de agua severo subterráneo y en las capas inferiores

- F1 y F2=
- F3=
- F4=
- F5=
- F6=

M. O. P. PROYECTO: AUTOPISTA GENERAL CÁRDAS 14 15



ESTRUCTURAS 13195  
PUNTE  
NO. SEGUNDO