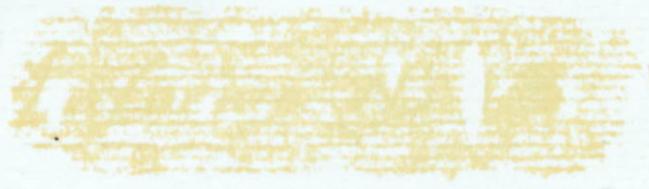


**MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**



**PROYECTO DE REHABILITACION  
DE VIAS URBANAS**

**INFORME DE AVANCE N° 3**

**DISTRITO PAVAS**

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



**NOVIEMBRE 1997**

MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

ZONA :PAVAS



Simbología :

G1 = [shaded box]

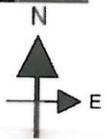
G3 = [shaded box]

G5 = [shaded box]

G2 = [shaded box]

G4 = [shaded box]

G6 = [shaded box]



**MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**PROYECTO DE REHABILITACION  
DE VIAS URBANAS**

# **INFORME DE AVANCE N° 3**

**DISTRITO PAVAS**

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



**NOVIEMBRE 1997**

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 3

### DISTRITO PAVAS

<b>Indice de Contenido</b>	<b>Página</b>
1- Objetivo y alcance	1
2- Estudios de tránsito y predicción de cargas por eje	1
3- Análisis deflectométrico	2
4- Estudio de laboratorio	2
5- Análisis estructural del pavimento	3
5.1 Análisis de la capacidad estructural	3
5.2 Diseño propuesto	13
6- Cuadro de cantidades	21
7- Conclusiones y recomendaciones	26
8- Especificaciones especiales	29
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	32
Anexo 2 : Secciones típicas del pavimento existente y ensayos de laboratorio	41
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	87
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas y sondeos realizados	104

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 3

### DISTRITO PAVAS

#### 1. OBJETIVO Y ALCANCE

Realizar un estudio de las condiciones actuales de los pavimentos, para readecuarlos estructuralmente a las condiciones futuras del tránsito.

Este informe se circunscribe a 6 rutas del distrito Pavas, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

G1: Del puente sobre circunvalación hacia el oeste, hasta el final del boulevard.

G2: Del Club de Computación de Costa Rica (triángulo), hasta Palí (Pavas).

G3: De Palí (Pavas) hacia el norte, hasta la intersección con el boulevard (triángulo).

G4: De Lavandería El Triángulo hacia el norte, hasta el final (calle sin salida).

G5: Del Bar La Amistad hacia el sur.

G6: De un taller mecánico hacia el este, hasta las oficinas de Pizza Hut (Pavas).

#### 2. ESTUDIOS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

Con base en los conteos de tránsito y composición vehicular, suministrados por la Municipalidad de San José, se hicieron las proyecciones de flujo vehicular hasta el año 2010.

De acuerdo con esta información se determinó la cantidad de solicitudes de carga, en términos de ejes equivalentes de 8200 kg, estimados estos a partir de dos escenarios probables de carga (bajo y alto) para el período de diseño antes indicado. En el Anexo 1 se muestran las tablas resumen de este análisis para cada una de las estaciones de conteo, y a continuación se presentan los rangos probables de solicitudes de carga, estimados para cada una de las vías contempladas en el presente estudio.

**Tabla 2.1 Rango probable de ejes equivalentes**

RUTA	EJES EQUIVALENTES * 10 <sup>6</sup> (8.2 ton) (rango probable)
G1	1.75 - 2.2
G2	0.4 - 0.6
G3	0.4 - 0.6
G4	1.0 - 1.2
G5	0.7 - 1.2
G6	6 - 7

### 3. ANALISIS DEFLECTOMETRICO

Se realizó un estudio de deflexiones por medio de la viga Benkelman, con una carga de 8200 kg en el eje trasero y una presión de inflado de 5.6 kg/cm<sup>2</sup>.

En virtud de la premura de tiempo con que se requiere ejecutar este estudio, se hizo una medición de deflexiones en la totalidad del proyecto, en el mes de abril. Posteriormente se repitió el ensayo en algunas de las vías, en la segunda mitad del mes de julio, para readecuar el comportamiento elástico del pavimento a las condiciones de humedad de los materiales en invierno.

En el Anexo 3 se presenta el perfil de deflexiones, en cada una de las rutas, así como su dispersión estadística.

En general los valores de deflexión obtenidos son muy altos, lo que denota insuficiencia estructural del pavimento. Es crítica la situación de las seis rutas, donde se obtuvieron los siguientes valores de deflexión en verano:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 <sup>-2</sup> )	Drr (mm*10 <sup>-2</sup> )(*)
G1	103.28	157.12
G2	105.14	199.12
G3	69.17	117.14
G4	86.73	142.79
G5	114.89	171.85
G6	116.34	182.74

(\*) Drr : deflexión de rebote (deflexión media más 2 desviaciones estandar).

### 4. ESTUDIO DE LABORATORIO

Como parte del diagnóstico, se hizo un estudio de laboratorio con base en sondeos a cielo abierto y se realizaron análisis del perfil del pavimento y de valoración visual de los materiales constitutivos, así como de sus características fisicomecánicas. En general se evaluaron los siguientes aspectos :

- Espesor de capas.
- Evaluación visual de los materiales constitutivos.
- Apreciación visual de la condición de las capas en el sitio de sondeo.
- Capacidad de soporte de la sub-rasante en sitio.
- Densidad de compactación en sitio.
- Capacidad de soporte en laboratorio de materiales de sub-rasante, sub-base y base.
- Granulometría, plasticidad y clasificación de materiales (sub-rasante, sub-base y base).

En el Anexo 2 se presenta el detalle de los resultados de los ensayos de laboratorio y el perfil de la estructura del pavimento en cada uno de los sondeos realizados.

Cabe destacar que coincidentemente con el perfil de deflexiones, se detectaron materiales de mala calidad, fuera de especificación y con gran variabilidad de espesores. En algunos casos no se detectó la capa de sub-base (sondeo: H37- X53) y predomina el sobretamaño, especialmente a nivel de la sub-base y la presencia de bases estabilizadas severamente agrietadas.

## **5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

### **5.1 Análisis de la capacidad estructural**

Con base en la información de campo y de laboratorio, se definieron las secciones típicas (probables) de cada una de las vías, y las características fundamentales de los materiales constitutivos.

Se diseñó la reconstrucción de los pavimentos, aplicando en primera instancia el modelo AASHTO, para lo cual se definieron para cada una de las rutas los siguientes parámetros :

- Rango probable de ejes equivalentes.
- Capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Desviación estándar global.
- Pérdida en el índice de servicio (psi).
- Valor del índice de servicio al final del período de diseño del pavimento.

Con base en dichos parámetros se determinó la capacidad estructural requerida en cada una de las rutas, en términos del número estructural SN (AASHTO).

En las Tablas 5.1, 5.2 , 5.3 , 5.4 y 5.5 se resumen los resultados de este análisis.

Puede notarse en estas tablas que se evalúa el valor SN para diferentes valores de módulo de la sub-rasante, lo cual obedece a diferentes tipos de suelos detectados, y también que en cada caso se determinó el rango probable de capacidad de soporte de esta capa.

Posteriormente se hizo un análisis de esfuerzos y deformaciones, por medio de un modelo multicapa elástico, con el propósito de determinar la capacidad a fatiga del pavimento, por deformaciones unitarias de tensión en la capa asfáltica y por deformaciones verticales, tipo rodadura, en la sub-rasante. En todos los casos se obtuvo que la capacidad estructural a fatiga del pavimento, supera el número de repeticiones de carga previstos para el período de diseño.

En las Tablas 5.6 a 5.12 se resumen los resultados de este análisis.

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : PAVAS

RUTA : G1

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.75E+06	6.243038049	-1.65	0.35	3.85806	4.85806	2.3	6000	0.000504	6.2435423
1.75E+06	6.243038049	-1.29	0.35	3.70115	4.70115	2.3	6000	0.000372	6.24340982
2.20E+06	6.342422681	-1.65	0.35	3.98514	4.98514	2.3	6000	0.000433	6.34285538
2.20E+06	6.342422681	-1.29	0.35	3.82447	4.82447	2.3	6000	0.000454	6.34287712
1.75E+06	6.243038049	-1.65	0.35	3.66496	4.66496	2.3	7000	2.29E-05	6.24306091
1.75E+06	6.243038049	-1.29	0.35	3.51435	4.51435	2.3	7000	2.43E-05	6.24306232
2.20E+06	6.342422681	-1.65	0.35	3.78725	4.78725	2.3	7000	1.2E-05	6.34243464
2.20E+06	6.342422681	-1.29	0.35	3.63273	4.63273	2.3	7000	1.27E-05	6.3424354

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad (90 y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : PAVAS

RUTA : G2-G3

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
4.00E+05	5.60205999	-1.65	0.35	2.94892	3.94892	2.3	7000	-0.000406	5.60165445
4.00E+05	5.602059991	-1.29	0.35	2.82264	3.82264	2.3	7000	-0.00041	5.60165027
6.00E+05	5.77815125	-1.65	0.35	3.13311	4.13311	2.3	7000	-0.000397	5.77775456
6.00E+05	5.77815125	-1.29	0.35	3.00039	4.00039	2.3	7000	-0.000403	5.77774786
4.00E+05	5.602059991	-1.65	0.35	2.81436	3.81436	2.3	8000	-0.000286	5.60177403
4.00E+05	5.602059991	-1.29	0.35	2.69284	3.69284	2.3	8000	-0.000288	5.60177184
6.00E+05	5.77815125	-1.65	0.35	2.99168	3.99168	2.3	8000	-0.000281	5.77787027
6.00E+05	5.77815125	-1.29	0.35	2.8639	3.8639	2.3	8000	-0.000285	5.77786649

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad (90 y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.3 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : PAVAS

RUTA : G4

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.30064	4.30064	2.3	7500	0.000245	6.00024493
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.16217	4.16217	2.3	7500	0.000267	6.00026671
1.20E+06	6.079181246	-1.65	0.35	3.38928	4.38928	2.3	7500	-0.000518	6.07866299
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.24862	4.24862	2.3	7500	0.000253	6.07943419
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.1621	4.1621	2.3	8500	0.000313	6.00031332
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.02838	4.02838	2.3	8500	0.000326	6.00032592
1.20E+06	6.079181246	-1.65	0.35	3.24856	4.24856	2.3	8500	0.000304	6.07948541
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.11186	4.11186	2.3	8500	0.000318	6.07949933

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad (90 y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.4 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : PAVAS

RUTA : G5

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
7.00E+05	5.8450980	-1.65	0.35	3.20675	4.20675	2.3	7000	0.000697	5.8457946
7.00E+05	5.8450980	-1.29	0.35	3.07153	4.07153	2.3	7000	0.000747	5.84584458
1.20E+06	6.079181246	-1.65	0.35	3.47011	4.47011	2.3	7000	6.15E-05	6.0792428
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.3259	4.3259	2.3	7000	6.96E-05	6.07925085
7.00E+05	5.8450980	-1.65	0.35	3.06175	4.06175	2.3	8000	2.97E-06	5.84510101
7.00E+05	5.8450980	-1.29	0.35	2.93152	3.93152	2.3	8000	3.92E-06	5.84510196
1.20E+06	6.079181246	-1.65	0.35	3.31637	4.31637	2.3	8000	0.000127	6.07930872
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.17734	4.17734	2.3	8000	0.000134	6.07931489
7.00E+05	5.8450980	-1.65	0.35	3.37891	4.37891	2.3	6000	-0.000348	5.84474982
7.00E+05	5.8450980	-1.29	0.35	3.23775	4.23775	2.3	6000	-0.000359	5.84473862
1.20E+06	6.079181246	-1.65	0.35	3.65418	4.65418	2.3	6000	-0.000321	6.0788602
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.5039	4.5039	2.3	6000	-0.000336	6.07884513

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad (90 y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.5 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : PAVAS

RUTA : G6

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
6.00E+06	6.7781513	-1.65	0.35	4.57812	5.57812	2.3	6000	-0.000724	6.7774276
6.00E+06	6.7781513	-1.29	0.35	4.39983	5.39983	2.3	6000	-0.000797	6.77735457
7.00E+06	6.84509804	-1.65	0.35	4.68024	5.68024	2.3	6000	0.002934	6.84803158
7.00E+06	6.84509804	-1.29	0.35	4.49488	5.49488	2.3	6000	-7.67E-05	6.84502138
6.00E+06	6.7781513	-1.65	0.35	4.35928	5.35928	2.3	7000	-0.000679	6.7774721
6.00E+06	6.7781513	-1.29	0.35	4.18731	5.18731	2.3	7000	-0.000752	6.77739887
7.00E+06	6.84509804	-1.65	0.35	4.45356	5.45356	2.3	7000	-4.72E-05	6.84505085
7.00E+06	6.84509804	-1.29	0.35	4.27894	5.27894	2.3	7000	-5.98E-05	6.84503822

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad (90 y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

TABLA 5.6 : Análisis de fatiga.

Ruta : G1 (Alternativa 1)

RUTA	$E_1$ (Psi)	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_z : Z=0$ (pulg)	$U_z : Z=0$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (3,94)$	$e_c = (15,365)$	NF <sub>1</sub>	ND
G1	200000	14085	0.028	71.120	1.86E-05	4.51E-04	8.75E+09	1.30E+06
G1	300000	21127	0.0266	67.564	1.49E-05	4.14E-04	1.28E+10	1.91E+06
G1	200000	14085	0.0267	67.818	3.74E-05	3.87E-04	8.78E+08	2.58E+06
G1	300000	21127	0.0254	64.516	1.36E-05	3.55E-04	1.73E+10	3.80E+06

E : módulo resiliente (kg/cm2).

Uz : desplazamiento vertical total del pavimento (mm\*10<sup>-2</sup>).

Et (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

Ec (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

NF 1 : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

NF 2 : Número de repeticiones de carga admisibles en la sub-rasante.

TABLA 5.7 : Análisis de fatiga.

Ruta : G1 (Alternativa 2)

RUTA	$E_1$ (Psi)	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_z : Z=0$ (pulg)	$U_z : Z=0$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (4,33)$	$e_c = (14,385)$	NF <sub>1</sub>	ND
G1	200000	14085	0.028	71.120	7.32E-06	4.17E-04	1.88E+11	1.85E+06
G1	300000	21127	0.0263	66.802	2.23E-05	3.84E-04	3.41E+09	2.67E+06
G1	200000	14085	0.0269	68.326	2.61E-05	3.51E-04	2.87E+09	4.00E+06
G1	300000	21127	0.0251	63.754	5.36E-06	3.23E-04	3.71E+11	5.80E+06

TABLA 5.8 : Análisis de fatiga.

Rutas : G2 - G3

RUTA	E <sub>1</sub> (Psi)	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z : Z=0</sub> (pulg)	U <sub>z : Z=0</sub> (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t = (3.35)</sub>	e <sub>c = (12.225)</sub>	NF <sub>1</sub>	ND
G2-G3	200000	14085	0.0294	74.676	4.26E-05	5.65E-04	5.72E+08	4.74E+05
G2-G3	300000	21127	0.0281	71.374	2.71E-06	5.23E-04	3.50E+12	6.71E+05
G2-G3	200000	14085	0.0278	70.612	5.90E-05	4.76E-04	1.96E+08	1.02E+06
G2-G3	300000	21127	0.0266	67.564	3.14E-05	4.39E-04	1.10E+09	1.47E+06

TABLA 5.9 : Análisis de fatiga.

Ruta : G4 (Alternativa 1)

RUTA	E <sub>1</sub> (Psi)	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z : Z=0</sub> (pulg)	U <sub>z : Z=0</sub> (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t = (3.54)</sub>	e <sub>c = (12.635)</sub>	NF <sub>1</sub>	ND
G4	200000	14085	0.0307	77.978	3.51E-05	6.01E-04	1.08E+09	3.60E+05
G4	300000	21127	0.0292	74.168	4.53E-06	5.53E-04	6.46E+11	5.22E+05
G4	200000	14085	0.0292	74.168	5.50E-05	5.15E-04	2.47E+08	7.18E+05
G4	300000	21127	0.0277	70.358	2.55E-05	4.71E-04	2.19E+09	1.07E+06

TABLA 5.10 : Análisis de fatiga.

Ruta : G4 (Alternativa 2)

RUTA	$E_1$ (Psi)	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_{z: z=0}$ (pulg)	$U_{z: z=0}$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (3.54)$	$e_c = (12.415)$	NF <sub>1</sub>	ND
G4	200000	14085	0.0292	74.168	3.44E-05	5.50E-04	1.16E+09	5.35E+05
G4	300000	21127	0.0279	70.866	3.76E-06	5.08E-04	1.19E+12	7.64E+05
G4	200000	14085	0.0276	70.104	5.21E-05	4.64E-04	2.95E+08	1.15E+06
G4	300000	21127	0.0264	67.056	2.52E-05	4.27E-04	2.28E+09	1.66E+06

TABLA 5.11 : Análisis de fatiga.

Ruta : G5

RUTA	$E_1$ (Psi)	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_{z: z=0}$ (pulg)	$U_{z: z=0}$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (4.33)$	$e_c = (13.995)$	NF <sub>1</sub>	ND
G5	200000	14085	0.0282	71.628	7.64E-06	4.40E-04	1.64E+11	1.45E+06
G5	300000	21127	0.0265	67.310	2.25E-05	4.05E-04	3.31E+09	2.11E+06
G5	200000	14085	0.0269	68.326	2.71E-05	3.72E-04	2.53E+09	3.08E+06
G5	300000	21127	0.0253	64.262	5.46E-06	3.41E-04	3.49E+11	4.55E+06

TABLA 5.12 : Análisis de fatiga.

Ruta : G6

RUTA	$E_1$ (Psi)	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_{z: Z=0}$ (pulg)	$U_{z: Z=0}$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (5.51)$	$e_c = (15.175)$	NF <sub>1</sub>	ND
G6	200000	14085	0.0275	69.850	2.10E-05	3.81E-04	5.87E+09	2.77E+06
G6	300000	21127	0.0225	57.150	3.59E-05	3.48E-04	7.11E+08	4.15E+06
G6	200000	14085	0.0265	67.310	7.00E-06	3.73E-04	2.18E+11	3.05E+06
G6	300000	21127	0.0245	62.230	1.55E-05	2.95E-04	1.13E+10	8.70E+06

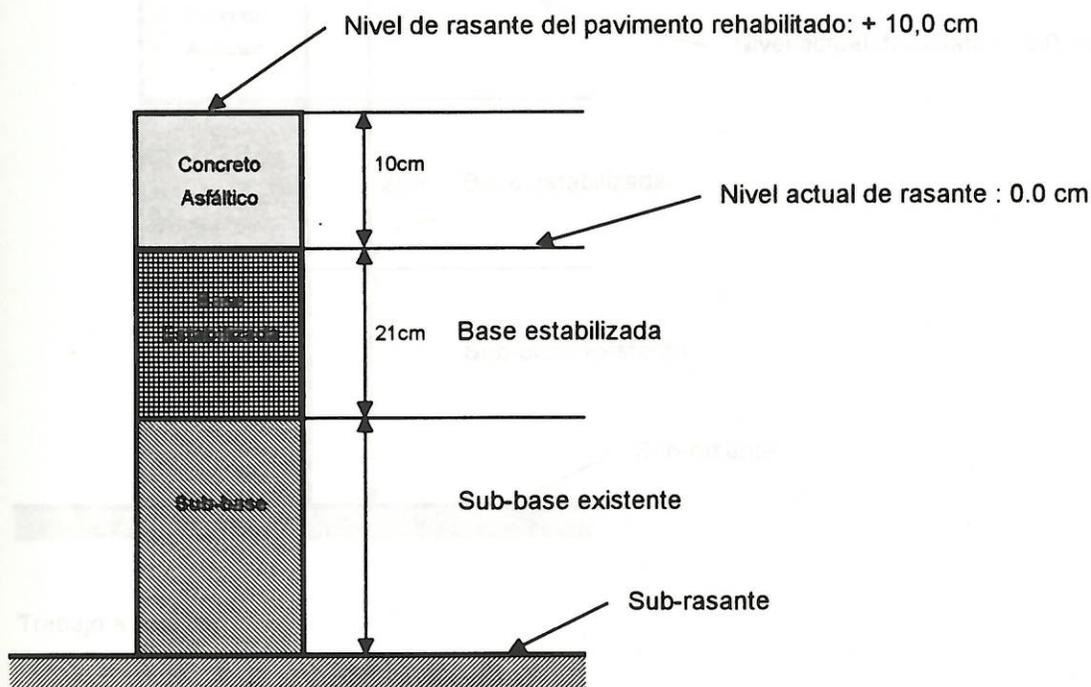
## 5.2 DISEÑO PROPUESTO

En los croquis siguientes se detalla la solución estructural propuesta para cada una de la vías.

### PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA G1 : Del puente sobre circunvalación hacia el oeste, hasta el final del boulevard.**

#### ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

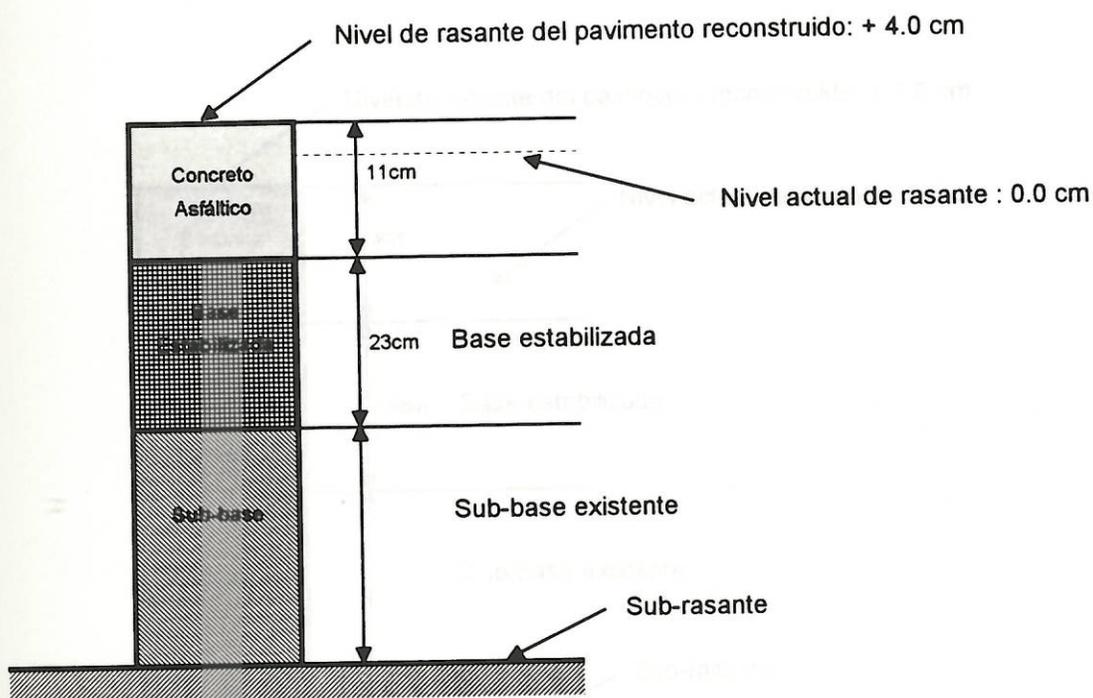
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 21 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 10 cm.
- El nivel de rasante sube 10 cm.

## PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA G1 : Del puente sobre circunvalación hacia el oeste, hasta el final del boulevard.

G3: De Paif (Paseo) hacia el norte hasta la intersección con el boulevard (triangular).

### ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar :

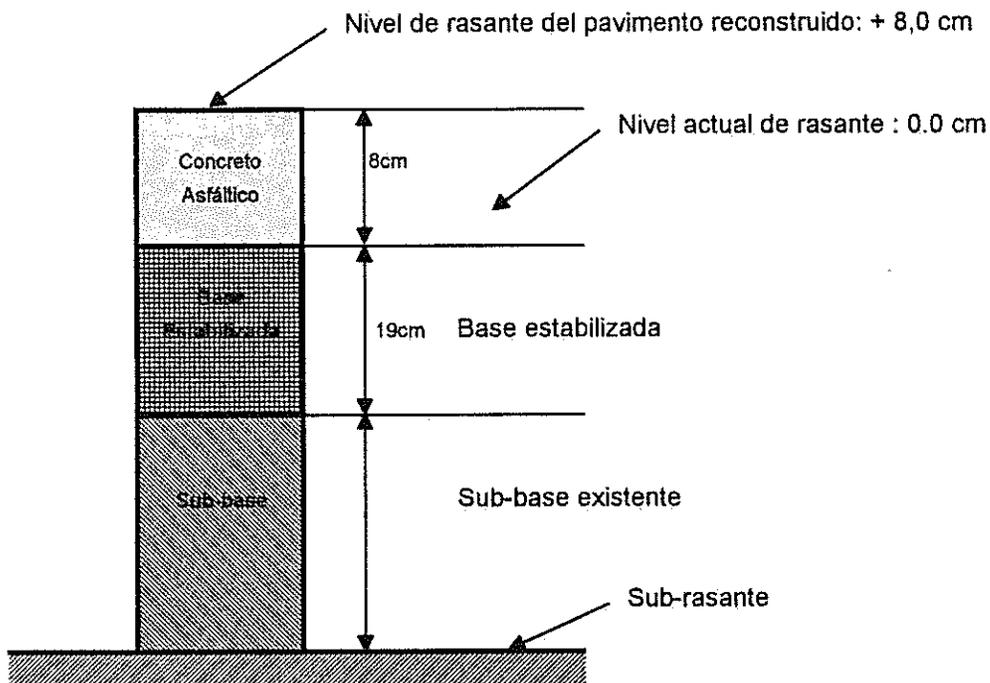
- Remover los primeros 7 cm.
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 23 cm.
- Colocar una capa asfáltica de 11 cm.
- El nivel de rasante sube 4.0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

G2: Del Club de Computación de Costa Rica (triángulo), hasta Palí (Pavas).

G3: De Palí (Pavas) hacia el norte, hasta la intersección con el boulevard (triángulo).

### ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

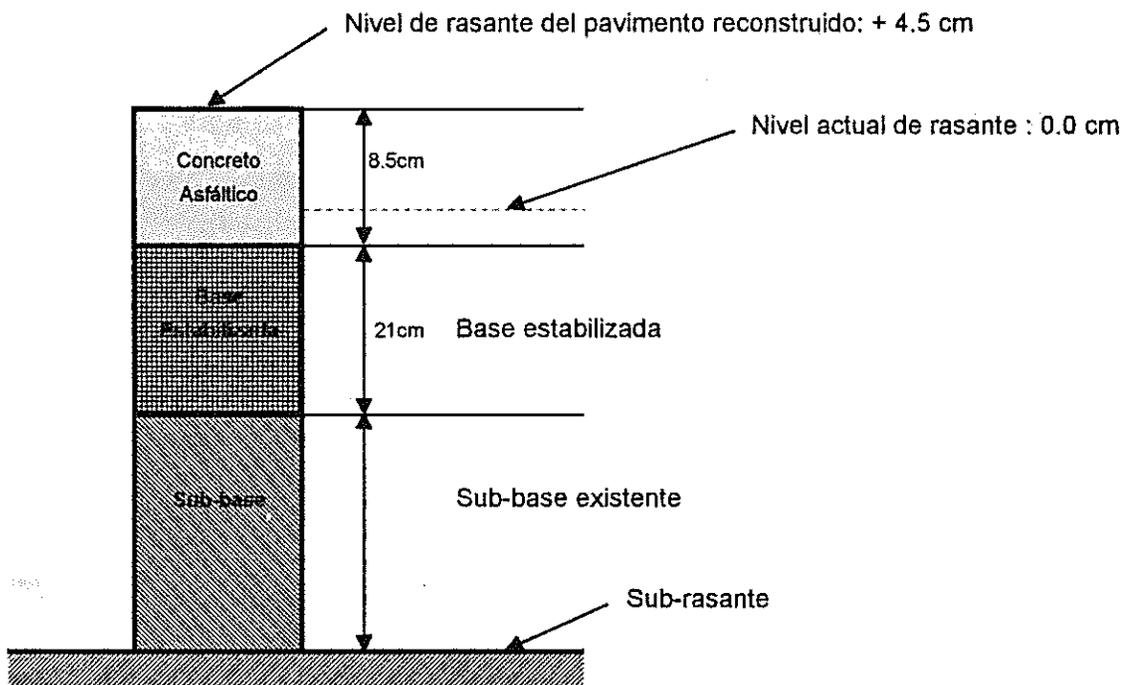
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 19 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 8 cm.
- El nivel de rasante sube 8 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

G2: Del Club de Computación de Costa Rica (triángulo), hasta Palí (Pavas).

G3: De Palí (Pavas) hacia el norte, hasta la intersección con el boulevard (triángulo).

### ALTERNATIVA 2



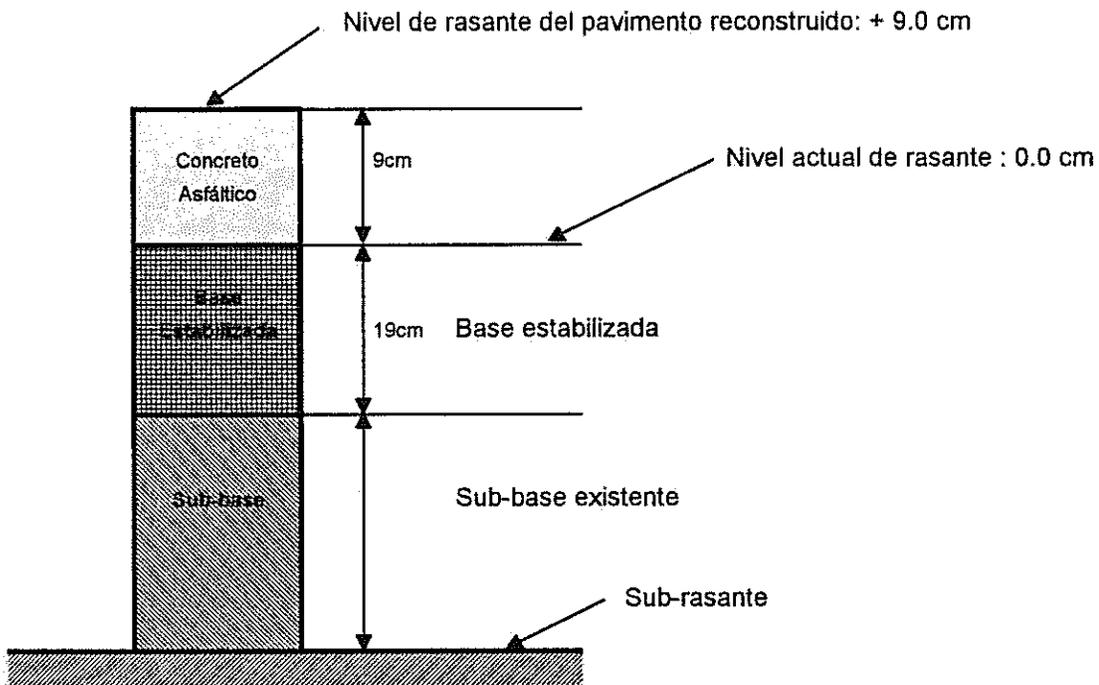
Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 4 cm.
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 21 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 8.5 cm.
- El nivel de rasante sube 4.5 cm.

## PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

G4: De Lavandería El Triángulo hacia el norte, hasta el final (calle sin salida).

### ALTERNATIVA 1



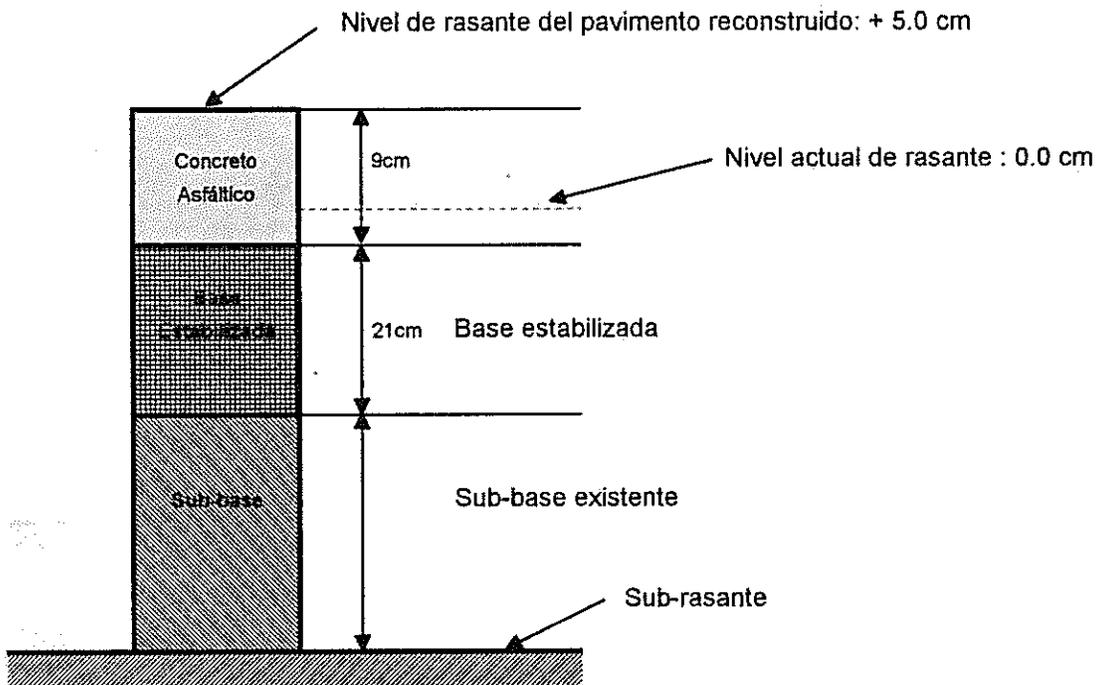
Trabajo a realizar :

- Escarificar y colocar una base estabilizada de 19 cm.
- Colocar una capa asfáltica de 9 cm.
- El nivel de rasante sube 9.0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

G4: De Lavandería El Triángulo hacia el norte, hasta el final (calle sin salida).

### ALTERNATIVA 2

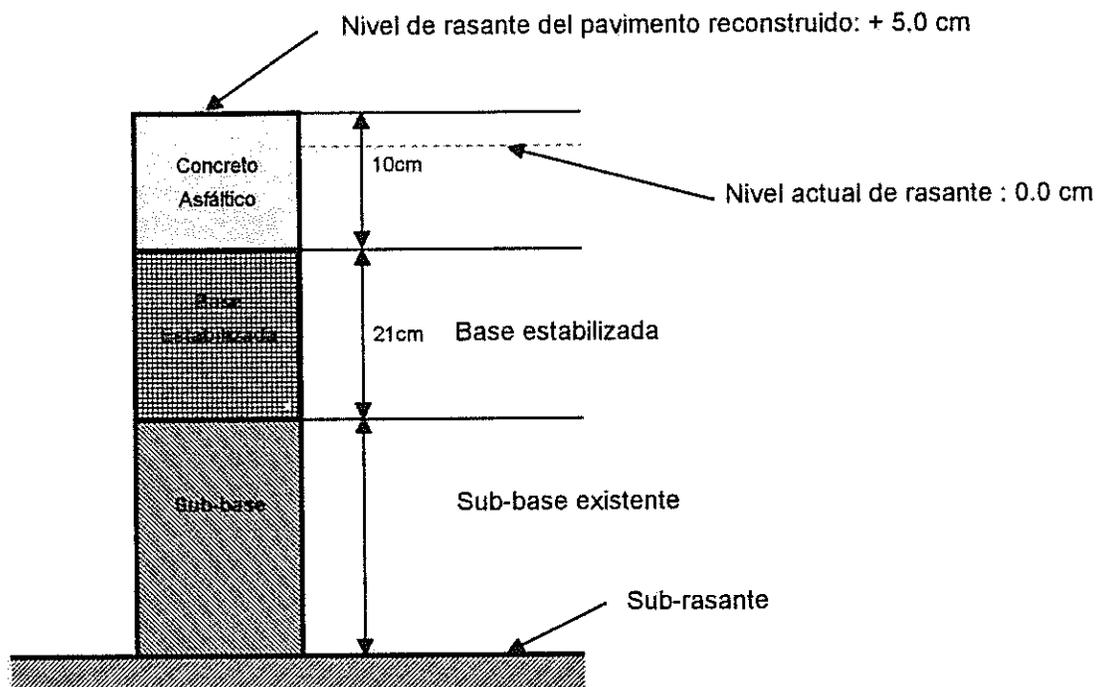


Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 4 cm.
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 21 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 9.0 cm.
- El nivel de rasante sube 5.0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

G5: Del Bar La Amistad hacia el sur.

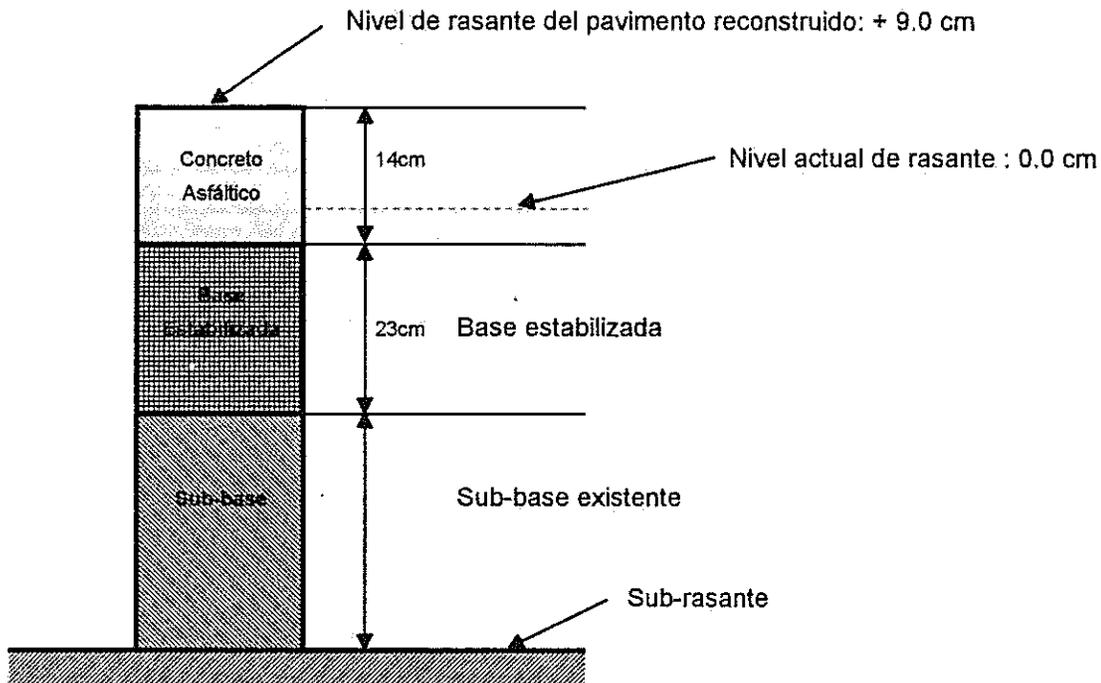


Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 5 cm.
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 21 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 10.0 cm.
- El nivel de rasante sube 5.0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

G6: De un taller mecánico hacia el este, hasta las oficinas de Pizza Hut (Pavas).



Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 5 cm.
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 23 cm.
- Colocar una carpeta asfáltica de 14 cm.
- El nivel de rasante sube 9.0 cm.

## 6. CUADRO DE CANTIDADES

Se presenta a continuación los datos relativos a la sección típica y cantidades estimadas de obra a ejecutar, en cada una de las rutas. Asimismo, al final de este cuadro se presentan las secciones típicas transversales del los diferentes tramos de cada uno de las vías analizadas.

RUTA : G1	ALTERNATIVA 1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y estabilización de pavimento existente		24050	0.21	5051
Colocación y conformación de capa asfáltica		24050	0.1	2405

RUTA : G1	ALTERNATIVA 2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		24050	0.07	1684
Escarificación y estabilización del pavimento existente		24050	0.23	5532
Colocación y conformación de capa asfáltica		24050	0.11	2646

RUTA : G2	ALTERNATIVA 1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y estabilización de pavimento existente		2580	0.19	490
Colocación y conformación de capa asfáltica		2580	0.08	206

RUTA : G2	ALTERNATIVA 2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		2580	0.04	103
Escarificación y estabilización del pavimento existente		2580	0.21	542
Colocación y conformación de capa asfáltica		2580	0.085	219

RUTA : G3	ALTERNATIVA 1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y estabilización de pavimento existente		2525	0.19	480
Colocación y conformación de capa asfáltica		2525	0.08	202

RUTA : G3	ALTERNATIVA 2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		2525	0.04	101
Escarificación y estabilización del pavimento existente		2525	0.21	530
Colocación y conformación de capa asfáltica		2525	0.085	215

RUTA : G4	ALTERNATIVA 1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y estabilización de pavimento existente		8845	0.19	1681
Colocación y conformación de capa asfáltica		8845	0.09	796

RUTA : G4	ALTERNATIVA 2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		8845	0.04	354
Escarificación y estabilización del pavimento existente		8845	0.21	1857
Colocación y conformación de capa asfáltica		8845	0.09	796

RUTA : G5		area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		3636	0.05	182
Escarificación y estabilización del pavimento existente		3636	0.21	764
Colocación y conformación de capa asfáltica		3636	0.1	364

RUTA : G6		area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		13066	0.05	653
Escarificación y estabilización del pavimento existente		13066	0.23	3005
Colocación y conformación de capa asfáltica		13066	0.14	1829

ZONA : PAVAS			RUTA : G1		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la bahía	Ancho del puente = 16 m
7	200	1400		Cordón ambos lados de la bahía	Pavimento de concreto
			200	Cordón ambos lados de la bahía	Inicio pavimento asfalto
8	300	2400		Cordón ambos lados de la bahía	Boulevard con isla divisoria
			500	Cordón ambos lados de la bahía	en el centro de 2 m de ancho.
8	300	2400		Cordón ambos lados de la bahía	
			800	Cordón ambos lados de la bahía	
8	400	3200		Cordón ambos lados de la bahía	
			1200	Cordón ambos lados de la bahía	
18	300	5400		Cordón ambos lados de la bahía	
			1500	Cordón ambos lados de la bahía	
18.5	500	9250		Cordón ambos lados de la bahía	
			2000	Cordón ambos lados de la bahía	
<b>TOTALES</b>	<b>2000</b>	<b>24050</b>			

Nota = el ancho de calzada, es tomado considerando la suma de los cuatro carriles ( 2 carriles por sentido)

ZONA : PAVAS			RUTA : G2		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	150	1215		Cordón ambos lados de la vía	Fin de la intersección , sigue
			150	Cordón ambos lados de la vía	calle de dos carriles sin
9.1	150	1365		Cordón ambos lados de la vía	isla en el centro
			300	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>300</b>	<b>2580</b>			

Nota = el ancho de calzada, es tomado considerando la suma de los cuatro carriles ( 2 carriles por sentido)

ZONA : PAVAS			RUTA : G3		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
9.05	100	905		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	Inicia isla divisoria en el centro
8.1	200	1620		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>300</b>	<b>2525</b>			

Nota = el ancho de calzada, es tomado considerando la suma de los cuatro carriles ( 2 carriles por sentido)

ZONA : PAVAS			RUTA : G4		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	Pavimento de asfalto
7.95	300	2385		Cordón ambos lados de la vía	Ee presenta isla divisoria.
			300	Cordón ambos lados de la vía	2m de ancho.
8.1	300	2430		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
8	200	1600		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón ambos lados de la vía	En este punto, se reduce la calzada a un sólo carril.
8.1	300	2430		Cordón ambos lados de la vía	
			1100	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>1100</b>	<b>8845</b>			

Nota = el ancho de calzada, es tomado considerando la suma de los cuatro carriles ( 2 carriles por sentido)

ZONA : PAVAS			RUTA : G5		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.25	150	1238		Cordón ambos lados de la vía	
			150	Cordón ambos lados de la vía	
8.3	200	1660		Cordón ambos lados de la vía	A partir del estacionamiento
			350	Cordón ambos lados de la vía	de 250 m , se inicia un recarpe-
8.2	90	738		Cordón ambos lados de la vía	teo hasta los 440 m.
			440	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	440	3636			

ZONA : PAVAS			RUTA : G6		
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.3	400	3320		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
8.2	200	1640		Cordón sólo lado derecho	
			600	Cordón sólo lado derecho	
7.4	200	1480		Cordón sólo lado derecho	
			800	Cordón sólo lado derecho	
8.15	200	1630		Cordón sólo lado derecho	
			1000	Cordón sólo lado derecho	
7.7	200	1540		Cordón sólo lado derecho	
			1200	Cordón ambos lados de la vía	
7.85	200	1570		Cordón ambos lados de la vía	A partir de los 1300m inicia
			1400	Cordón ambos lados de la vía	un recarpeto hasta el final de
8.2	230	1886		Cordón ambos lados de la vía	la ruta.
			1630	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1630	13066			

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), los pavimentos muestran un déficit importante de capacidad estructural.
2. Los estudios de laboratorio muestran que en muchos de los sondeos realizados, los materiales constitutivos del pavimento son deficientes en conformación, espesores o calidad de los mismos. Tal es el caso, por ejemplo, de los materiales que en algunos casos se detectaron a nivel de sub-rasante, sub-base y base (materiales con mala graduación, capas granulares contaminadas con arcilla, suelos orgánicos, inexistencia de algunas de las capas, etc).
3. En algunos sondeos solo se detectó una capa entre la sub-rasante y la capa asfáltica.
4. Los problemas más típicos que se detectaron a nivel de la sub-rasante en algunos sondeos fueron : falta de compactación, presencia de suelos orgánicos que debieron sustituirse por otros de mejor calidad y arcillas plasticidad media - alta.
5. Del análisis de fatiga se concluye que la sub-rasante, desde el punto de vista de falla por fatiga, es susceptible a la variación de módulos en la capa de base. Por tanto deben cumplirse estrictamente las especificaciones respecto a la calidad de la base.
6. A nivel de sub-base se detectaron, en algunos de los sondeos, situaciones como las siguientes:
  - Mucha variación en espesores.
  - Materiales con graduación inadecuada, sobre todo por sobretamaño.
  - Contaminación por finos arcillosos.
  - Falta de compactación en algunos casos.
  - Inexistencia de esta capa en algunos sondeos.
7. A nivel de base se encontró :
  - Capas de poco espesor.
  - En algunos casos se construyeron bases de lastre (tobas).
  - Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, escasa compactación.
  - Contaminación por finos arcillosos.
  - Graduación con sobretamaño.
8. Capa asfáltica o de concreto hidráulico :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de escaso espesor, aunque también se encontró tratamiento superficial en uno de los sondeos de la ruta G - 6..

El pavimento asfáltico muestra condiciones avanzadas de oxidación, desprendimientos y agrietamiento severo, con algunas deficiencias de conformación y de drenaje superficial.

En general todos los pavimentos, por su escasa capacidad estructural, se encuentran en condición de deterioro severo y requieren de reconstrucción.

9. Los resultados obtenidos en los sondeos muestran que la estructura de los pavimentos es heterogénea en espesores y tipo de materiales. Por lo tanto, al momento de proceder a realizar el trabajo de reconstrucción es muy probable que se presenten situaciones especiales que no fueron detectadas en estas perforaciones.

10. Teniendo en cuenta la condición y calidad de los materiales constitutivos de estos pavimentos, la alternativa de rehabilitarlos por medio de la escarificación y estabilización de las capas superiores, tienen implícito los siguientes riesgos:

- Por la variabilidad de los espesores, podría eventualmente presentarse la situación de que el espesor que se debe escarificar supere el espesor total del pavimento existente, lo que implica que se estaría llegando a nivel de la sub-rasante, en cuyo caso deben tomarse en el sitio las medidas que corresponda.

- Como es imposible detectar por medio de los sondeos, todas las posibles situaciones que presentan las capas inferiores y la sub-rasante, esta opción de rehabilitación deja la incertidumbre de que no se tiene certeza absoluta de la calidad y propiedades de los materiales a dicho nivel del pavimento.

- Esta opción de rehabilitación obliga a un detallado estudio en laboratorio que garantice el comportamiento adecuado de la estabilización en el largo plazo, especialmente cuando se tritura concreto asfáltico o capas estabilizadas, condición que debe garantizarse con un adecuado estudio de laboratorio que garantice su comportamiento en el largo plazo y con un estricto control de calidad durante la ejecución de la obras, haciendo cumplir todos los requerimientos de calidad de la base estabilizada, incluido la granulometría y la homogeneidad del proceso constructivo (espesores, humedad, compactación, dosificación de aditivo, etc).

11. Debe realizarse un riguroso control de calidad que garantice la calidad de la obra ejecutada. Conviene que en los términos de referencia quede suficientemente claro el marco de especificaciones, así como los criterios de aceptación, rechazo y penalización de obra por deficiencias en los trabajos a ejecutar.

12. De forma especial se subraya la necesidad de realizar un minucioso trabajo de inspección en, la conformación y compactación de la sub-rasante y de la capa de sub-base.

Los siguientes son algunos de los aspectos más importantes a considerar :

- a- Cuando se excava hasta el nivel de sub-rasante (reconstrucción total), o cuando se escarifica parcialmente la sub-base existente, debe garantizarse que la sub-base y la sub-rasante esté debidamente compactada y que no existan suelos de mala calidad a ese nivel, en cuyo caso debe hacerse una sustitución de material. Por lo tanto debe preverse un ítem para sustitución y conformación de sub-rasante.

Al momento de realizar este trabajo, podría también detectarse la necesidad de construir algún sub-drenaje, situación que debe preverse en el contrato.

b- Cuando se escarifique parcialmente la sub-base, debe inspeccionarse cuidadosamente la capa que queda como sub-base de las nuevas capas del pavimento. Los problemas típicos que se pueden detectar son: deficiencias de espesor, contaminación por finos plásticos, saturación, falta de compactación, deficiencias granulométricas (especialmente sobre-tamaño), presencia de escombros, capas de piedra o capas de pavimentos antiguos. Todo esto debe analizarse cuidadosamente en el momento de realizar la excavación, para garantizar que la capa de sub-base cumpla con los requerimientos del CR-77.

13. Teniendo en cuenta la variación de espesores de capas y calidad de materiales, detectada en los sondeos, es de esperar que las estimaciones previstas en el cuadro de cantidades sufran variaciones al momento de ejecutar los trabajos.

Además, conviene dejar previsto en el contrato algunos ítemes que podrían requerirse eventualmente en los proyectos, como por ejemplo:

- Limpieza de espaldones.
- Conformación de cordón y caño.
- Limpieza de alcantarillas y tragantes.
- Revestimiento de cunetas y espaldones.
- Construcción de sub-drenajes.
- Sustitución de sub-base existente.
- Sustitución de suelo de sub-rasante.

14. Cuando se aplique la alternativa de rehabilitación por medio de la escarificación y estabilización de las capas superiores existentes, debe hacerse una inspección cuidadosa en el momento de la escarificación para verificar que el material sub-yacente a esta capa, corresponde a una sub-base debidamente compactada. Caso contrario debe corregirse la anomalía que se detecte.

15. Es preferible construir la base estabilizada mezclada en planta. Con esto se garantiza una mejor calidad de la obra. Asimismo, debe diseñarse adecuadamente en laboratorio el proceso de estabilización, de modo que se utilicen las dosificaciones adecuadas de estabilizante, y que además el proceso de estabilización se garantice en el largo plazo.

16. El concreto asfáltico, debe construirse con lo más altos estándares de calidad. Conviene dejar bien claro en el cartel de licitación todo el proceso que debe seguir el contratista para garantizar la calidad de estos materiales, incluidos los requerimientos para presentar a aprobación los diseños de mezcla, y los criterios de aceptación y rechazo.

17. Respecto a la graduación y algunas otras exigencias, se sugiere que en el cartel de licitación se establezcan normas especiales más allá de las exigencias del CR-77.

18. Se sugiere que el cartel de licitación y el proceso de control para el aseguramiento de la calidad queden claramente establecidos, previo al proceso licitatorio.

19. Por tratarse de vías urbanas, el tiempo de ejecución de los trabajos debe ser un criterio a considerar en la selección de ofertas. No obstante, este aspecto debe manejarse paralelamente con los procedimientos que se establezcan respecto al manejo de plazos (ampliaciones), las exigencias respecto al programa de trabajo y el monto de las multas por concepto de atrasos en la ejecución de la obra.

20. Debe quedar suficientemente claro, en el proceso de selección de ofertas, los procedimientos de control de tránsito y de señalización que utilizará el contratista EN CADA RUTA. No puede quedar al arbitrio este aspecto tan importante, especialmente en el caso de vías urbanas.

## 8. ESPECIFICACIONES ESPECIALES

### La sub-rasante

En aquellos casos donde se requiere hacer excavación, la sub-rasante debe ser conformada y compactada a una densidad no menor al 97% del proctor estándar.

Si a nivel de sub-rasante se detectan suelos de mala calidad, como arcillas de alta plasticidad, suelos de baja capacidad de soporte ( $\text{CBR} < 3.5$ , al 95% del proctor estándar), limos colapsables, suelos orgánicos, escombros, etc; estos deben ser removidos y sustituidos por un material de préstamo de buena calidad.

Además debe verificarse en sitio que la sub-rasante existente esté debidamente conformada y compactada. Caso contrario debe precederse a su conformación y compactación.

En todo el proceso constructivo debe mantenerse una estricta supervisión técnica, de modo que no se apoye el pavimento sobre suelos blandos o mal compactados.

En el caso de la alternativa de rehabilitación por escarificación y estabilización de las capas superiores, debe tenerse en cuenta las recomendaciones señaladas en el capítulo 7 de este informe.

### La sub-base

En aquellos casos en que se escarifique parcialmente el pavimento, debe procederse de la siguiente forma :

- Verificar que el espesor de sub-base existente cumpla con los requerimientos del diseño.
- Verificar que no se presenten zonas blandas, contaminadas con suelo de la sub-rasante, saturadas, etc. Todo esto debe ser reparado de forma apropiada, previo a la colocación de las capas superiores.

-Verificar que la sub-base tenga una graduación apropiada, según el CR-77 y eliminar sobre-tamaño y cualquier otro aspecto de incumplimiento de la calidad del material de sub-base.

- Realizar el trabajo de conformación y compactación de la sub-base granular, según sea el caso, y compactar a una densidad mayor al 98% del proctor modificado, cumpliendo con el espesor especificado en el diseño. Caso de detectarse que la sub-base presenta deficiencias de calidad, pueden escogerse entre las siguientes opciones :

- Readequar los materiales existentes eliminando lo que incumple con las especificaciones y adicionando nuevos agregados para superar las deficiencias.

- Hacer un tratamiento con cal, para mejorar las características del material. En este caso, debe de previo estudiarse en laboratorio el proceso a seguir para realizar dicha estabilización.

- Sustituir totalmente el material.

### **La base estabilizada**

Debe construirse una base estabilizada con cal de modo, que cumpla con lo siguientes requisitos:

- Debe tener una resistencia a la compresión simple equivalente al de una base tipo BE-35, según establece el CR-77.

-Debe compactarse a una densidad mayor al 98% del proctor modificado.

- Los agregados deben ser no degradables y deben cumplir los requerimientos de durabilidad ya sea del ensayo Slake o el de inmersión - secado.

- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento a largo plazo.

- Debe tener un módulo resiliente mayor a 20000 kg/cm<sup>2</sup>.

- Pueden aceptarse opciones de estabilización, siempre que demuestren igual o mejores propiedades en términos de : resistencia a compresión, módulo resiliente, durabilidad a largo plazo y contracción por fraguado.

- Si por alguna circunstancia no se alcanzan las resistencias especificadas el diseñar la estabilización con cal (caso de materiales granulares con escasa cantidad de finos), debe entonces diseñarse en laboratorio una opción equivalente de estabilización, por ejemplo utilizando cal y cemento en iguales proporciones (50% de cal y 50% de cemento).

### **Capa de rodamiento**

Debe ser una mezcla densa, graduación B (CR-77), que cumpla con los requerimientos establecidos para la base asfáltica, excepto en los siguientes aspectos que se modifican según se indica :

- 80% de las partículas (agregado grueso) con 2 o más caras fracturadas.

- Índice de abrasión de Los Angeles menor de 35.

- Vacíos en el agregado mineral (VMA) mayor a 13%.

Asfalto : debe cumplir con la normativa nacional vigente.

#### **Disposiciones Adicionales**

- Previo a realizar cualquier cambio de fuente de materiales, se debe proceder a formular el nuevo diseño de mezcla, y hasta tanto este sea aprobado, no se puede colocar mezcla asfáltica.

- No se pueden realizar cambios en el diseño de mezcla aprobado, a no ser que así lo apruebe la inspección del proyecto.

- Toda mezcla que sea calentada en planta a una temperatura que sobrepase en  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  respecto a la temperatura de mezclado, no se puede colocar en el proyecto.

- Las tolerancias máximas permisibles en la granulometría de la mezcla, respecto a las cantidades establecidas en el diseño de mezcla, son las siguientes:

a- Sobre la malla de 19mm (incluida esta)  $\pm 5.0\%$ .

b- Sobre las mallas de 19mm a la 100, excluidas ambas:  $\pm 4.0\%$ .

c- En la malla N° 100 :  $\pm 3.0\%$ .

d- En la malla N° 200 :  $\pm 2.0\%$ .

- La mezcla debe compactarse en sitio a una densidad mayor al 97% de la densidad obtenida en el diseño Marshall de la mezcla.

**ANEXO 1**

**ESTIMACION DE CARGAS POR EJE EN LAS ESTACIONES DE CONTEO**

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G1 = BOULEVAR 2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	7800	
1998	8190	
1999		8600
2000		9029
2001		9481
2002		9955
2003		10453
2004		10975
2005		11524
2006		12100
2007		12705
2008		13341
2009		14008
2010		14708
SUMATORIA		136879

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
87	3	7	3

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.17E+04	7.49E+05	1.22E+05	8.62E+05	1.76E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA # 1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G1 = BOULEVAR 2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	7800	
1998	8190	
1999		8600
2000		9029
2001		9481
2002		9955
2003		10453
2004		10975
2005		11524
2006		12100
2007		12705
2008		13341
2009		14008
2010		14708
SUMATORIA		136879

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
84.5	4	8	3.5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.11E+04	9.99E+05	1.40E+05	1.01E+06	2.17E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G3 = TRIANGULO SUR		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1457	
1998	1530	
1999		1606
2000		1687
2001		1771
2002		1860
2003		1953
2004		2050
2005		2153
2006		2260
2007		2373
2008		2492
2009		2617
2010		2747
SUMATORIA		25568

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67	1.5	29	2.5

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	3.13E+03	7.00E+04	9.47E+04	1.34E+05	3.02E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G3 = TRIANGULO SUR		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1457	
1998	1530	
1999		1606
2000		1687
2001		1771
2002		1860
2003		1953
2004		2050
2005		2153
2006		2260
2007		2373
2008		2492
2009		2617
2010		2747
SUMATORIA		25568

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
65	2.5	29	3.5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	3.03E+03	1.17E+05	9.47E+04	1.88E+05	4.02E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G5 = CEMENTERIO		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1988	
1998	2087	
1999		2192
2000		2301
2001		2416
2002		2537
2003		2664
2004		2797
2005		2937
2006		3084
2007		3238
2008		3400
2009		3570
2010		3749
SUMATORIA		34887

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
87	1.5	7.5	4

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.54E+03	9.55E+04	3.34E+04	2.93E+05	4.27E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G5 = CEMENTERIO		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1988	
1998	2087	
1999		2192
2000		2301
2001		2416
2002		2537
2003		2664
2004		2797
2005		2937
2006		3084
2007		3238
2008		3400
2009		3570
2010		3749
SUMATORIA		34887

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
83	3	9	5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.28E+03	1.91E+05	4.01E+04	3.66E+05	6.02E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G6 = DEMASA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	10795	
1998	11335	
1999		11901
2000		12497
2001		13121
2002		13777
2003		14466
2004		15190
2005		15949
2006		16747
2007		17584
2008		18463
2009		19386
2010		20356
SUMATORIA		189437

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
73	8	12	7

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.52E+04	2.77E+06	2.90E+05	2.78E+06	5.86E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

G6 = DEMASA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	10795	
1998	11335	
1999		11901
2000		12497
2001		13121
2002		13777
2003		14466
2004		15190
2005		15949
2006		16747
2007		17584
2008		18463
2009		19386
2010		20356
SUMATORIA		189437

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
71	9.5	11	8.5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.45E+04	3.28E+06	2.66E+05	3.38E+06	6.95E+06

**ANEXO 2**

**SECCIONES TIPICAS DEL PAVIMENTO EXISTENTE  
Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS      TRAMO : G1      MUESTRA : H34      FECHA : 29-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
2.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
12.8	BASE	Estabilizada, muy agrietada
10.0	SUB-BASE 1	Lastre gris-café, ligera contaminación con arcilla y muy compacto. Tamaño máximo = 5,0cm (2")  Material = No plástico <div style="text-align: right;">GRANUL. (%PAS)</div> #4 = 68,3 #40 = 38,7 #200 = 25,0
25.0	SUB-BASE 2	Lastre gris, muy compacto y con aparente contenido de finos. Tamaño máximo = 12,5cm ( 5" )  Material = No plástico <div style="text-align: right;">GRANUL. (%PAS)</div> #4 = 48,1 #40 = 26,2 #200 = 17,7
	SUB-RASANTE	Material arcillo - limoso, plasticidad media, color café.   <div style="text-align: center;">LIMITES    % CBR Lab= 4.1    % CBR sitio = 3.7</div> LL = 42,6 LP = 24,4 IP = 18,2

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G1

MUESTRA : H36

FECHA : 3-5-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
12.5	BASE	Estabilizada, agrietada
62.0	SUB-BASE	<p>Lastre gris.  Tamaño máximo = 11,25cm (4.5")</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: right;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: right;">#4 = 58,2  #40 = 31,6  #200 = 17,5</p>
	SUB-RASANTE	<p>Suelo arcilloso orgánico, plasticidad media alta, contiene raices.</p> <p style="text-align: right;">LIMITES      GRANUL. (%PAS)    % CBR Lab= 6.2</p> <p>LL = 43,2      #4 = 95,9  LP = 19,6      #40 = 80,7  IP = 23,5      #200 = 65,2</p>

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE LAS CAPAS  
 DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: PAVAS

TRAMO : G3

MUESTRA : H57

FECHA : 30-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico muy agrietado
5.0	BASE	Estabilizada, muy agrietada
43.5	SUB-BASE	<p>Lastre gris, aparente ligera presencia de finos arcillosos. Medianamente compacto.</p> <p>Tamaño máximo = 12,5cm (5,0")</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 63,3</p> <p style="text-align: center;">#40 = 34,7</p> <p style="text-align: center;">#200 = 22,6</p>
	SUB-RASANTE	Material quebrado en forma de lajas.

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G4

MUESTRA : H33

FECHA : 30-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
7.0	BASE	Estabilizada agrietada
25.5	SUB-BASE	<p>Lastre color rojizo, compactado  Tamaño máximo = 10cm (4")</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 47,4  #40 = 21,6  #200 = 11,1</p>
	SUB-RASANTE	<p>Limo - arcilloso, café claro con partículas amarillas.</p> <p>LIMITES      GRANUL. (%PAS)      % CBR sitio &gt;8.0 (poca humedad)</p> <p>LL = 47,7      #4 = 92,0</p> <p>LP = 30,5      #40 = 81,8      % CBR laboratorio = 2.5</p> <p>IP = 17,3      #200 = 71,3</p>

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G5

MUESTRA : H37

FECHA : 30-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.00	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
35.5	BASE	<p>Lastre mal graduado contaminado con arcilla, muy suelto            Tamaño máximo = 12,5cm (5,0")</p> <p style="text-align: center;">LIMITES      GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 22,6      #4 = 70,2            LP = 19,1      #40 = 50,3            IP = 3,5      #200 = 35,9</p>
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	<p>Material arcillo-limoso gris, plasticidad media alta.            Contiene vetas color café</p> <p style="text-align: center;">LIMITES      GRANUL. (%PAS)      % CBR sitio = 3.5</p> <p>LL = 63,5      #4 = 99,8            LP = 29,8      #40 = 94,2            IP = 33,7      #200 = 85,0</p>

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G6

MUESTRA : H35

FECHA : 2-5-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.8	PAVIMENTO	Concreto asfáltico agrietado
10.5	BASE	Estabilizada, agrietada
12.5	SUB-BASE	<p>Lastre gris, se aprecia ligera contaminación con arcilla, compactada.  Tamaño máximo = 5,0" (12,5cm).</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 55,6</p> <p style="text-align: center;">#40 = 31,0</p> <p style="text-align: center;">#200 = 20,1</p>
	SUB-RASANTE	Material limo - arcilloso, color café claro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE LAS CAPAS  
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
1.0	PAVIMENTO	Tratamiento superficial, muy agrietado.
13.0	BASE	Estabilizada agrietada.
19.0	SUB-BASE	Lastre gris, relativamente fino, compacto. Tamaño máximo = 12,5cm (5")
	SUB-RASANTE	Material limo-arcilloso de plasticidad media. Color negruzco.  LIMITES      GRANUL. (%PAS) % CBR sitio = 5.0 LL = 46,9      #4 = 99,8 LP = 25,8      #40 = 97,9 IP = 21,1      #200 = 78,9

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G4

MUESTRA : X50

FECHA : 2-5-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado.
13.0	BASE	Estabilizada agrietada.
20.0	SUB-BASE	Lastre rojizo, bien compactado. Tamaño máximo = 6,25cm (2,5")
	SUB-RASANTE	Material arcilloso, color café, contaminado con suelo orgánico. Presenta una plasticidad media-alta.  % CBR sitio > 7

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G1

MUESTRA : X51

FECHA : 2-5-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado.
18.0	BASE	Estabilizada agrietada.
8.0	SUB-BASE	Lastre gris , medianamente compactado. Tamaño máximo = 6,25cm (2,5")
	SUB-RASANTE	Arcilla limosa de plasticidad media-alta. Contaminada con limo orgánico, de color café oscuro con vetas negras.  % CBR sitio = 4.0

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G1

MUESTRA : X52

FECHA : 2-5-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado.
11.5	BASE	Estabilizada agrietada.
23.0	SUB-BASE	Lastre gris, aparente contaminación con finos arcillosos, compactación media Tamaño máximo = 10,0cm (4,0")
	SUB-RASANTE	Material arcilloso, orgánico, color negruzco y de plasticidad media  % CBR sitio = 3.4

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: PAVAS

TRAMO : G5

MUESTRA : X53

FECHA : 2-5-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
10.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado.
18.0	BASE	Lastre gris, compactado Tamaño máximo = 8,25cm (3,5")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Arcilla café claro con vetas grices, de plasticidad media - alta. Muy compacta.

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 03 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE  
 MUESTRA No: G - 6 HUECO 35

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6101	6207	6202	6137	6188		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1889	1995	1990	1925	1976		
$\delta w$	2000	2113	2107	2039	2093		
$\delta s$	1799	1836	1800	1804	1778		

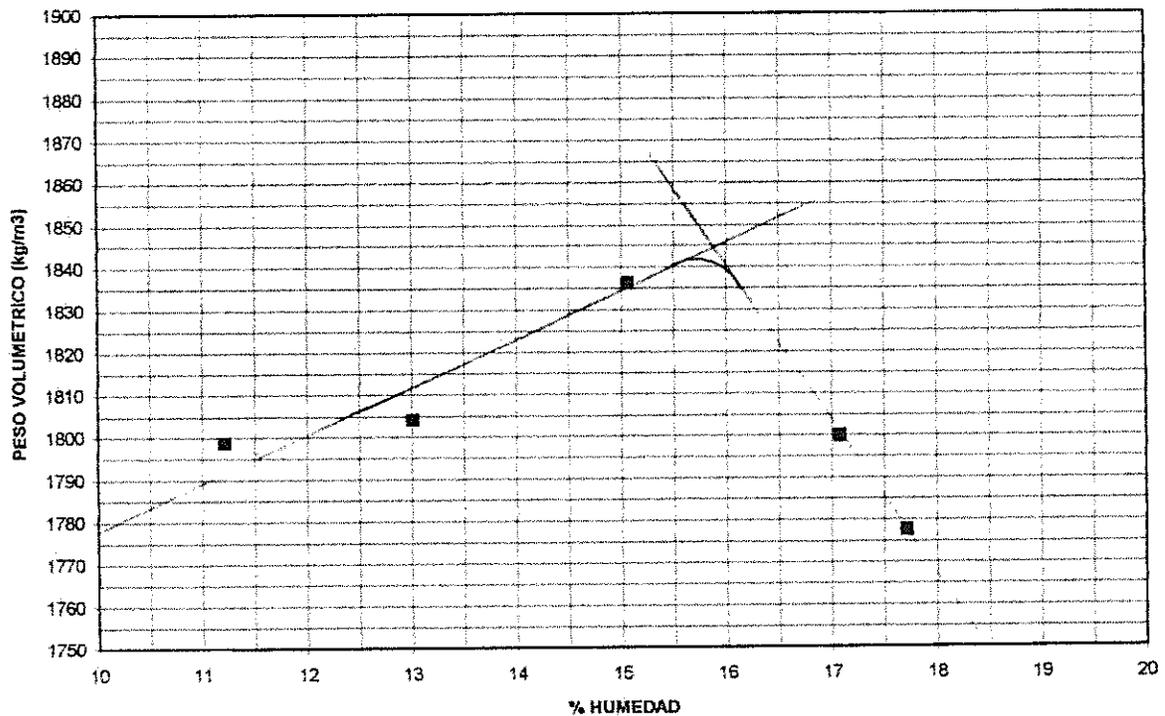
$$\gamma_{max} = 1842 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 15.7 \%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	11	66	X1	12	33
Ww + Wc	460.0	552.7	455.3	573.6	369.0
Ws + Wc	417.6	492.7	405.1	521.7	319.1
Ww	42.4	60.0	50.2	51.9	49.9
Wc	39.5	94.3	111.2	122.7	37.5
Ws	378.1	398.4	293.9	399.0	281.6
%W	11.2	15.1	17.1	13.0	17.7

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 05 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

G-3

HUECO 57

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

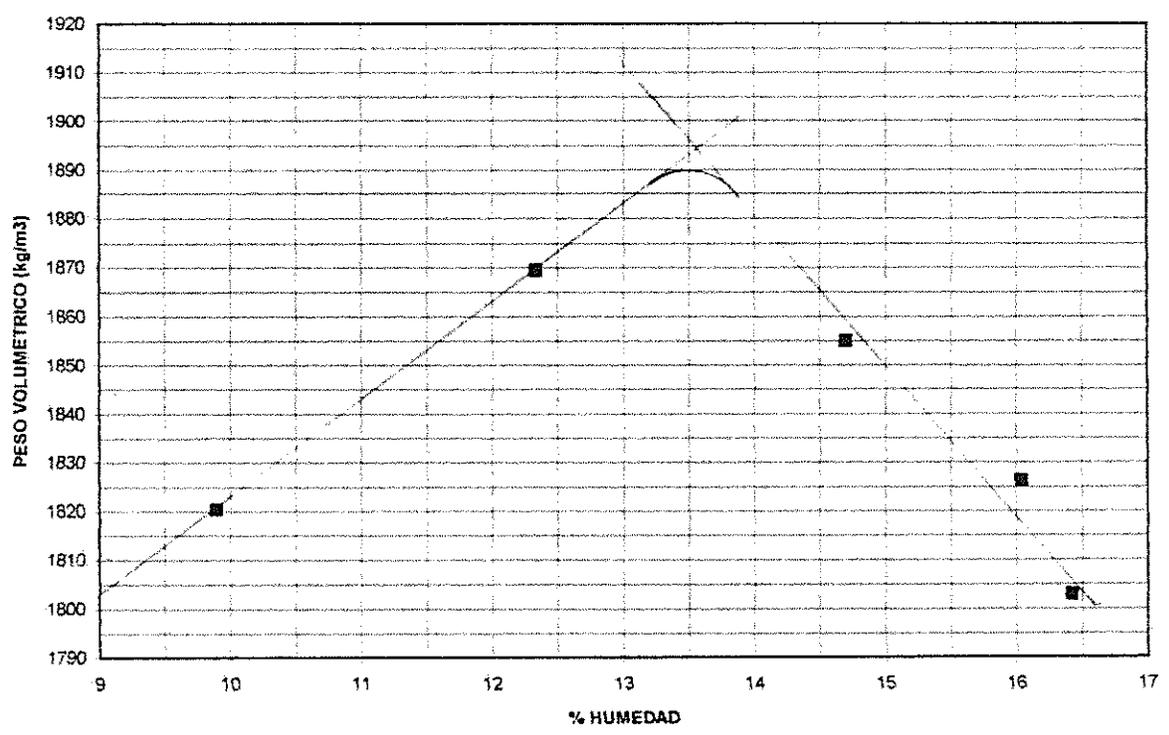
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6195	6221	6213	6194	6101		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1983	2009	2001	1992	1889		
δ w	2100	2128	2119	2099	2000		
δ s	1869	1855	1828	1803	1820		

$\gamma_{max} = 1890 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 13.5\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	45	18	12	66	70
Ww + Wc	473.2	449.7	493.5	399.9	489.9
Ws + Wc	431.9	406.9	442.2	356.8	454.6
Ww	41.3	42.8	51.3	43.1	35.3
Wc	97.1	115.8	122.4	94.3	97.8
Ws	334.8	291.1	319.8	262.5	356.8
%W	12.3	14.7	16.0	16.4	9.9

PESO VOLUMETRIC CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 30 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS OSCURO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE No.1  
 MUESTRA No: G-1 HUECO 34

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

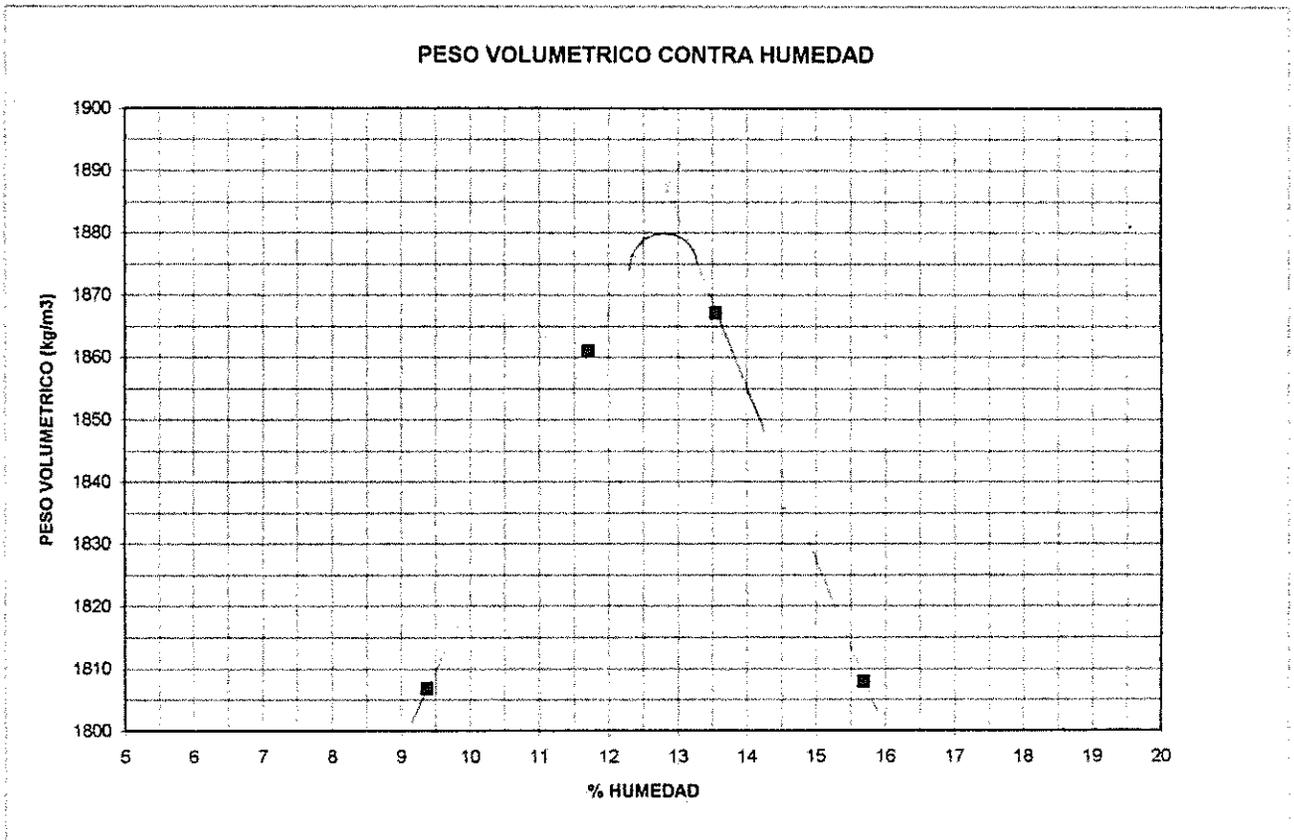
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6214	6187	6175	6078			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	2002	1975	1963	1866			
$\delta w$	2120	2092	2079	1976			
$\delta s$	1867	1808	1861	1807			

$\gamma_{max} = 1880 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 12.7 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	48	11	51	44
Ww + Wc	465,4	473,8	330,6	355,4
Ws + Wc	414,6	414,9	300,1	328,3
Ww	50,8	58,9	30,5	27,1
Wc	39,7	39,5	39,6	39,2
Ws	374,9	375,4	260,5	289,1
%W	13,6	15,7	11,7	9,4



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 30 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE CAFE ROJIZO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE  
 MUESTRA No: G-4 HUECO 33

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

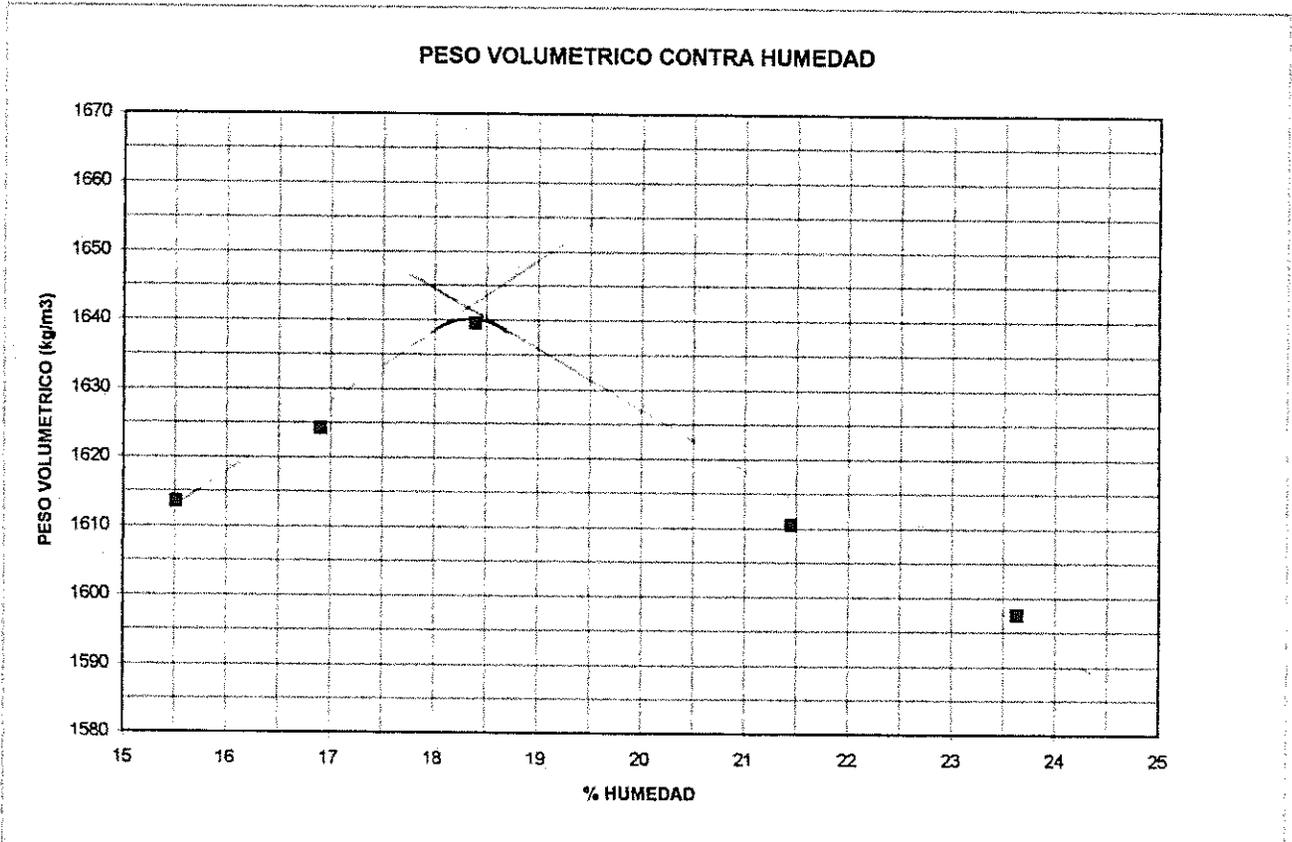
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6005	6045	6059	6077	5972		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1793	1833	1847	1865	1760		
δ w	1899	1941	1956	1975	1864		
δ s	1624	1640	1611	1597	1614		

$\gamma_{max} = 1640 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 18.4\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	52	46	54	53	13
Ww + Wc	371.5	475.4	488.7	402.6	321.9
Ws + Wc	323.3	407.4	409.4	332.8	286.9
Ww	48.2	68.0	79.3	69.8	35.0
Wc	38.2	37.7	39.7	37.5	61.3
Ws	285.1	369.7	369.7	295.3	225.6
%W	16.9	18.4	21.4	23.6	15.5



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 5 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA G-1 HUECO: 34

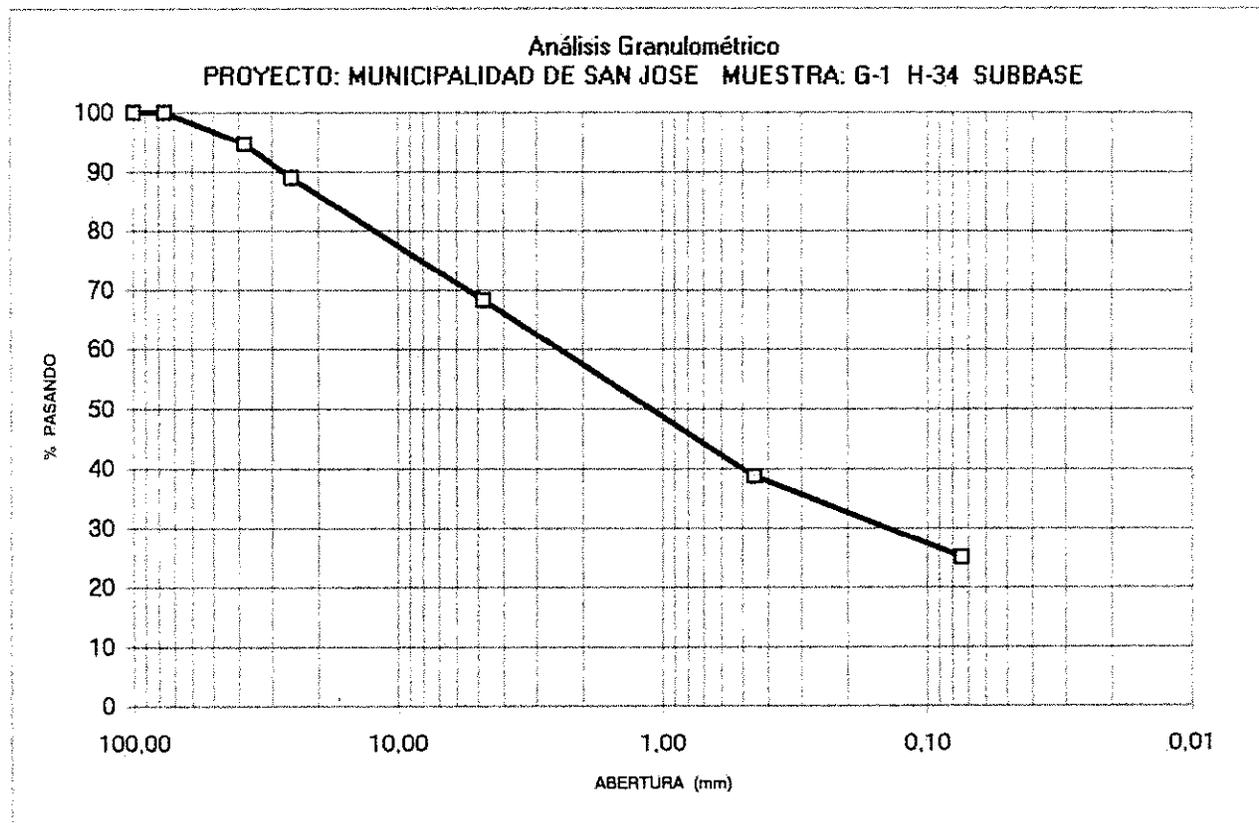
MUESTRA : SUBBASE No.1  
 UBICACION :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 6000,0 g.

PESO FINAL: 4505,6 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,00	0	0,0	0,0	100,0
3"	76,20	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	317,7	5,3	5,3	94,7
1"	25,40	340,8	5,7	11,0	89,0
#4	4,75	1243,5	20,7	31,7	68,3
#40	0,45	1774,1	29,6	61,3	38,7
#200	0,07	826,5	13,8	75,0	25,0



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA G-1 HUECO: 34

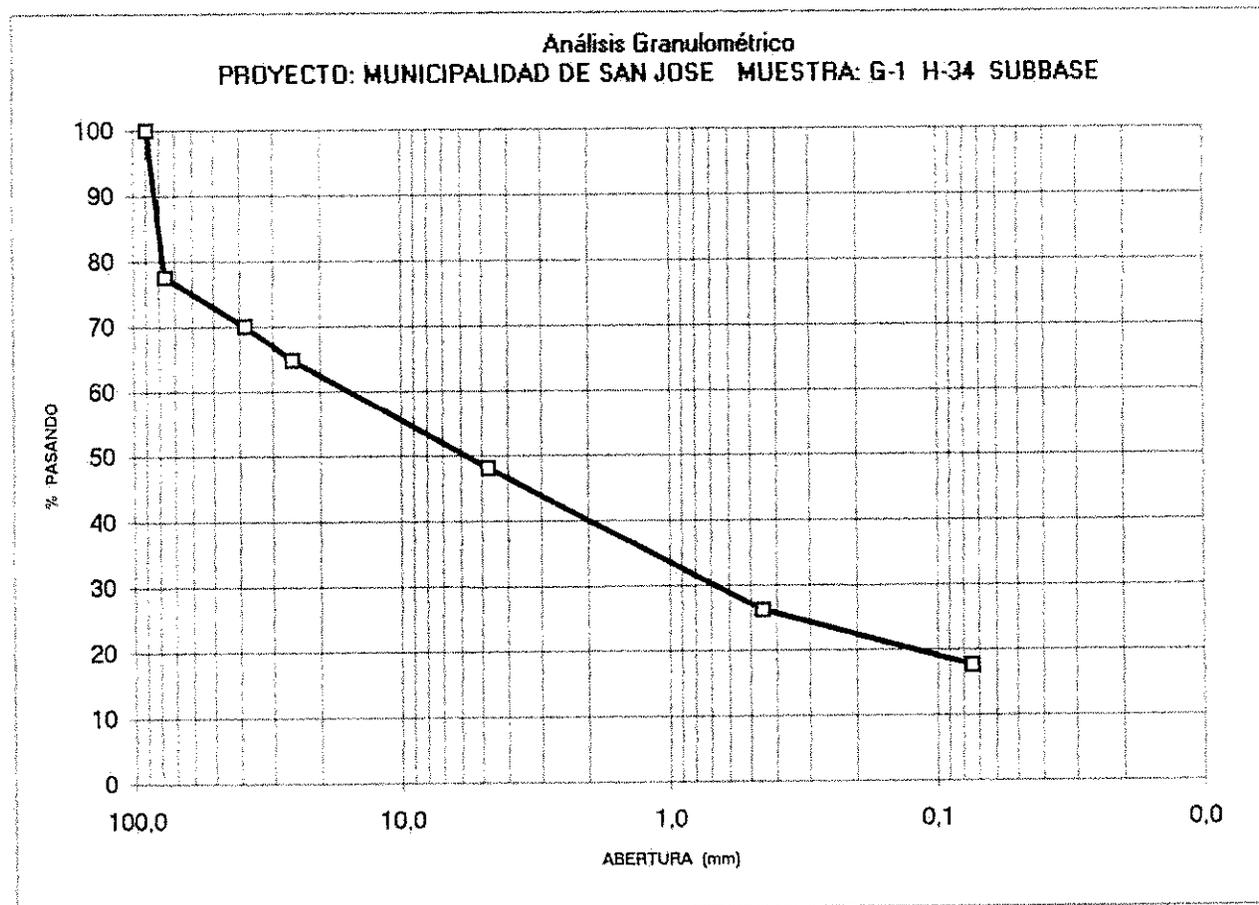
MUESTRA : SUBBASE #2  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8314,0 g.

PESO FINAL: 6868,0 g

Identificac. Malla	Abertura [mm]	Peso Ret. [g]	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3 1/2"	88,9	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	76,2	1869,7	22,5	22,5	77,5
1 1/2 "	38,1	627,9	7,6	30,0	70,0
1 "	25,4	434,9	5,2	35,3	64,7
# 4	4,75	1382,7	16,6	51,9	48,1
#40	0,45	1816,4	21,8	73,8	26,2
# 200	0,074	714,6	8,6	82,3	17,7



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 10 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : G-3 HUECO: 57

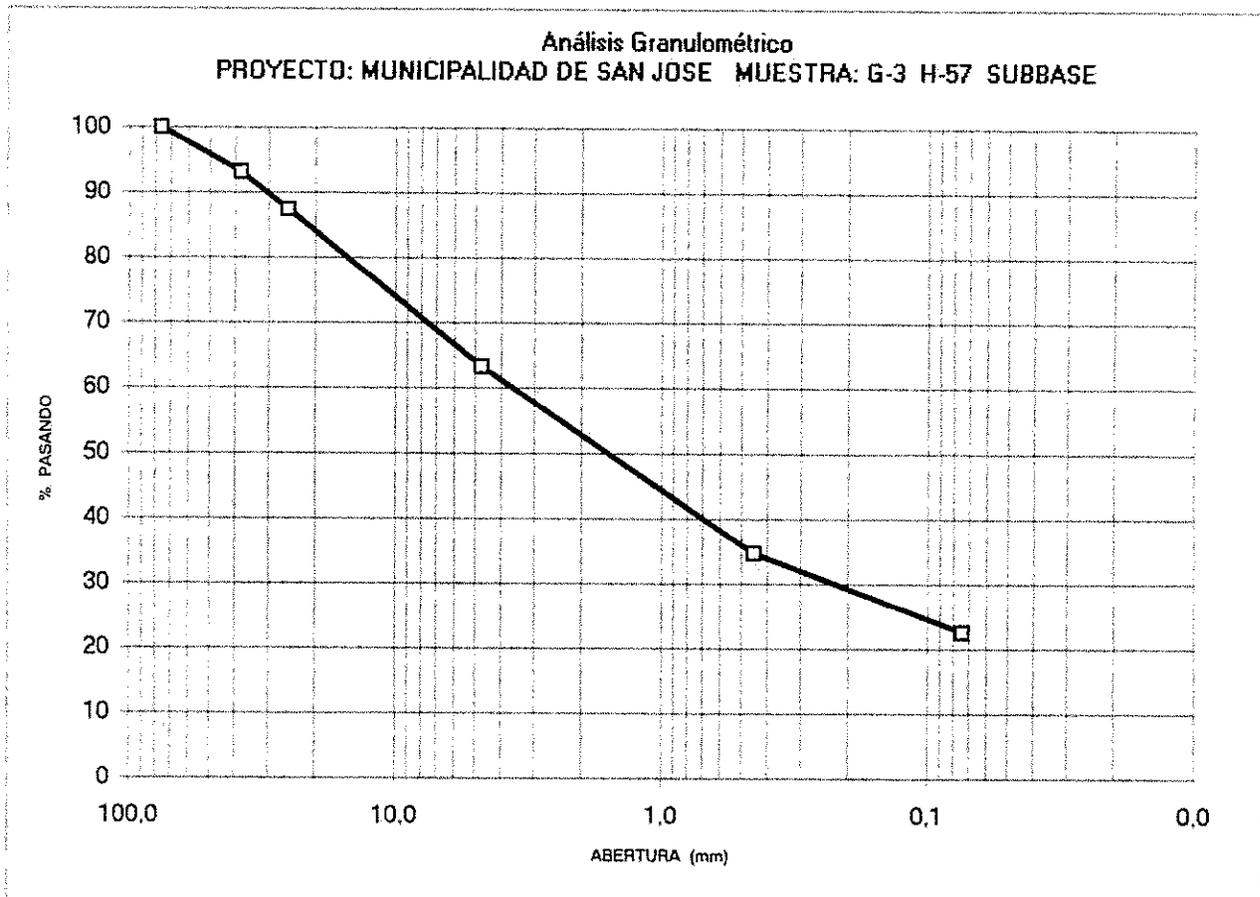
MUESTRA : SUBBASE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8285,0 g.

PESO FINAL: 6423,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	38,1	569,5	6,9	6,9	93,1
1"	25,4	469,5	5,7	12,5	87,5
#4	4,75	2001,5	24,2	36,7	63,3
#40	0,45	2372,6	28,6	65,3	34,7
#200	0,074	1001,4	12,1	77,4	22,6



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 11 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : G-4 HUECO: 33

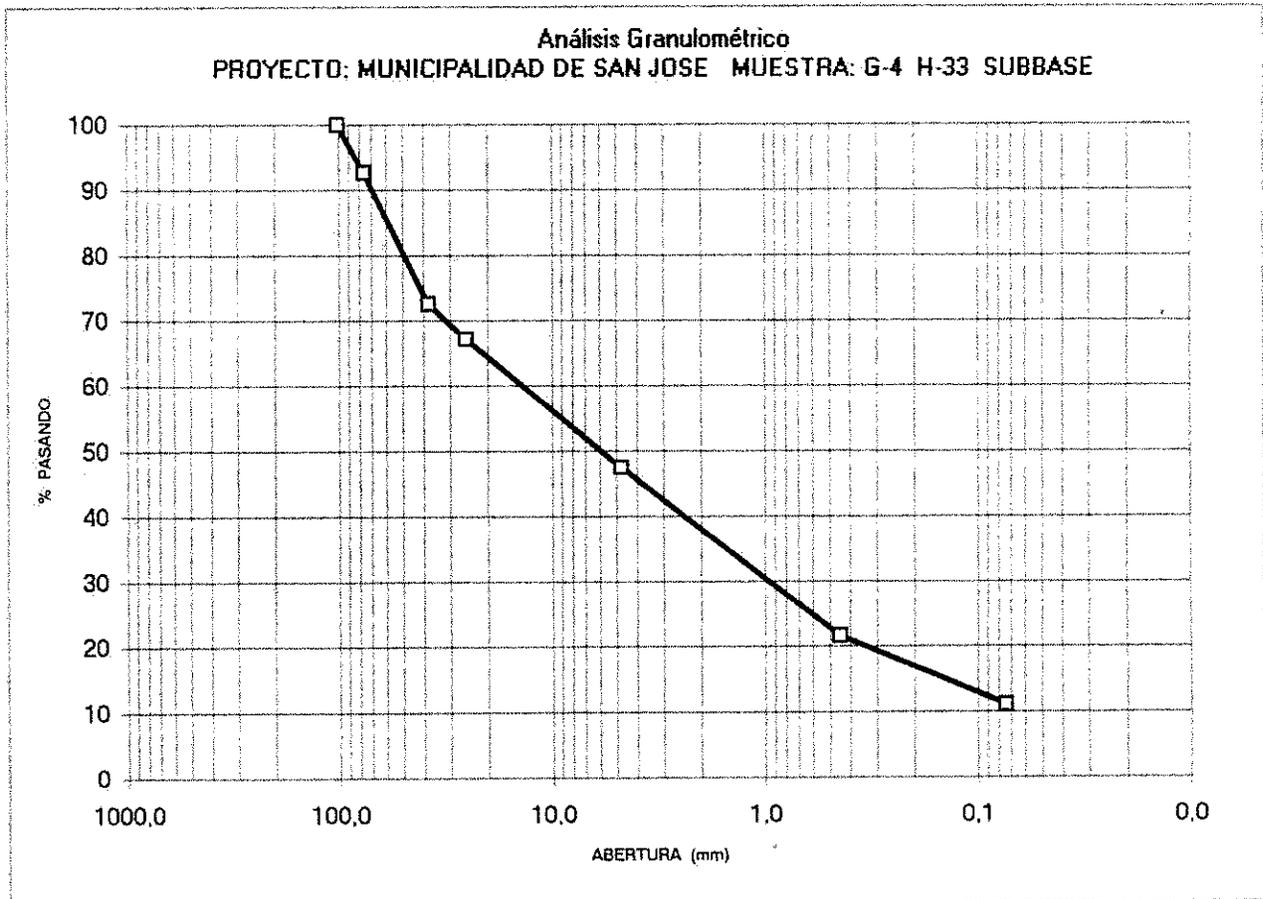
MUESTRA : SUBBASE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6879,0 g.

PESO FINAL: 6119,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	101,6	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	76,2	510,1	7,4	7,4	92,6
1 1/2 "	38,1	1377,9	20,0	27,4	72,6
1"	25,4	372,0	5,4	32,9	67,1
#4	4,75	1355,5	19,7	52,6	47,4
#40	0,45	1775,4	25,8	78,4	21,6
#200	0,074	723,1	10,5	88,9	11,1



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 8 DE MAYO DE 1197  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : G-4 HUECO: #33

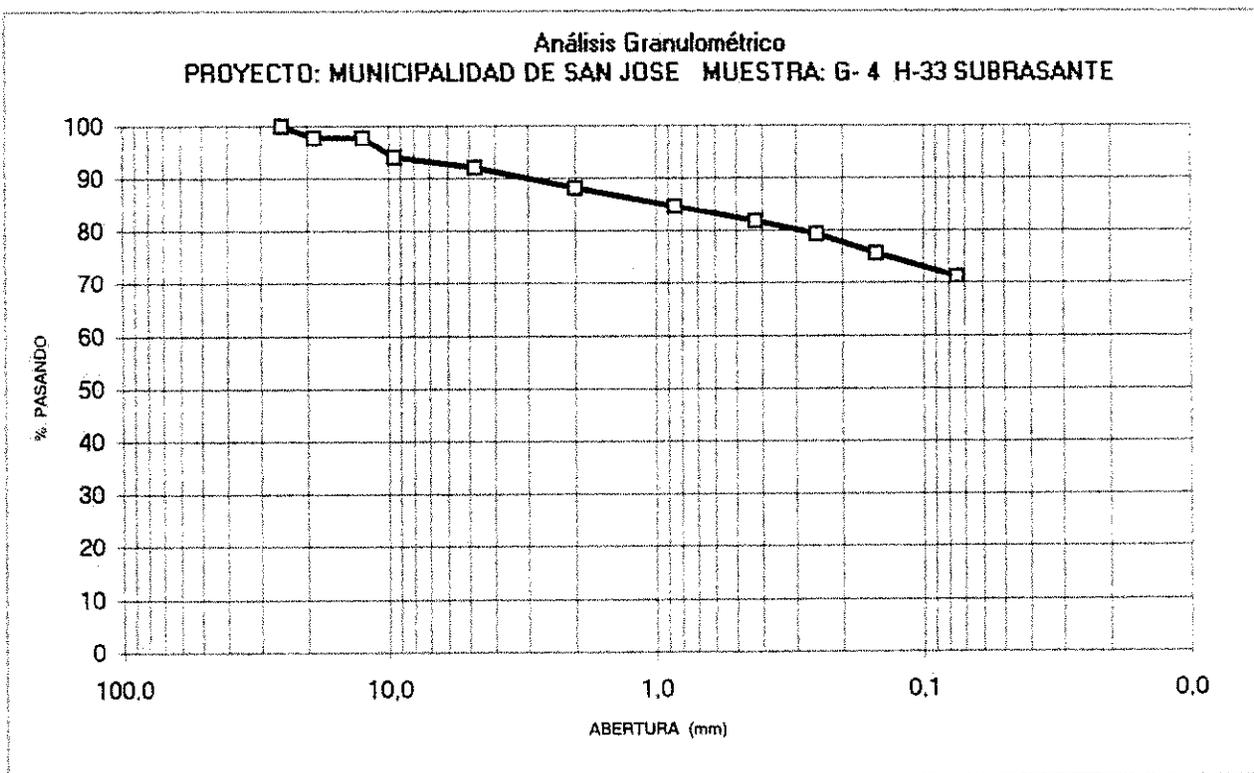
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 418,4 g

PESO FINAL: 119,4 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,0	9,3	2,2	2,2	97,8
1/2"	12,5	0,0	0,0	2,2	97,8
3/8"	9,5	15,7	3,7	6,0	94,0
#4	4,75	8,5	2,0	8,0	92,0
#10	2,00	15,9	3,8	11,8	88,2
#20	0,85	14,9	3,6	15,4	84,6
#40	0,43	12,0	2,9	18,2	81,8
#60	0,25	10,4	2,5	20,7	79,3
#100	0,15	15,4	3,7	24,4	75,6
#200	0,075	18,2	4,4	28,8	71,3



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : G-5 HUECO: 37

MUESTRA : BASE CONTAMINADA  
 CON ARCILLA Y SUELO  
 UBICACIÓN :

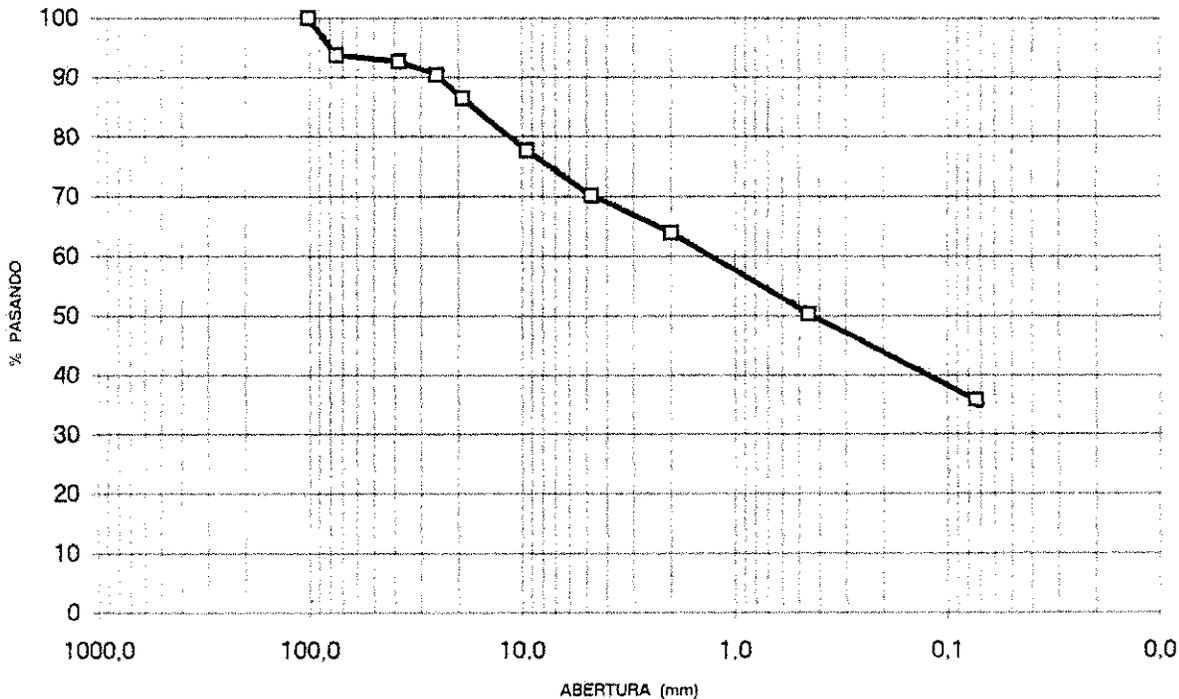
Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8058,0 g

PESO FINAL: 5174,8 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	101,6	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,0	500,2	6,2	6,2	93,8
1 1/2"	38,1	84,8	1,1	7,3	92,7
1"	25,4	183,4	2,3	9,5	90,5
3/4"	19,1	317,3	3,9	13,5	86,5
3/8"	9,5	711,8	8,8	22,3	77,7
#4	4,75	604,2	7,5	29,8	70,2
#10	2,00	508,7	6,3	36,1	63,9
#40	0,45	1090,6	13,5	49,7	50,3
#200	0,074	1167,1	14,5	64,1	35,9

Análisis Granulométrico  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE MUESTRA: G-5 H-37 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 MAYO DE 1197  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : G-5 HUECO: # 37

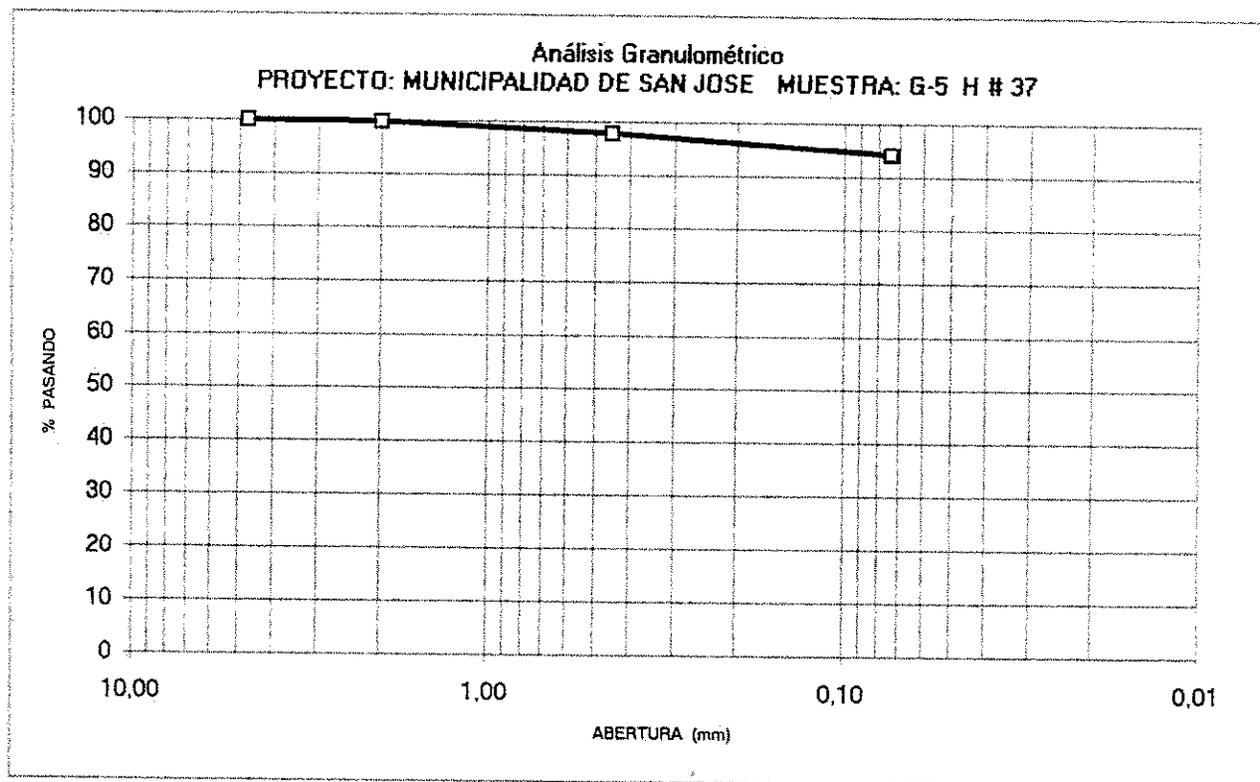
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 382,0 g

PESO FINAL: 56,8 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,75	0,8	0,2	0,2	99,8
#10	2,00	7,4	1,9	2,1	97,9
#40	0,45	14,0	3,7	5,8	94,2
#200	0,074	35,0	9,2	15,0	85,0



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
MUESTRA G-6 HUECO: 35

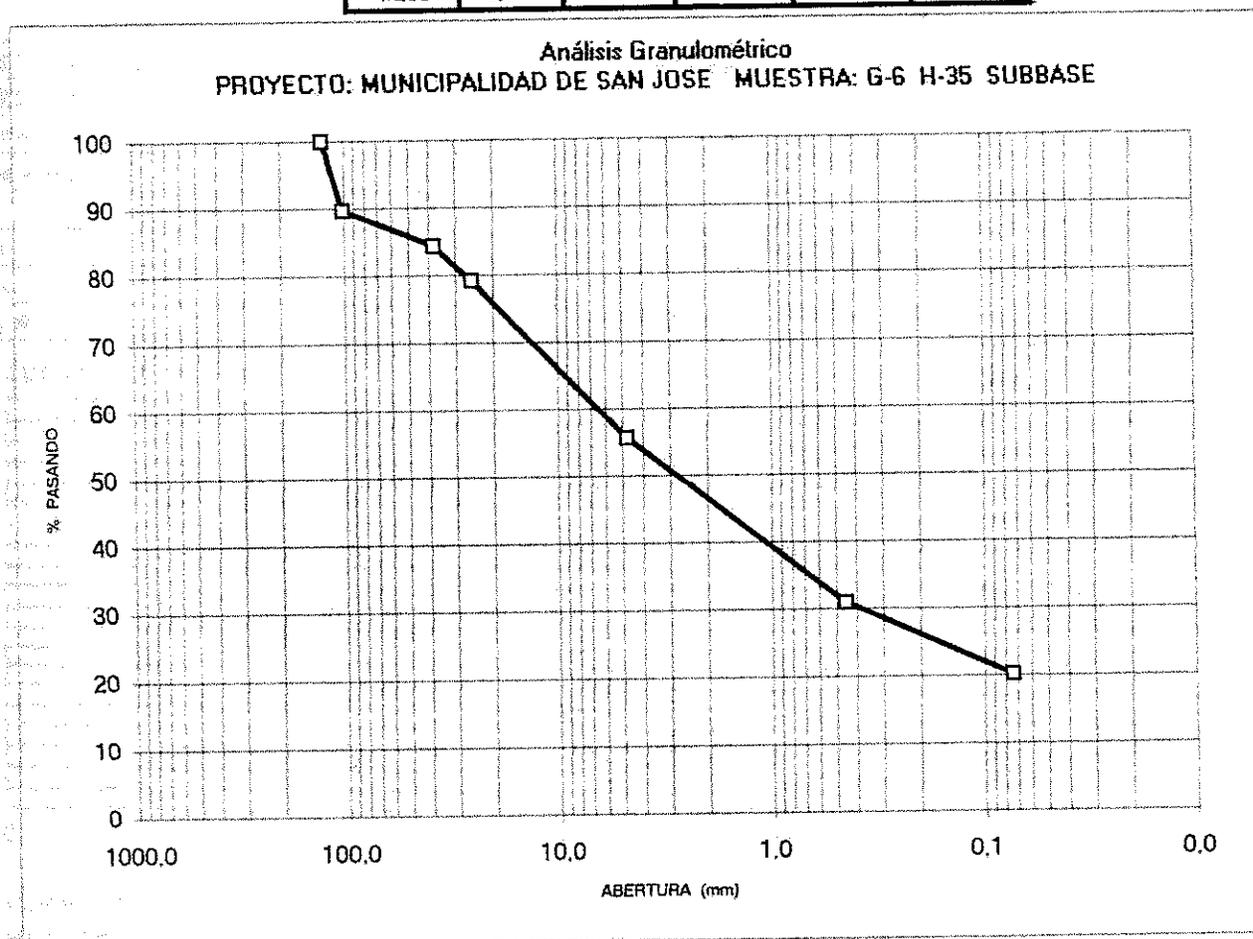
MUESTRA : SUBBASE  
UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9543,0 g.

PESO FINAL: 7656,2 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
5"	127,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4"	101,6	984,0	10,3	10,3	89,7
1 1/2"	38,1	508,4	5,3	15,6	84,4
1"	25,4	493,3	5,2	20,8	79,2
#4	4,75	2250,9	23,6	44,4	55,6
#40	0,45	2352,4	24,7	69,0	31,0
#200	0,074	1032,4	10,8	79,9	20,1



LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° \_\_\_\_\_ FECHA 20-5-97  
 LOCALIZACION Munic. San José  
 MUESTRA N° E-6 PROFUNDIDAD Sub base HUECO # 35  
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Leante gris claro

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION N°	1	2	3	4	5
N° DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

- Gs = GRAVEDAD ESPECIFICA
- Ww = PESO HUMEDO DE MUESTRA
- Ws = PESO SECO DE MUESTRA
- Wc = PESO DEL RECIPIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

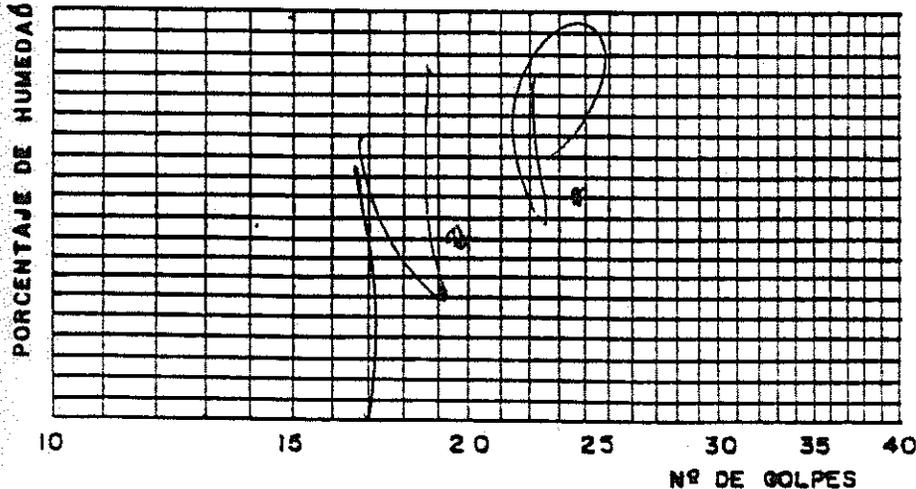
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION N°	1	2	3
RECIPIENTE N°			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION N°	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
Whg + Wc				
Wc				
Whg				
Wg (VOL. PASTILLA)				
L.C. (Ws EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

EXPERIMENTADOR: \_\_\_\_\_

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

FORMULA PARA EL LIMITE DE CONTRACCION (LC)  
 METODO USANDO LA Gs DEL SUELO Y DETERMINANDO EL VOLUMEN  
 DE LA PASTILLA POR EL Hg. DESPLAZADO

$$W_s = \frac{G_s \cdot V}{W_s} = \frac{G_s}{G_s}$$

20-5-97  
 Alarpe

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 15 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA LIMOSA  
MUESTRA No: G-5  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: # 37

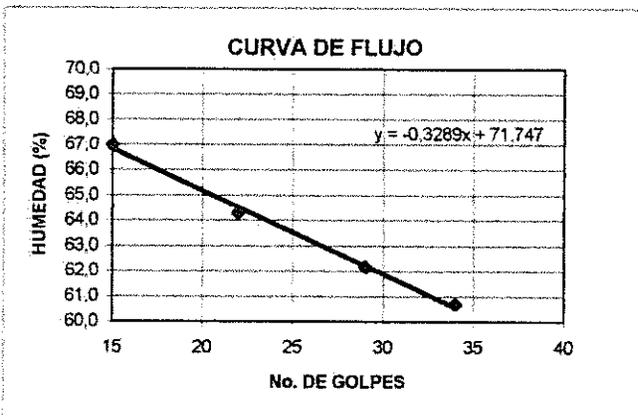
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	29	22	15	
Wc + Ww (gr.)	32,94	31,6	31,68	35,95	
Wc + Ws (gr.)	27,54	26,61	26,59	30,87	
Ww	5,397	4,994	5,087	5,079	
Wc	18,65	18,58	18,68	23,28	
Ws	8,895	8,033	7,912	7,585	
% W	60,7	62,2	64,3	67,0	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	4	54	57
Wc + Ww (gr.)	14,4	12,17	14,21
Wc + Ws (gr.)	13,67	11,53	13,49
Ww	0,738	0,637	0,722
Wc	11,15	9,453	11,05
Ws	2,515	2,076	2,431
% W	29,1	30,7	29,7

PROMEDIO 29,8



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 63,5  
LIMITE PLASTICO 29,8  
INDICE DE PLASTICIDAD 33,7

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 22 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE VERDUZCO  
 MUESTRA No: G-5  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
 HUECO No: 37

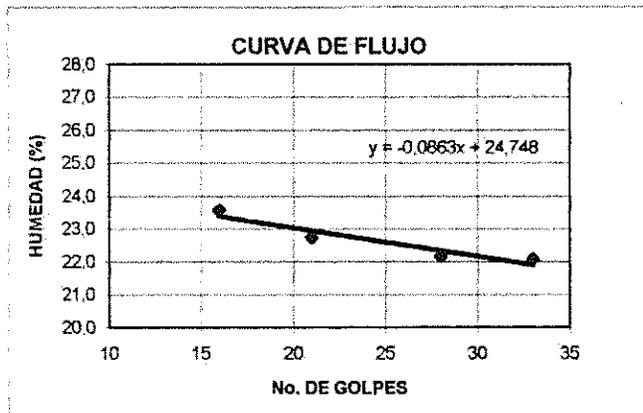
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	21	16	
Wc + Ww (gr.)	35,4	31,02	33,53	32,19	
Wc + Ws (gr.)	32,41	28,38	30,78	29,59	
Ww	2,986	2,644	2,757	2,595	
Wc	18,89	16,44	18,65	18,58	
Ws	13,52	11,93	12,13	11,01	
% W	22,1	22,2	22,7	23,6	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	55	37
Wc + Ww (gr.)	15,89	15,74	13,52
Wc + Ws (gr.)	15,11	14,99	12,81
Ww	0,773	0,748	0,708
Wc	11,1	11,05	9,094
Ws	4,011	3,934	3,714
% W	19,3	19,0	19,1

PROMEDIO 19,1



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 22,6  
 LIMITE PLASTICO 19,1  
 INDICE DE PLASTICIDAD 3,5

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 15 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE MEDIANA PLASTICIDAD  
MUESTRA No: G-4  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: # 33

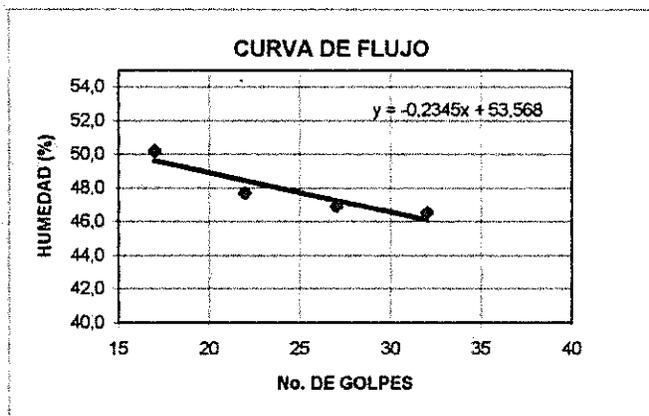
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	22	17	
Wc + Ww (gr.)	44,68	44,24	44,6	44,26	
Wc + Ws (gr.)	39,31	39,27	39,28	39,01	
Ww	5,365	4,967	5,318	5,251	
Wc	27,78	28,68	28,13	28,54	
Ws	11,53	10,59	11,15	10,47	
% W	46,5	46,9	47,7	50,2	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	54	3
Wc + Ww (gr.)	12,38	12,25	13,87
Wc + Ws (gr.)	11,67	11,6	13,17
Ww	0,709	0,651	0,695
Wc	9,35	9,453	10,89
Ws	2,315	2,145	2,288
% W	30,6	30,3	30,4

PROMEDIO 30,5



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 47,7  
LIMITE PLASTICO 30,5  
INDICE DE PLASTICIDAD 17,3

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION Munic. San José ESPESOR 26-26-25-25-26 cms  
 MUESTRA N° T-4 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #33  
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre rojo

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION N°	1	2	3	4	5
N° DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

- G<sub>s</sub> = GRAVEDAD ESPECIFICA
- W<sub>w</sub> = PESO HUMEDO DE MUESTRA
- W<sub>s</sub> = PESO SECO DE MUESTRA
- W<sub>c</sub> = PESO DEL RECIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

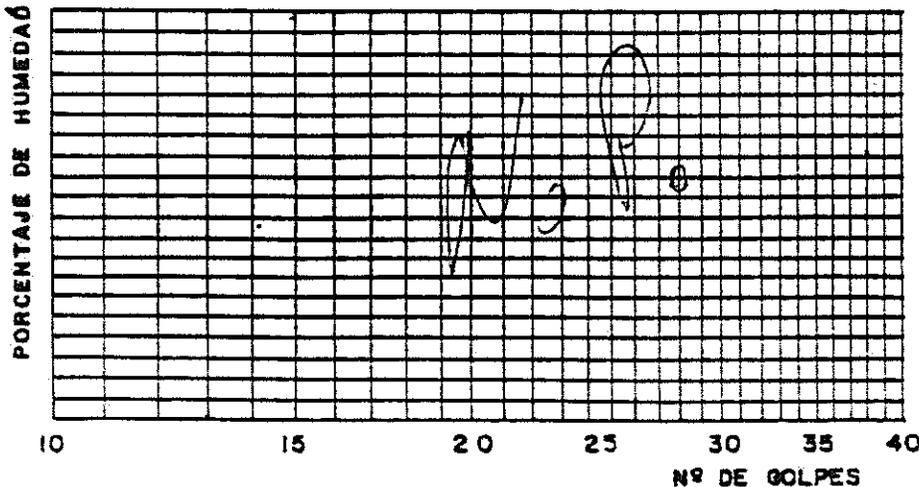
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION N°	1	2	3
RECIENTE N°			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION N°	1	2	3	4
W <sub>s</sub> PASTILLA (gr.)				
W <sub>hg</sub> + W <sub>c</sub>				
W <sub>c</sub>				
W <sub>hg</sub>				
W <sub>g</sub> (VOL. PASTILLA)				
L.C. (W <sub>s</sub> EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 EXPERIMENTADOR: \_\_\_\_\_  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

FORMULA PARA EL LIMITE DE CONTRACCION (LC)  
 METODO USANDO LA G<sub>s</sub> DEL SUELO Y DETERMINANDO EL VOLUMEN  
 DE LA PASTILLA POR EL H<sub>g</sub>. DESPLAZADO

$$W_s = \frac{G_w \cdot V}{W_s} - \frac{G_f}{G_s}$$

27-5-97  
 Alarpe

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 19 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE CAOBA CONTAMINADA CON RAICES  
MUESTRA No: G - 1  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: H-30

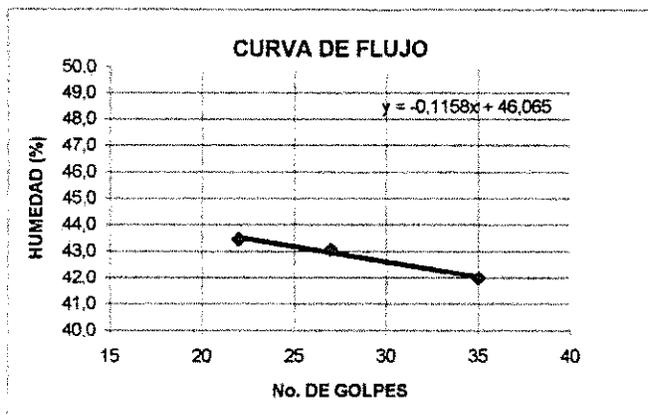
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	27	22	16	
Wc + Ww (gr.)	32,21	32,61	33,48	38,1	
Wc + Ws (gr.)	28,23	28,43	28,99	33,42	
Ww	3,983	4,183	4,493	4,685	
Wc	18,73	18,71	18,65	23,28	
Ws	9,491	9,715	10,34	10,14	
% W	42,0	43,1	43,4	46,2	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	2	22	50
Wc + Ww (gr.)	12,47	12,66	11,55
Wc + Ws (gr.)	11,6	11,76	10,76
Ww	0,873	0,9	0,788
Wc	7,169	7,129	6,768
Ws	4,428	4,632	3,996
% W	19,7	19,4	19,7

PROMEDIO 19,6



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 43,2  
LIMITE PLASTICO 19,6  
INDICE DE PLASTICIDAD 23,5

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 14 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO CAFE  
MUESTRA No: G - 1  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: # 34

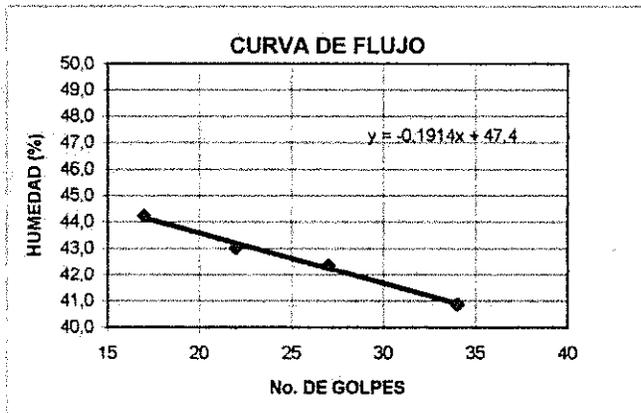
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	27	22	17	
Wc + Ww (gr.)	34,51	38,69	32,26	35,73	
Wc + Ws (gr.)	29,92	34,14	27,51	30,56	
Ww	4,592	4,548	4,758	5,173	
Wc	18,68	23,4	16,44	18,86	
Ws	11,24	10,74	11,06	11,7	
% W	40,9	42,4	43,0	44,2	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	24	50	2
Wc + Ww (gr.)	10,07	9,906	10,45
Wc + Ws (gr.)	9,434	9,285	9,811
Ww	0,635	0,621	0,641
Wc	6,819	6,768	7,169
Ws	2,615	2,517	2,642
% W	24,3	24,7	24,3

PROMEDIO 24,4



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 42,6  
LIMITE PLASTICO 24,4  
INDICE DE PLASTICIDAD 18,2

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA Nº \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION Munic. San José  
 MUESTRA Nº E-1 PROFUNDIDAD Sub base #2 HUECO #34  
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Castre gris  
 \_\_\_\_\_ 8s \_\_\_\_\_

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION Nº	1	2	3	4	5
Nº DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

- Ge = GRAVEDAD ESPECIFICA
- Ww = PESO HUMEDO DE MUESTRA
- Ws = PESO SECO DE MUESTRA
- Wc = PESO DEL RECIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

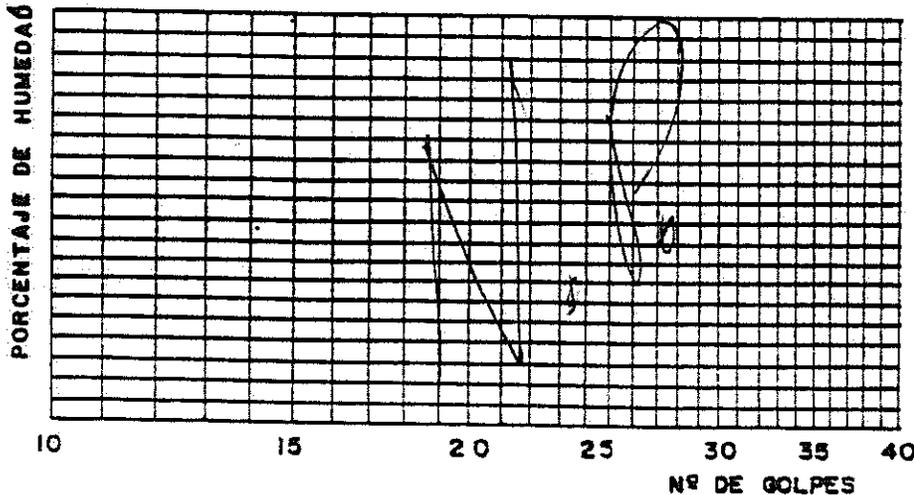
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION Nº	1	2	3
RECIENTE Nº			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION Nº	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
Whg + Wc				
Wc				
Whg				
Wg (VOL. PASTILLA)				
L.C. (Ws EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 EXPERIMENTADOR : \_\_\_\_\_  
 REVISADO POR : \_\_\_\_\_

FORMULA PARA EL LIMITE DE CONTRACCION (LC)  
 METODO USANDO LA Gs DEL SUELO Y DETERMINANDO EL VOLUMEN  
 DE LA PASTILLA POR EL Hg. DESPLAZADO

$$W_s = \frac{G_w \cdot V}{W_s} - \frac{G_f}{G_s}$$

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION Manic Sandoz ESP. 10.0 am  
 MUESTRA N° 6-1 PROFUNDIDAD Subbase # 1 HUECO # 34  
 DESCRIPCION DEL MATERIAL lastre gris

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION N°	1	2	3	4	5
N° DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

- Gs = GRAVEDAD ESPECIFICA
- Ww = PESO HUMEDO DE MUESTRA
- Ws = PESO SECO DE MUESTRA
- Wc = PESO DEL RECIPIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

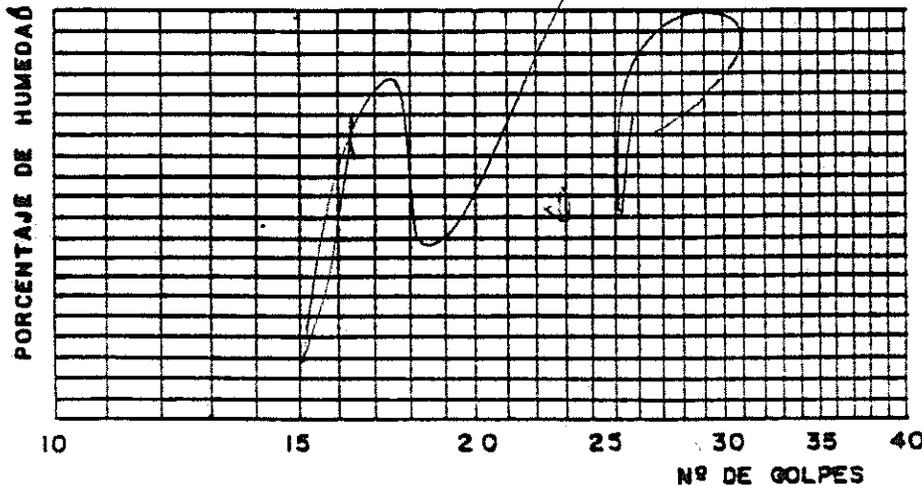
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION N°	1	2	3
RECIPIENTE N°			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION N°	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
Wwg + Wc				
Wc				
Wwg				
Wg (VOL. PASTILLA)				
L.C (Ww EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 EXPERIMENTADOR: \_\_\_\_\_  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

FORMULA PARA EL LIMITE DE CONTRACCION (LC)  
 METODO USANDO LA Gs DEL SUELO Y DETERMINANDO EL VOLUMEN  
 DE LA PASTILLA POR EL Hg. DESPLAZADO

$$W_s = \frac{G_w \cdot V}{W_s} - \frac{G_f}{G_s}$$

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 15 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

SUBRASANTE

MUESTRA No:

G-5 HUECO # 37

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmoide	5662	5755	5753	5725	5559		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1450	1543	1541	1513	1347		
$\delta w$	1536	1634	1632	1602	1426		
$\delta s$	1142	1178	1122	1078	1084		

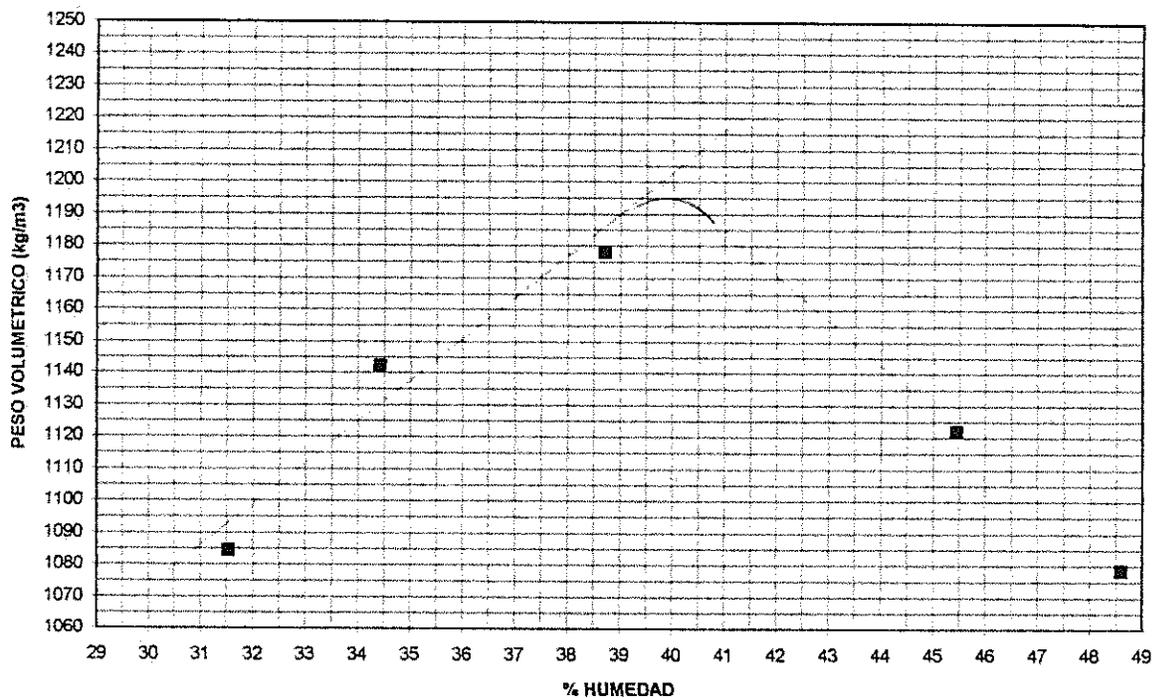
$$\gamma_{max} = 1195 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 39.8\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	52	11	47	45	81
Ww + Wc	408,8	427,2	420,6	372,8	480,3
Ws + Wc	313,9	319,0	301,1	264,1	393,2
Ww	94,9	108,2	119,5	108,7	87,1
Wc	38,2	39,5	38,1	40,4	117,0
Ws	275,8	279,5	263,0	223,7	276,2
%W	34,4	38,7	45,4	48,6	31,5

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 15 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO CAFE CLARO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: G-6 HUECO # 35 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

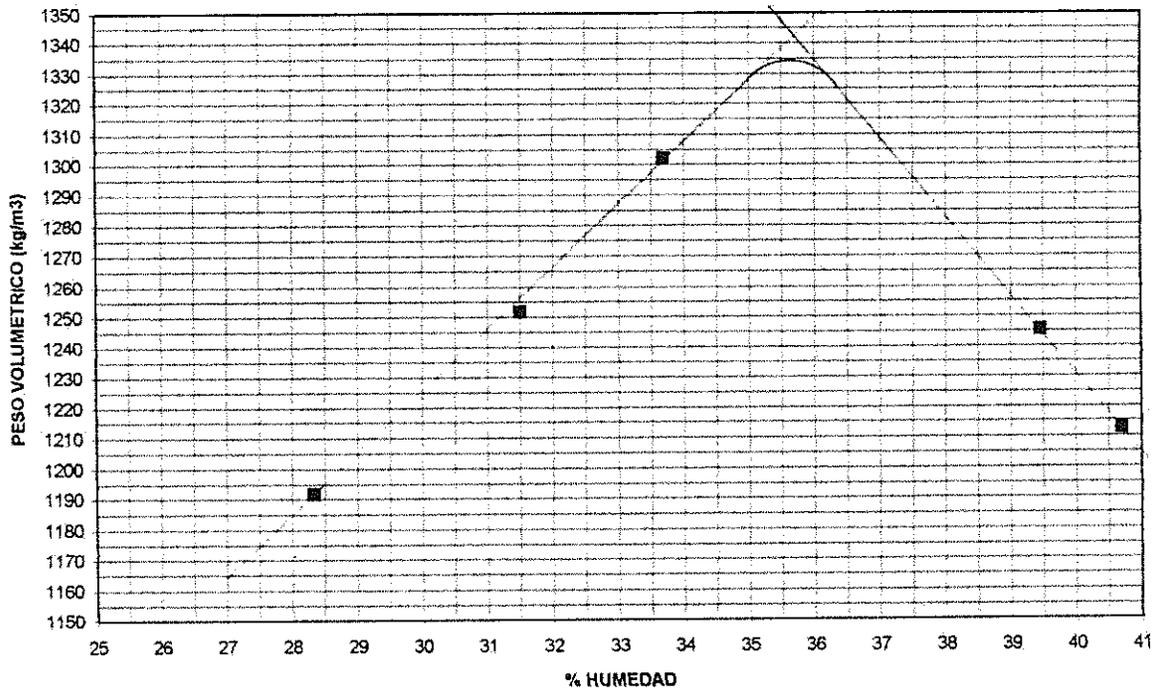
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5656	5856	5823	5766	5852		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1444	1644	1611	1554	1640		
$\delta w$	1529	1741	1706	1646	1737		
$\delta s$	1192	1302	1213	1252	1245		

$\gamma_{max} = 1335 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 35.6 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	82	3	46	51	8
Ww + Wc	494,3	544,1	507,5	440,4	847,4
Ws + Wc	408,4	433,8	371,6	344,4	762,0
Ww	85,9	110,3	135,9	96,0	85,4
Wc	105,2	106,4	37,7	39,6	545,6
Ws	303,2	327,4	333,9	304,8	216,4
%W	28,3	33,7	40,7	31,5	39,5

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 03 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

G: 1 HUECO 36

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

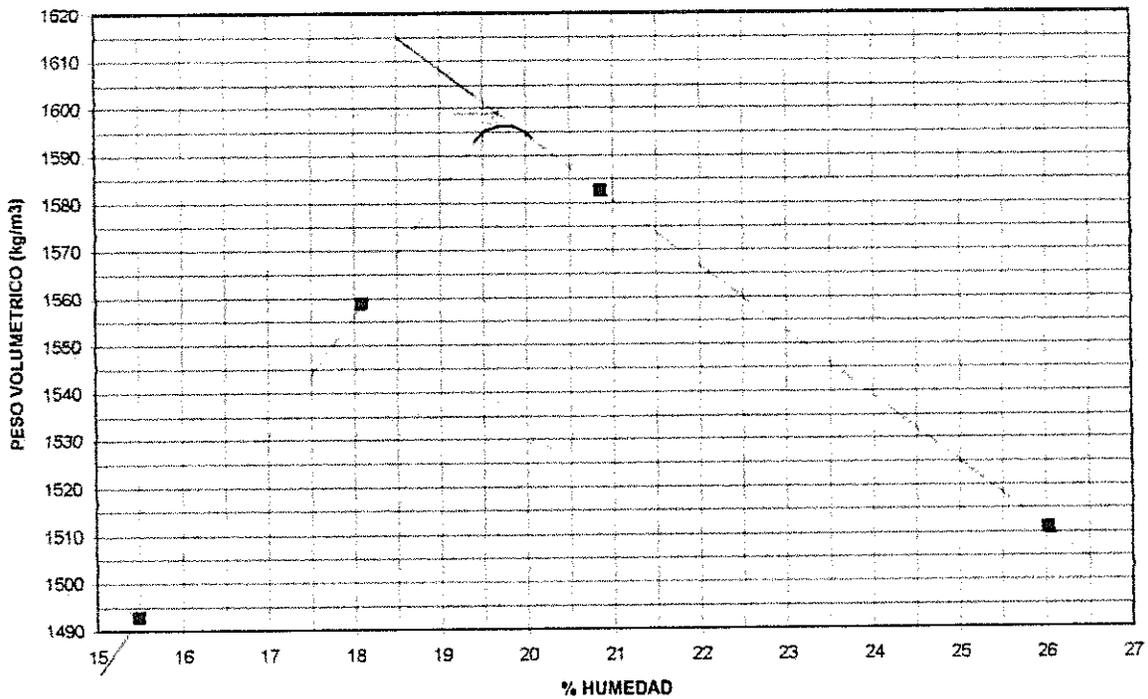
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5840	6018	6010	5950			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1628	1806	1798	1738			
$\delta w$	1724	1913	1904	1841			
$\delta s$	1493	1583	1511	1559			

$\gamma_{max} = 1596$   
 $W_{opt} = 19.7\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	24	7	3	36
Ww + Wc	363.7	447.7	439.2	439.9
Ws + Wc	328.0	392.4	370.5	392.2
Ww	34.7	55.3	68.7	47.7
Wc	105.2	127.2	106.4	128.5
Ws	223.8	265.2	264.1	263.7
%W	15.5	20.9	26.0	18.1

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 9 DE JUNIO DE 1997

MUESTRA No: G-6 HUECO: 34

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO COLOR CAFE OSCURO

$\gamma_m = 1598.2$   $W_a = 19.67\%$

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
		11249												
56	13	7191	4058	1919	1599	100.0	50	281.4	240.7	39.4		40.7	201.4	20.2
		10957												
28	15	7164	3793	1793	1493	93.4	52	297.4	254.2	38.2		43.2	216.1	20.0
		10821												
14	16	7357	3464	1640	1366	85.4	82	454.5	396.4	105.2		58.1	291.2	20.0
														20.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
13	3-jun	1:30	284.00	315.00	317.00	318.00	320.00	10.92	11.62	11.97	12.68
4	3-jun	1:30	311.00	347.00	349.00	349.00	350.00	11.58	12.22	12.22	12.54
15	3-jun	1:30	324.00	355.00	356.50	357.00	357.00	9.57	10.03	10.19	10.19

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

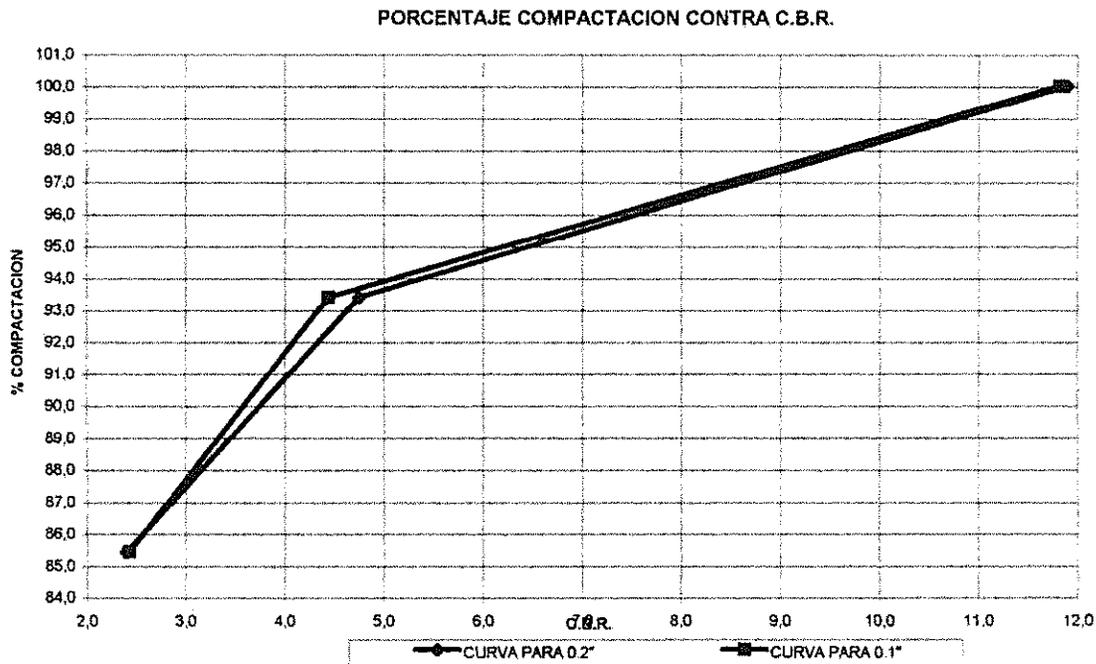
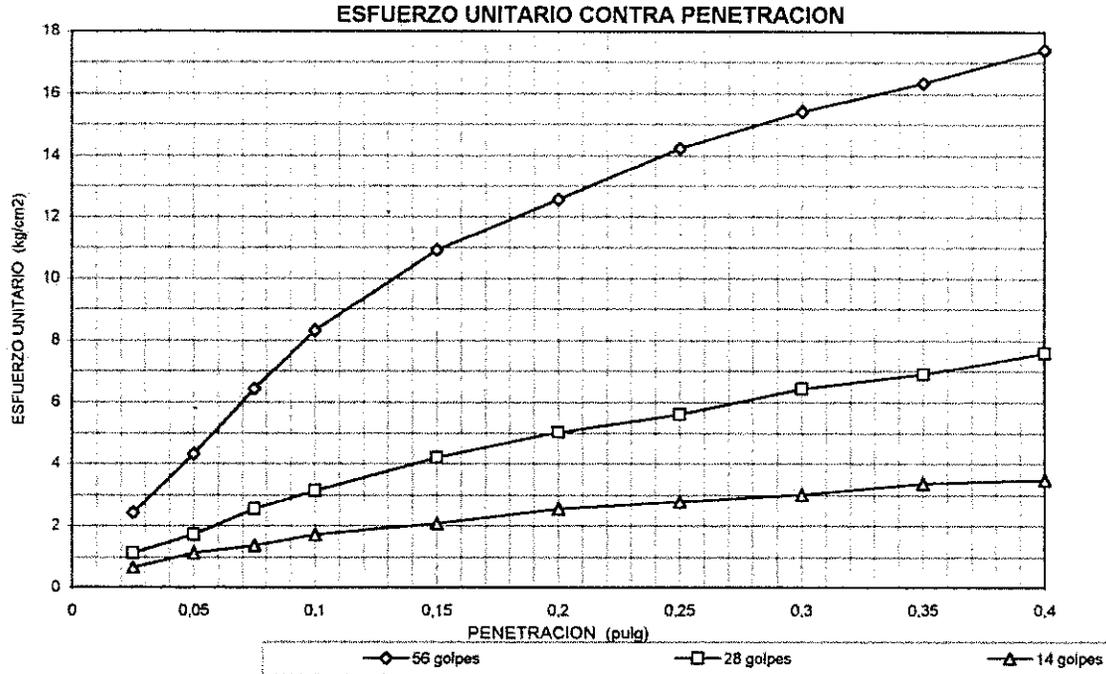
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	10.0	18.0	27.0	35.0	46.0	53.0	60.0	65.0	69.0	73.5
13	0.06	2.42	4.308	6.432	8.32	10.916	12.568	14.22	15.4	16.344	17.406
	0.0	4.5	7.0	10.5	13.0	17.5	21.0	23.5	27.0	29.0	32.0
4	0.06	1.122	1.712	2.538	3.128	4.19	5.016	5.606	6.432	6.904	7.612
	0.0	2.5	4.5	5.5	7.0	8.5	10.5	11.5	12.5	14.0	14.5
15	0.06	0.65	1.122	1.358	1.712	2.066	2.538	2.774	3.01	3.364	3.482

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	8.32	12.57	100,0	11.82	11.90
28	3.13	5.02	93,4	4.44	4.75
14	1.71	2.54	85,4	2.43	2.40

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 9 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR CAFÉ OSCURO  
 MUESTRA No: G-6 HUECO: 34  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 17 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE CLARO CON PARTICULAS AMARILLAS  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: G - 4 HUECO 33 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

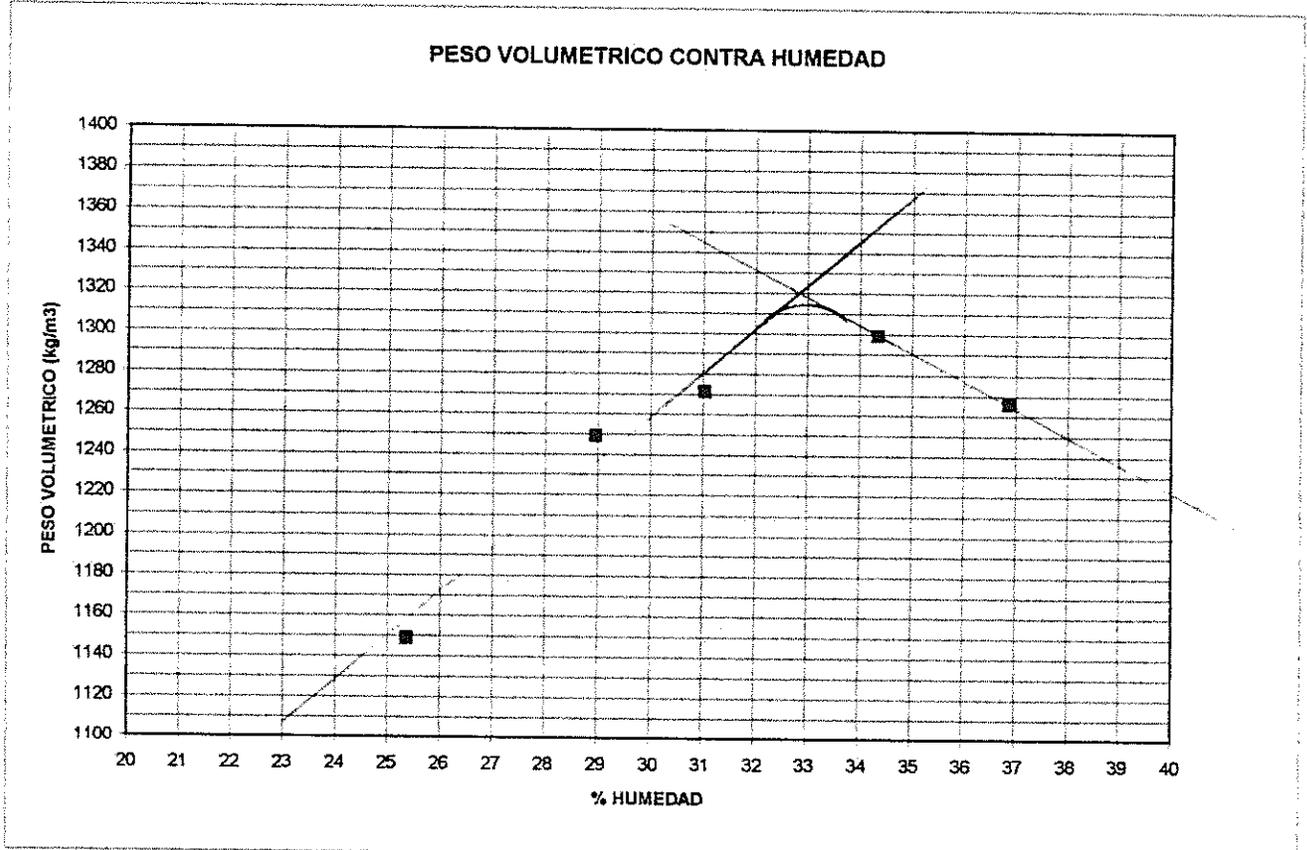
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5572	5733	5785	5860	5848		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1360	1521	1573	1648	1636		
$\delta_w$	1440	1611	1666	1745	1733		
$\delta_s$	1149	1249	1271	1299	1266		

$\gamma_{max} = 1317 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 32.9 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	46	02	9	82	73
Ww + Wc	365.4	332.2	316.8	436.4	395.4
Ws + Wc	299.1	287.1	267.8	351.7	316.7
Ww	66.3	45.1	49.0	84.7	78.7
Wc	37.7	131.4	110.0	105.2	103.2
Ws	261.4	155.7	157.9	246.5	213.5
%W	25.4	29.0	31.0	34.3	36.9



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 21 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: G-4 HUECO: 33

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE CLARO

$\rho_m = 1317$

$W_o = 32.9\%$

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
		11048												
56	27	7400	3648	1759	1323	100.5	63	358.0	294.5	103.0		63.5	191.5	33.2
		11153												
28	24	7429	3724	1655	1245	94.5	2	352.8	292.1	105.6		60.7	186.5	32.5
		10373												
14	32	7220	3153	1491	1121	85.1	16	371.5	310.1	125.0		61.4	185.1	33.2
														33.0

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	
27	17-may	2:20	348.00	-	370.00	370.00	370.00	-	6.32	6.32	6.32	6.32
24	17-may	2:20	330.00	-	366.00	366.00	367.00	-	10.91	10.91	11.21	11.21
32	17-may	2:20	331.00	-	342.00	342.00	342.00	-	3.32	3.32	3.32	3.32

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

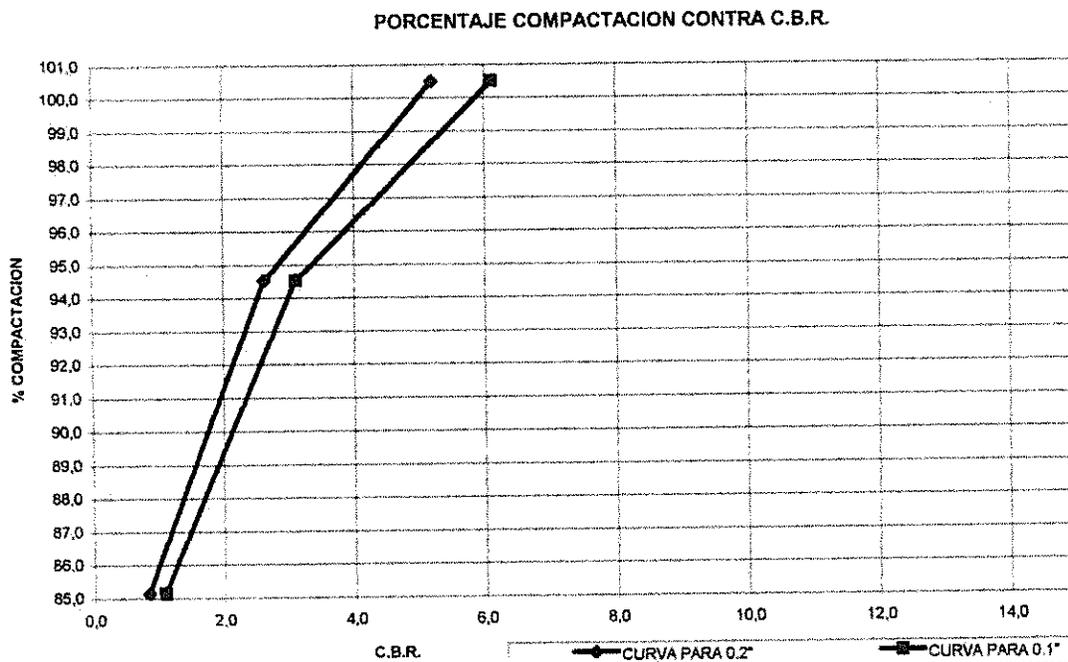
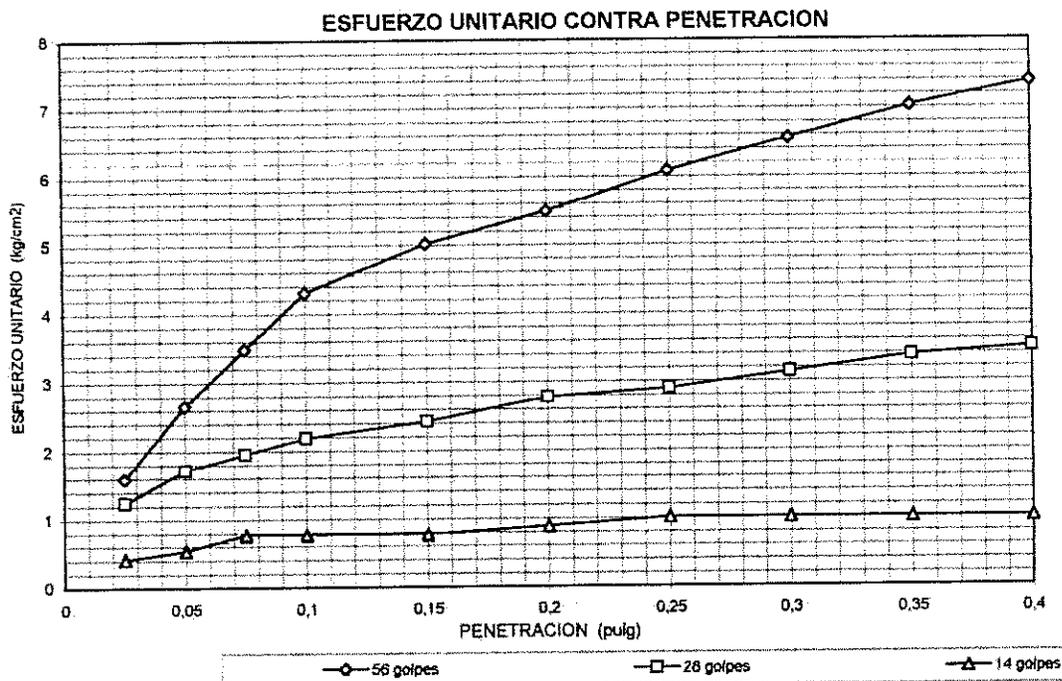
MOLDE	$L_o$	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	6.5	11.0	14.5	18.0	21.0	23.0	25.5	27.5	29.5	31.0
27	0.06	1.594	2.656	3.482	4.308	5.016	5.488	6.078	6.55	7.022	7.376
	0.0	5.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.5	12.0	13.0	14.0	14.5
24	0.06	1.24	1.712	1.948	2.184	2.42	2.774	2.892	3.128	3.384	3.482
	0.0	1.5	2.0	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
32	0.06	0.414	0.532	0.768	0.768	0.768	0.886	1.004	1.004	1.004	1.004

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
56	4.31	5.49	100.5	6.12	5.20
28	2.18	2.77	94.5	3.10	2.63
14	0.77	0.89	85.1	1.09	0.84

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 21 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE CLARO  
 MUESTRA No: G-4 HUECO: 33  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 13 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

G - 1 HUECO 34

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

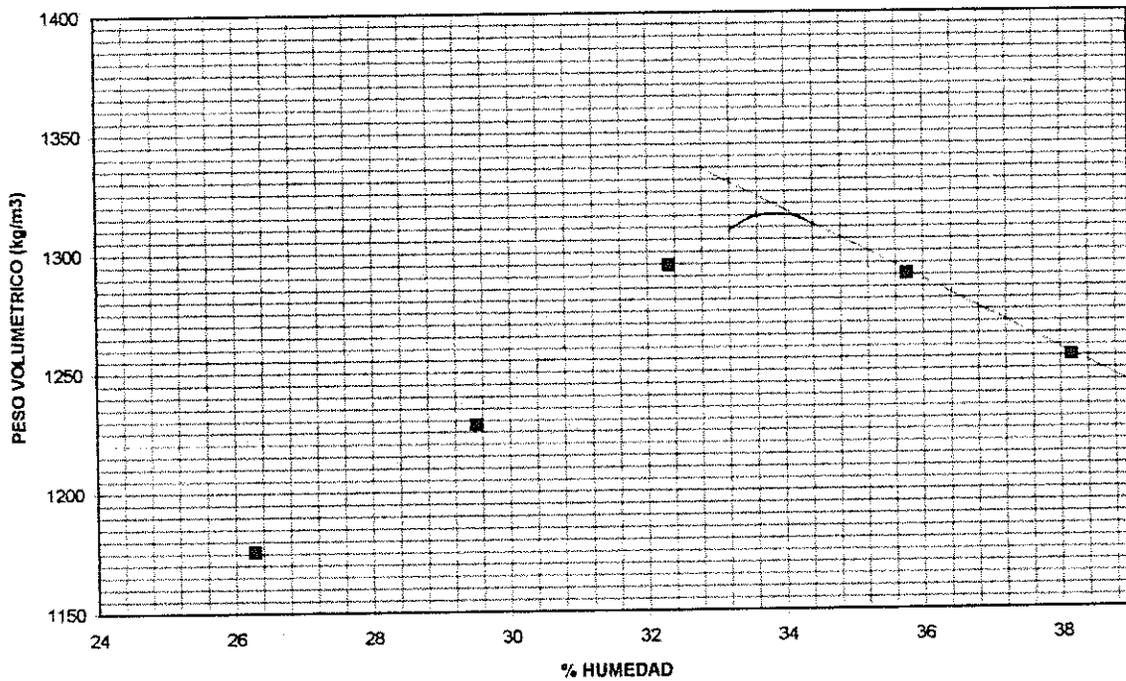
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5617	5832	5853	5717	5869		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1402	1617	1638	1502	1654		
δ w	1485	1712	1735	1591	1752		
δ s	1176	1294	1256	1228	1290		

$\gamma_{max} = 1315 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 33.8 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	9	28	52	49	32
Ww + Wc	346,3	342,2	274,2	277,6	405,5
Ws + Wc	297,1	283,8	209,0	223,5	327,2
Ww	49,2	58,3	65,2	54,1	78,2
Wc	109,9	103,3	38,2	40,1	108,5
Ws	187,2	180,5	170,8	183,4	218,7
%W	26,3	32,3	38,2	29,5	35,8

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: G-1 HUECO: 34  
LOCALIZACION: SUBRASANTE  
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO

$\delta_m = 1315$   $W_o = 33.8 \%$

COMPACTACION

GOLF.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11100												
56	16	7367	3733	1767	1319	100.3	51	282.0	220.7	39.7		61.3	181.1	33.8
		10791												
28	14	7178	3613	1708	1276	97.0	53	222.4	174.9	37.5		47.5	137.3	34.6
		10620												
14	3	7234	3366	1591	1188	90.3	46	217.3	172.5	37.6		44.6	134.7	33.5
														33.9

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
16	10-may	12:00	410.00	312.00	---	419.00	420.00	-23.90	---	2.20	2.44
14	10-may	12:00	296.00	303.00	---	309.00	309.00	2.36	---	4.39	4.39
3	10-may	12:00	287.00	303.00	---	304.00	304.00	5.57	---	5.92	5.92

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

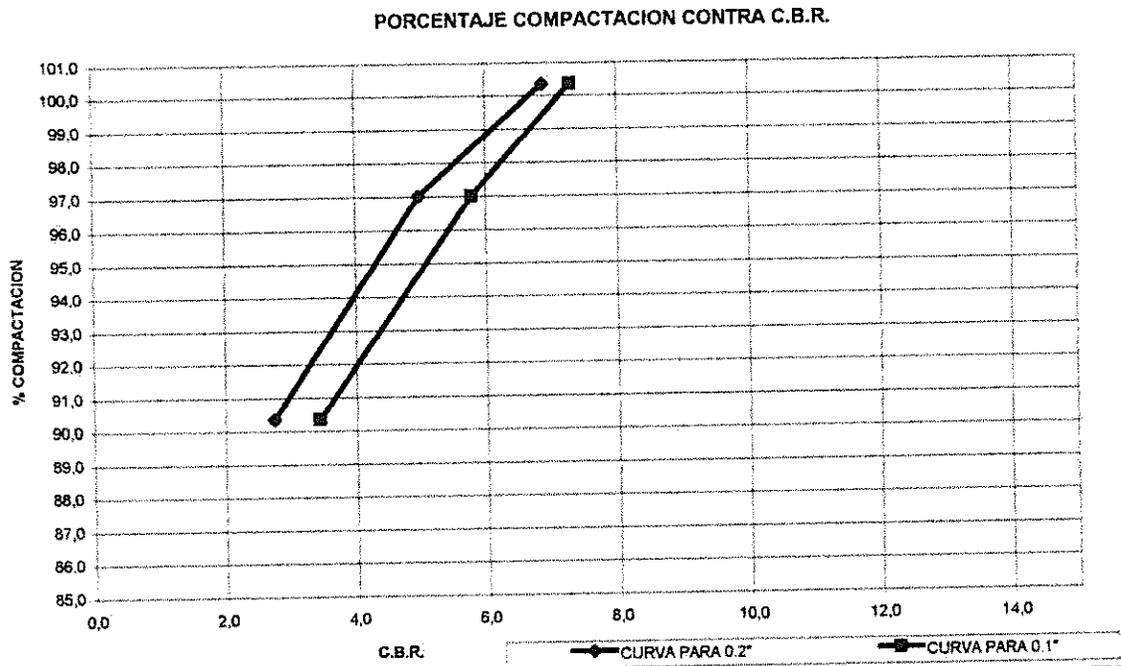
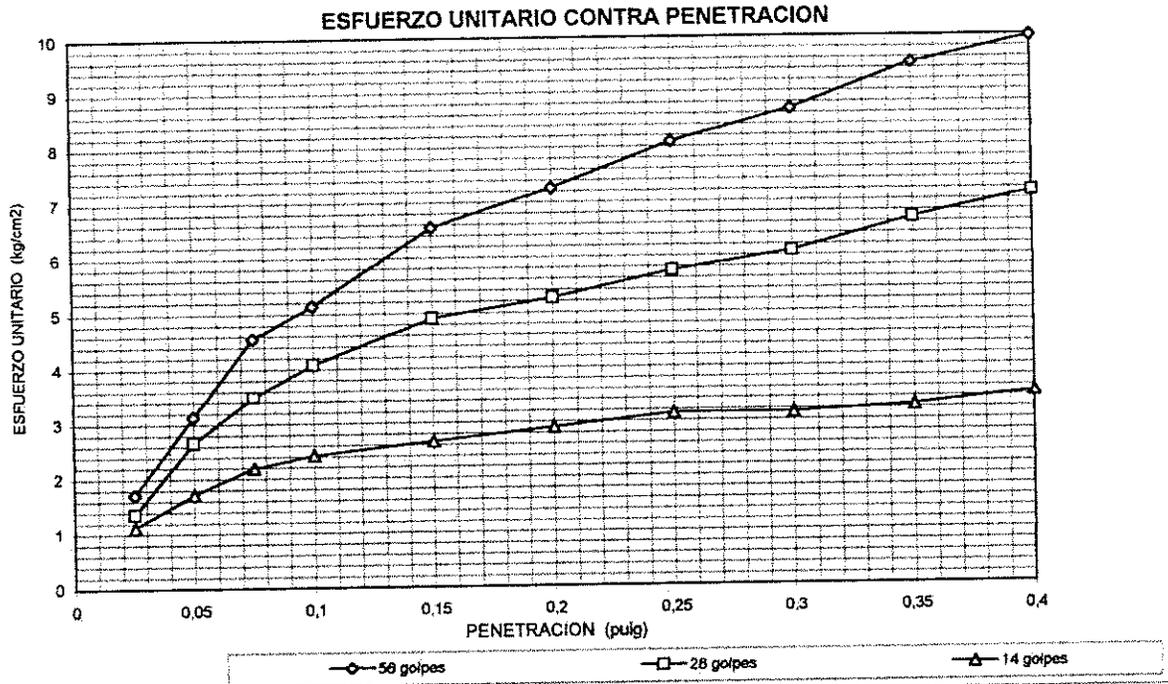
MOLDE	L <sub>0</sub>	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	7.0	13.0	19.0	21.5	27.5	30.5	34.0	36.5	40.0	42.0
16	0.06	1.712	3.128	4.544	5.134	6.55	7.258	8.084	8.674	9.5	9.972
	0.0	5.5	11.0	14.5	17.0	20.5	22.0	24.0	25.5	28.0	30.0
14	0.06	1.358	2.656	3.482	4.072	4.898	5.252	5.724	6.078	6.668	7.14
	0.0	4.5	7.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	13.0	13.5	14.5
3	0.06	1.122	1.712	2.184	2.42	2.656	2.892	3.128	3.128	3.246	3.482

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5.13	7.26	100,3	7.29	6.87
28	4.07	5.25	97,0	5.78	4.97
14	2.42	2.89	90,3	3.44	2.74

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO  
 MUESTRA No: G-1 HUECO: 34  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE  
 MUESTRA No: G - 6 HUECO 35 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6078	6181	6118	6171	6175		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1866	1969	1906	1959	1963		
$\delta w$	1976	2085	2018	2075	2079		
$\delta s$	1739	1778	1756	1737	1785		

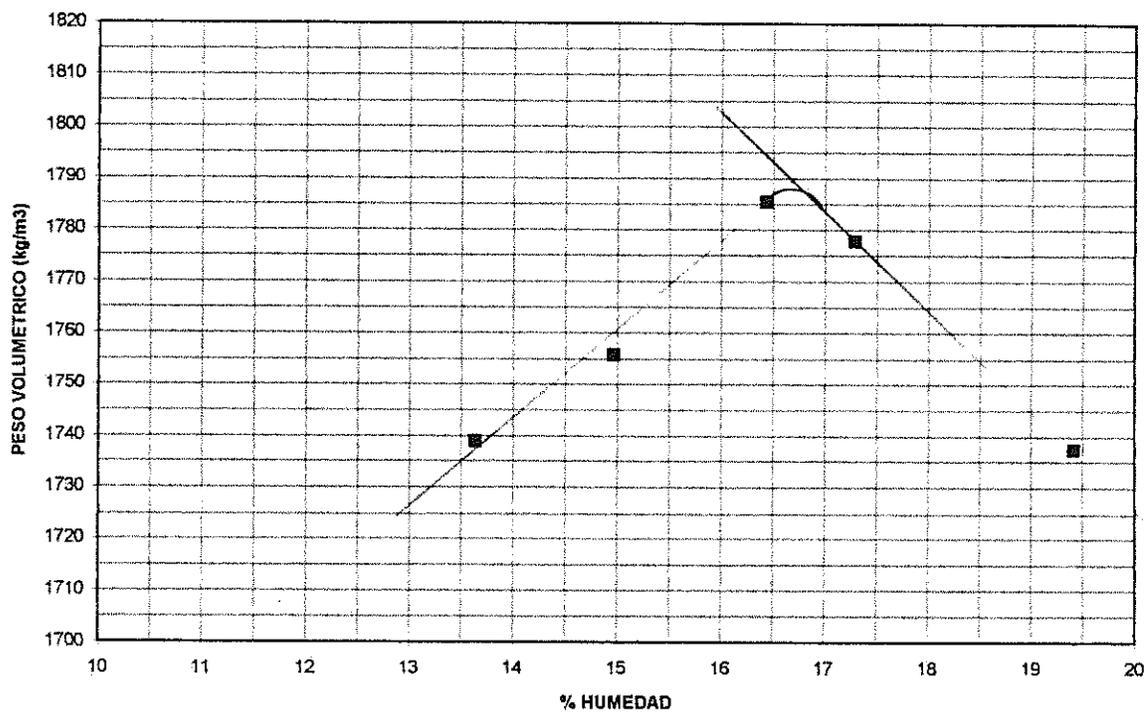
$$\gamma_{max} = 1788 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 16.7 \%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	53	11	46	74	9
Ww + Wc	335,0	494,8	510,9	507,5	517,5
Ws + Wc	299,3	427,7	449,3	442,0	460,0
Ww	35,7	67,1	61,6	65,5	57,5
Wc	37,5	39,5	37,6	104,6	110,0
Ws	261,8	388,2	411,7	337,4	350,0
%W	13,6	17,3	15,0	19,4	16,4

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 29 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE N° 2  
 MUESTRA No: G - 1 HUECO: 34 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6154	6222	6083	6170			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1942	2010	1871	1958			
$\delta w$	2057	2129	1981	2074			
$\delta s$	1817	1841	1786	1744			

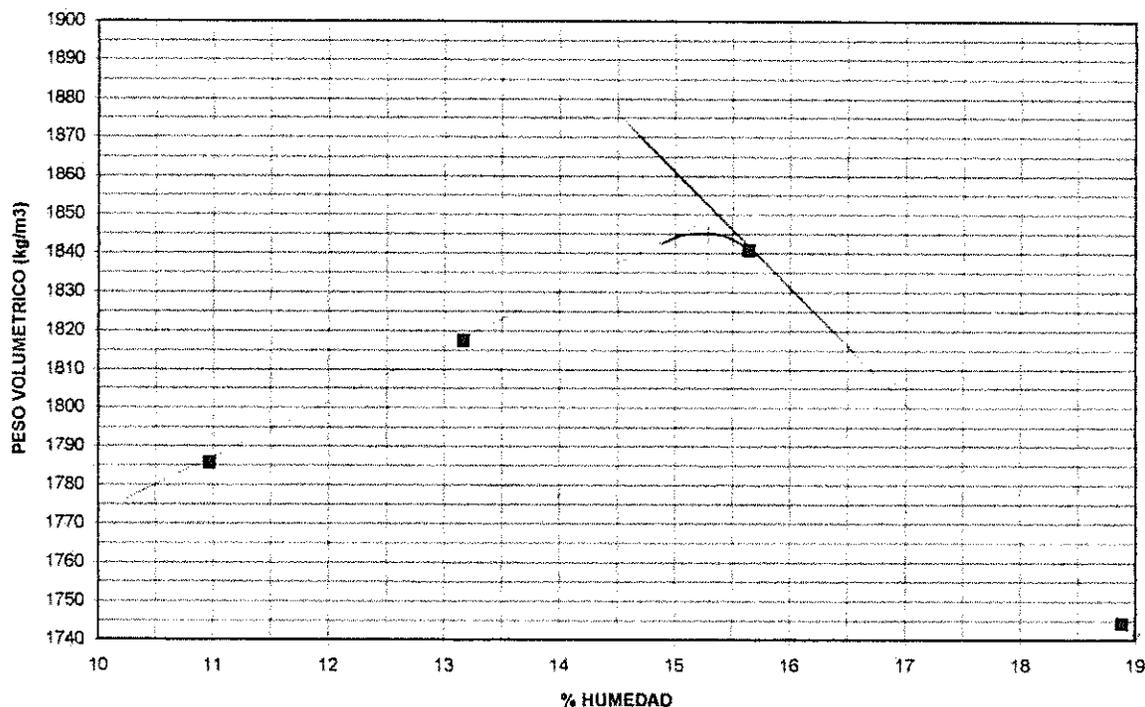
CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4	66	82	14
Ww + Wc	652,2	513,6	491,3	511,3
Ws + Wc	590,9	456,9	453,1	450,0
Ww	61,3	56,7	38,2	61,3
Wc	125,3	94,3	105,2	125,5
Ws	465,6	362,6	347,9	324,5
%W	13,2	15,6	11,0	18,9

$$\delta_{\max} = 1845 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 15.2\%$$

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



**ANEXO 3**

**PERFIL DE DEFLEXIONES**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

ZONA : PAVAS

RUTA : G1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>

FECHA: 23-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 2500 m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO	DEFLEXION	DEFLEXION	TEMPER
Nº	0.01mm	mm*10 <sup>-2</sup>	PAVIM (°C)
1	63	126	33
2	85	170	33.5
3	70	140	33.5
4	56	112	33.5
5	52	104	33.5
6	51	102	34
7	50	100	34
8	55	110	34
9	42	84	34
10	66	132	35
11	43	86	35
12	46	92	35
13	50	100	35
14	30	60	36
15	24	48	36
16	55	110	37
17	53	106	37
18	72	144	38
19	70	140	38
20	62	124	38
21	75	150	39
22	23	46	39
23	40	80	39
24	43	86	39
26	42	84	39
26	47	94	39
27	50	100	39
28	45	90	38
29	38	76	38
30	60	120	38
31	53	106	38
32	51	102	38
33	51	102	38
34	42	84	38.5
35	60	120	38.5
36	44	88	38.5

PROMEDIO (D):

103.28

DESV. EST. (σ):

26.92

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

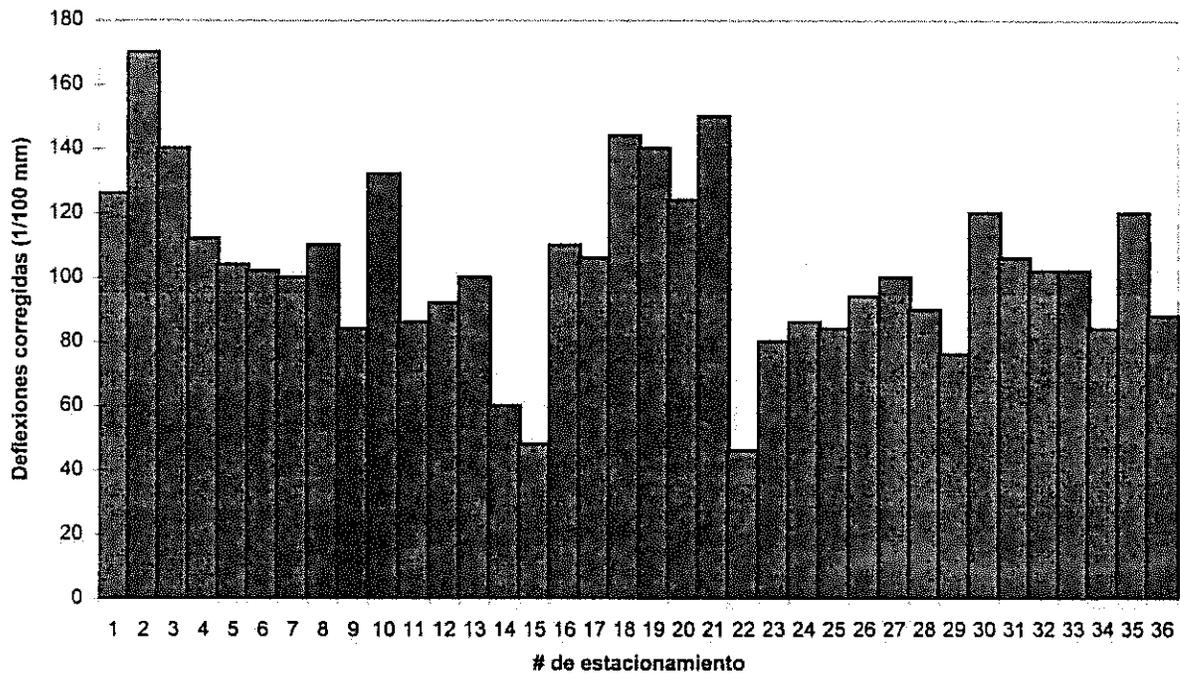
RUTA: PAVAS

TRAMO : G1

LONGITUD: 2590

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	23-4-97
PROMEDIO (D):	103.28
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	26.92
MIN	46
D - $2\sigma$	49.43
D + $1.282\sigma$	137.79
D + $2\sigma$	157.12
MAX	170



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

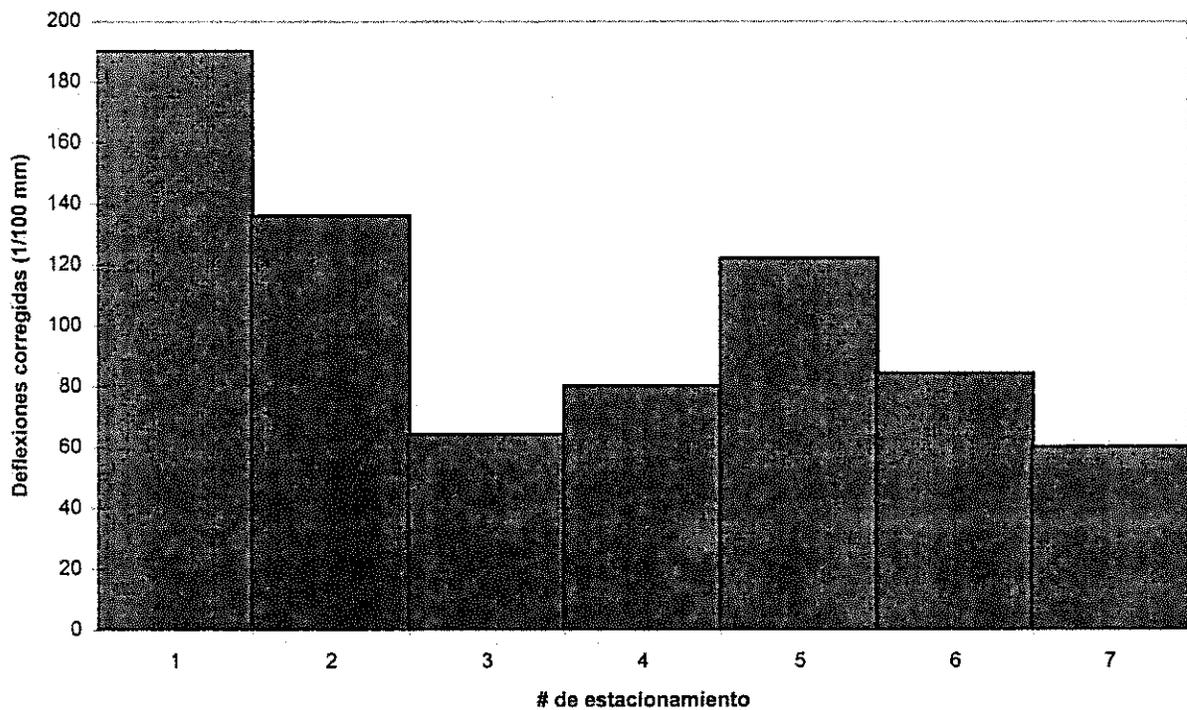
RUTA: PAVAS

TRAMO: G2

LONGITUD: 300m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	22-4-97
PROMEDIO (D):	105.14
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	46.99
MIN	60
D - $2\sigma$	11.17
D + $1.282\sigma$	165.38
D + $2\sigma$	199.12
MAX	190



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

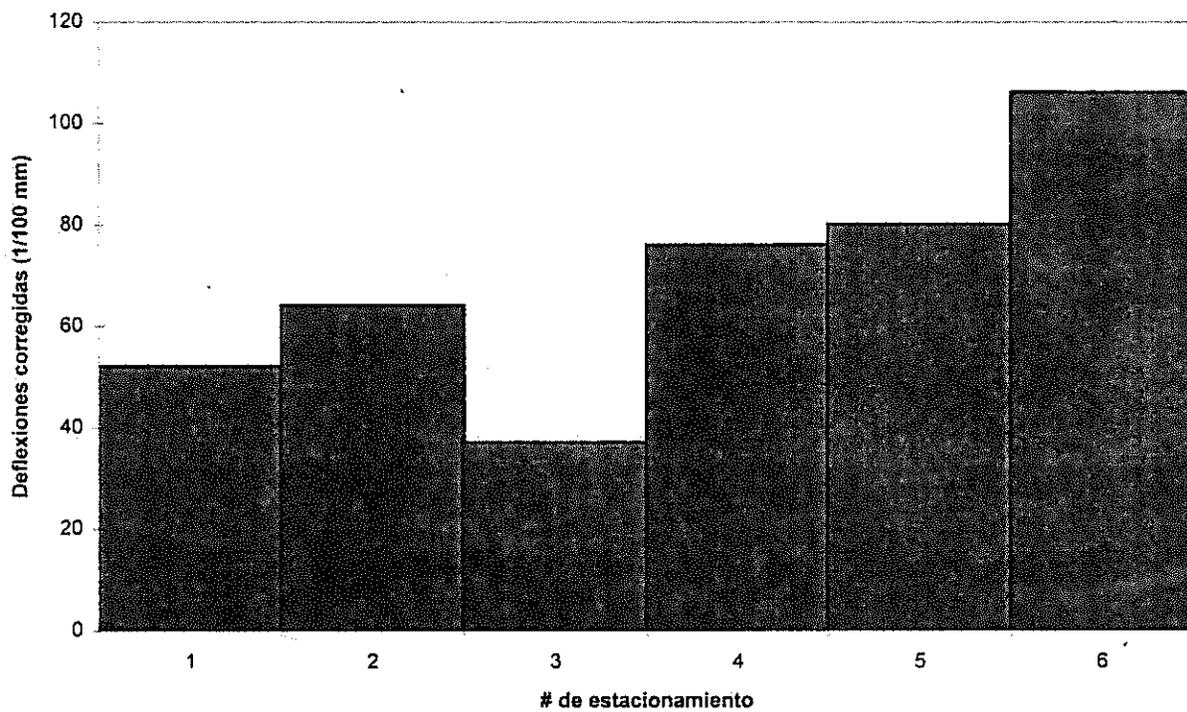
RUTA: PAVAS

TRAMO : G3

LONGITUD: 300m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	23-4-97
PROMEDIO (D):	69.17
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	23.99
MIN	37
D - $2\sigma$	21.19
D + $1.282\sigma$	99.92
D + $2\sigma$	117.14
MAX	106



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

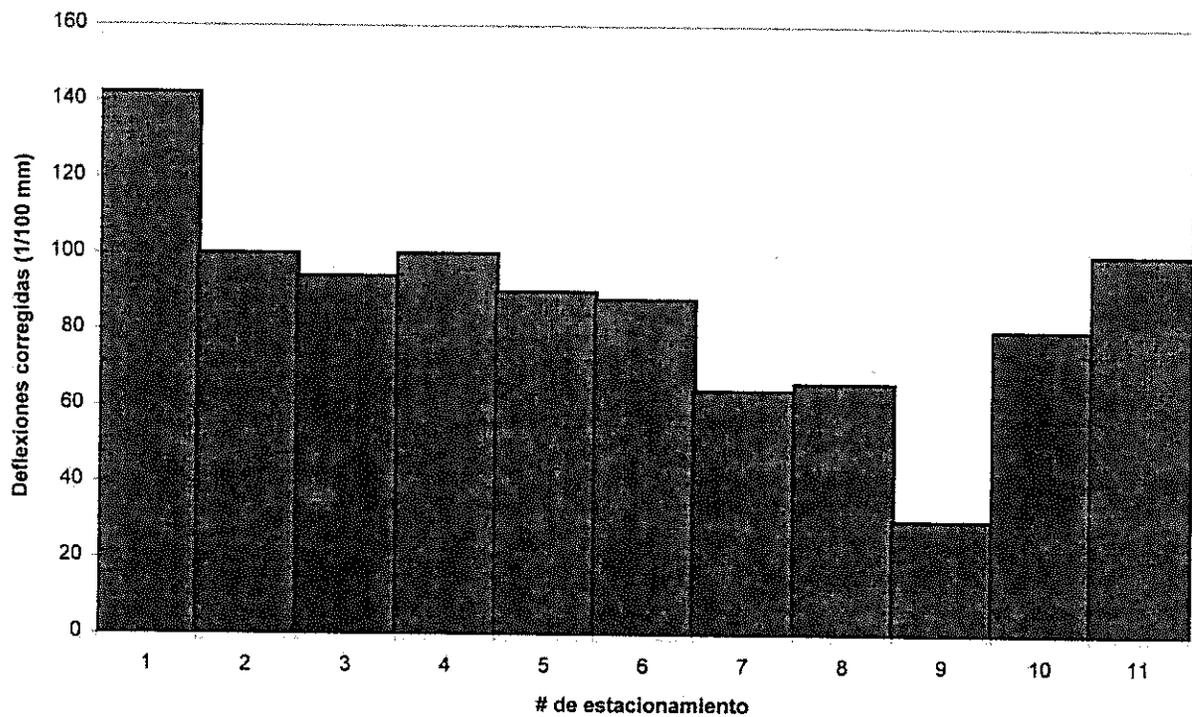
RUTA: PAVAS

TRAMO: G4

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 100 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	22-4-97
PROMEDIO (D):	86.73
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	28.03
MIN	30
D - $2\sigma$	30.66
D + $1.282\sigma$	122.66
D + $2\sigma$	142.79
MAX	142



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

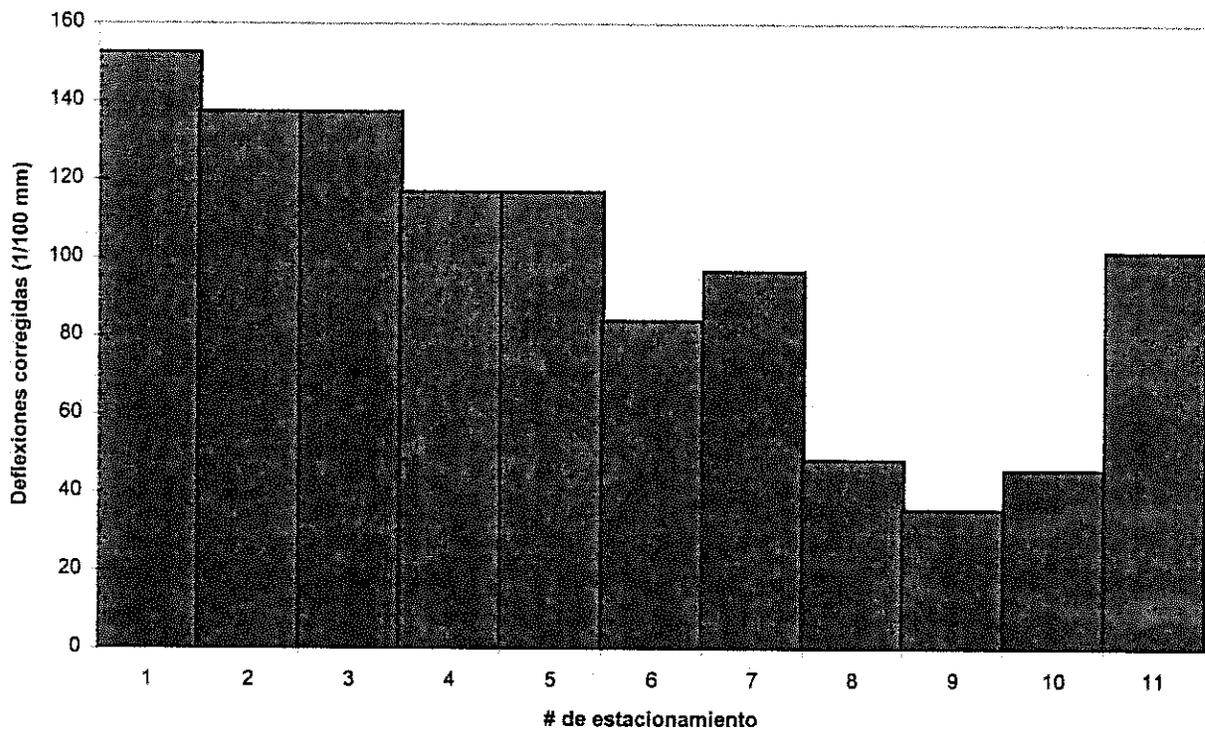
RUTA: PAVAS

TRAMO : G4

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 100 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	20-6-97
PROMEDIO (D):	97.44
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	40.07
MIN	36
D - $2\sigma$	17.31
D + $1.282\sigma$	148.81
D + $2\sigma$	177.58
MAX	152



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

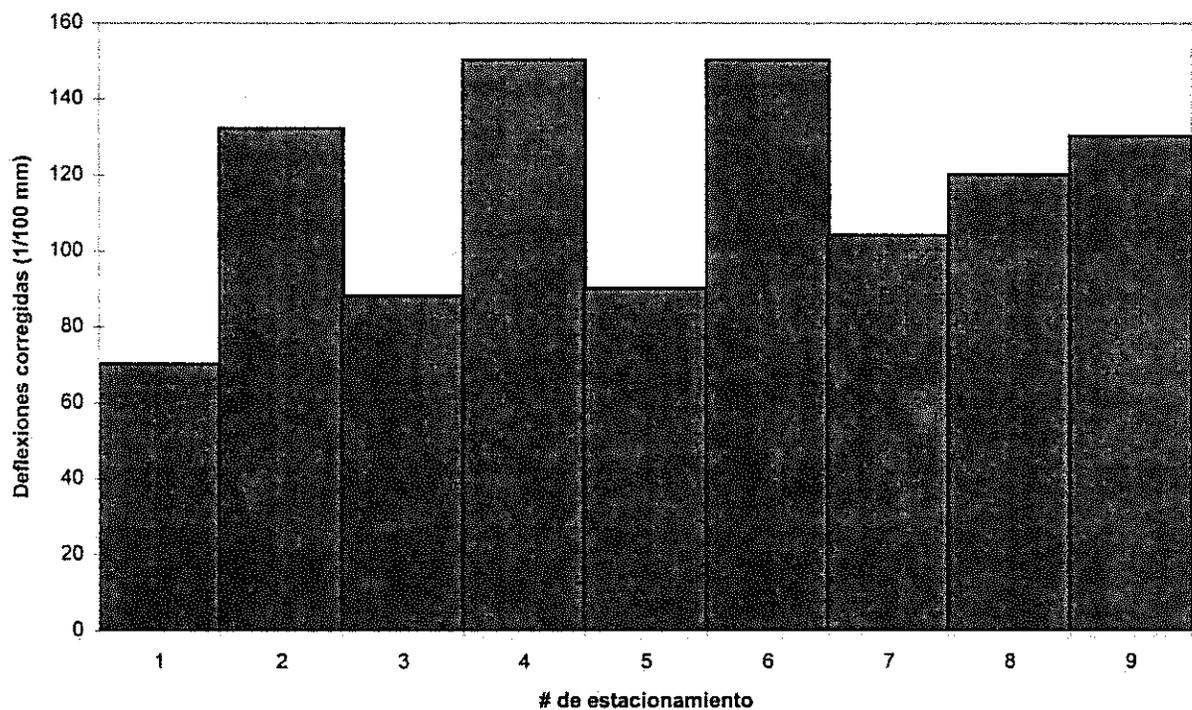
RUTA: PAVAS

TRAMO: G5

LONGITUD: 440m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	22-4-97
PROMEDIO (D):	114.89
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	28.48
MIN	70
D - $2\sigma$	57.93
D + $1.282\sigma$	151.40
D + $2\sigma$	171.85
MAX	150

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

ZONA :PAVAS

RUTA : G6

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>

FECHA: 22-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1630 m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	42	84	33
2	43	86	33
3	35	70	33
4	31	62	33
5	55	110	33
6	44	88	33
7	60	120	32
8	55	110	32
9	42	84	32
10	80	160	32
11	70	140	32
12	50	100	32
13	78	156	31.5
14	72	144	31.5
15	74	148	31.5
16	80	160	31.5
17	50	100	31.5
18	80	160	31.5
19	82	164	31.5
20	80	160	30
21	72	144	30
22	52	104	30
23	60	120	30
24	68	136	30
25	42	84	30
26	55	110	29
27	38	76	29
28	30	60	29
29	67	134	29

PROMEDIO (D):

116.34

DESV. EST. (σ):

33.20

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

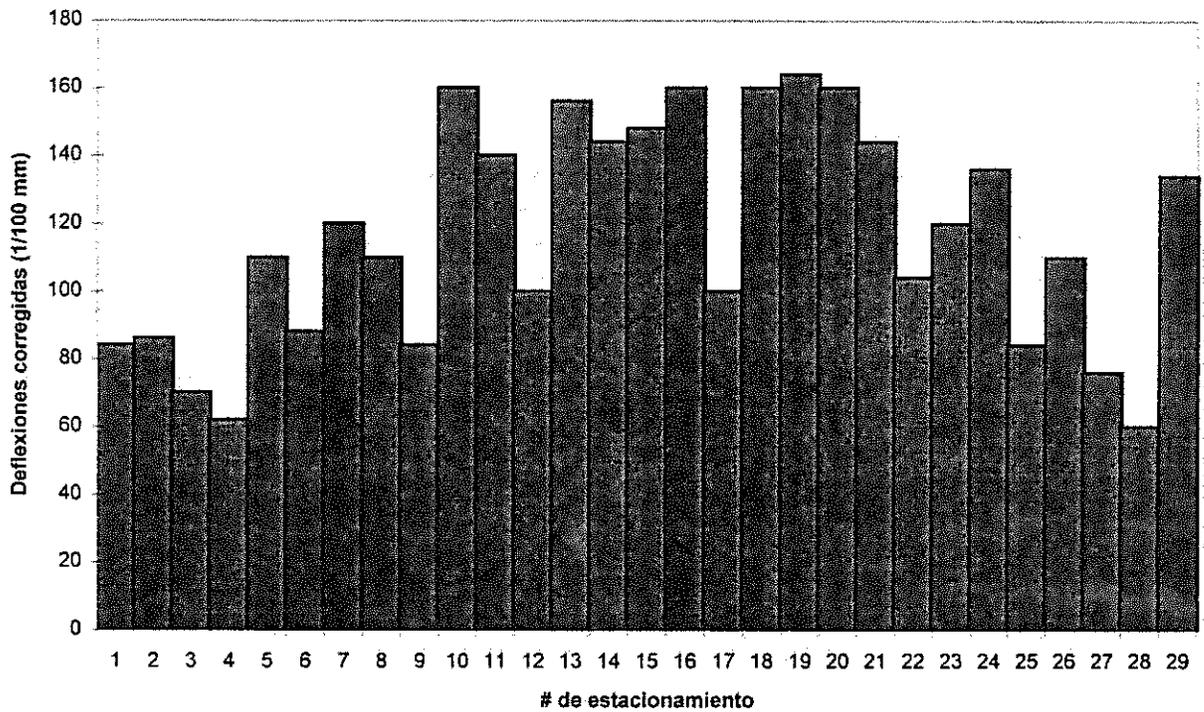
RUTA: PAVAS

TRAMO: G6

LONGITUD: 1630m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	22-4-97
PROMEDIO (D):	116.34
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	33.20
MIN	60
D - $2\sigma$	49.95
D + $1.282\sigma$	158.90
D + $2\sigma$	182.74
MAX	164



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

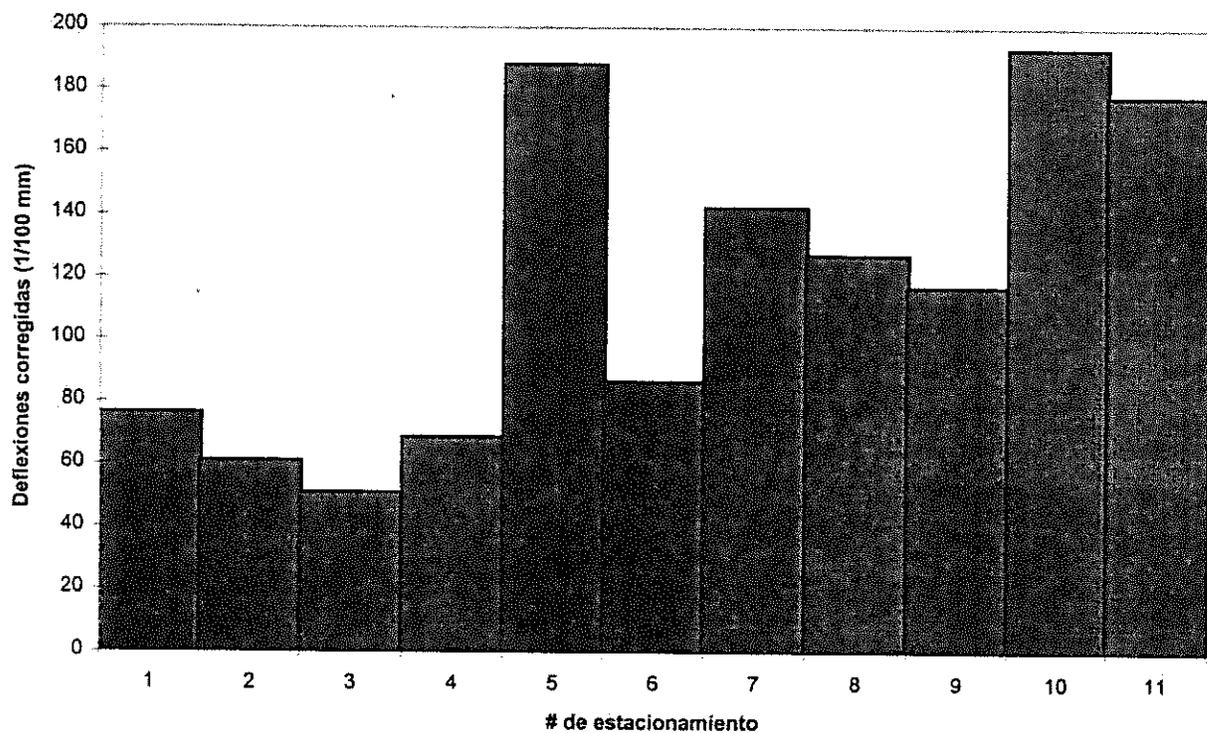
RUTA: PAVAS

TRAMO: G6

LONGITUD: 1630m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



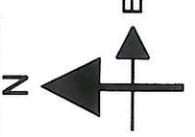
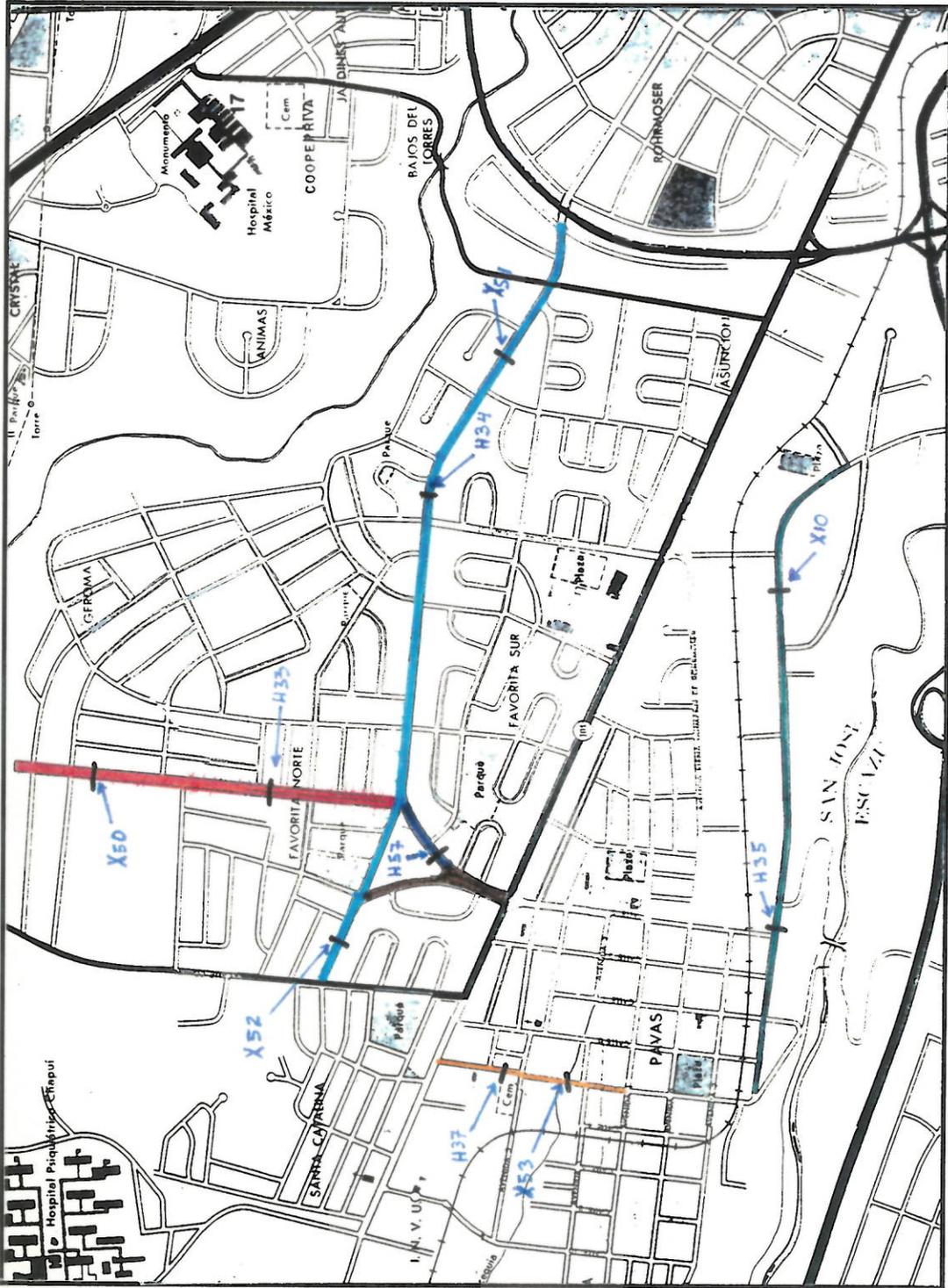
FECHA:	20-6-97
PROMEDIO (D):	136.91
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	48.73
MIN	51
D - $2\sigma$	39.44
D + $1.282\sigma$	199.38
D + $2\sigma$	234.37
MAX	226

**ANEXO 4**

**PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS**

# MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

## ZONA : PAVAS



G1 =		G3 =		G5 =	
G2 =		G4 =		G6 =	

Simbología :