



MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

**PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS**

INFORME DE AVANCE N° 2

DISTRITO ZAPOTE

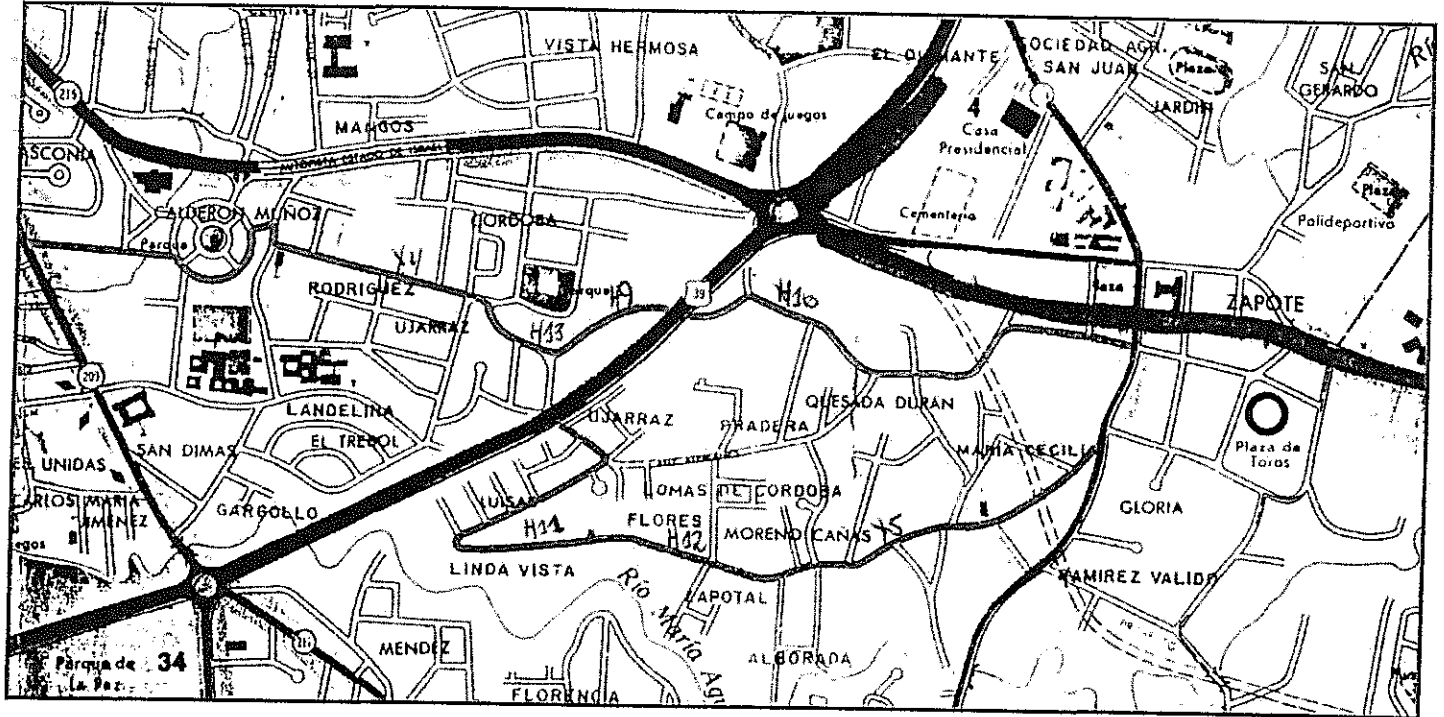
**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**



SETIEMBRE 1997

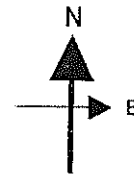
MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

ZONA : ZAPOTE



Simbología :

B1 =	
B2 =	
B3 =	



MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

**PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS**

INFORME DE AVANCE N° 2

DISTRITO ZAPOTE

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



SETIEMBRE 1997

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 2

DISTRITO ZAPOTE

Indice de Contenido	Página
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 Pavimento flexible	3
5.2 Diseño propuesto	9
6- Cuadro de cantidades	12
7- Conclusiones y recomendaciones	16
8- Especificaciones especiales	18
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	21
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	30
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	69
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	76

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 2

DISTRITO ZAPOTE

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 3 rutas del distrito de Zapote, ubicadas según se detalla en los planos anexos, y se identifican de la siguiente forma:

- B1: De llantas Cooper en Plaza Víquez hacia el este, hasta la carretera de circunvalación (tramo entre la rotonda de las Garantías Sociales y la rotonda de la Y Griega).
- B2: Del puente peatonal ubicado en la circunvalación (tramo entre la rotonda de las Garantía Sociales y la rotonda de la Y Griega), hacia el este, hasta CORTEL en Zapote.
- B3: Del CONICIT hacia el oeste, hasta la carretera de circunvalación.

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 ⁶ (8.2 ton) (rango probable)
B1	0.40 - 0.50
B2	1.20 - 1.60
B3	1.80 - 2.20

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/cm².

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 tres rutas, donde se obtuvieron los siguientes valores de deflexión en verano:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 ⁻²)	Drr (mm*10 ⁻²)
B1	125	185
B2	146	218
B3	137	182

Drr : deflexión de rebote (deflexión media más dos desviaciones estándar).

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.

5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

5.1 Pavimento Flexible

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 la Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 se resumen los resultados de este análisis.

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 rodera, 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 la Tabla 5.4 se resumen los resultados de este análisis y la simbología utilizada es la siguiente:

E : módulo resiliente (kg/cm^2).

U_z : desplazamiento vertical total del pavimento ($\text{mm} \cdot 10^{-2}$).

$E_{t(h)}$: deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

$E_{c(h)}$: 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.

6,00E+05	5,77815125	-1,65	0,35	3,28259	4,28259	2,4	6000	2,89E-05	5,77818018
6,00E+05	5,77815125	-1,29	0,35	3,14668	4,14668	2,4	6000	1,84E-05	5,77816963
8,00E+05	5,903089987	-1,65	0,35	3,42194	4,42194	2,4	6000	4,15E-05	5,90313147
8,00E+05	5,903089987	-1,29	0,35	3,28143	4,28143	2,4	6000	2,89E-05	5,90311889
5,00E+05	5,698970004	-1,65	0,35	3,19665	4,19665	2,4	6000	2,25E-05	5,6989925
5,00E+05	5,698970004	-1,29	0,35	3,0636	4,0636	2,4	6000	1,32E-05	5,6989832

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 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B1

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_0	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
6,00E+05	5,77815125	-1,65	0,35	4,12191	5,12191	2,4	3000	4,29E-05	5,77819419
6,00E+05	5,77815125	-1,29	0,35	3,96044	4,96044	2,4	3000	0,000842	5,77899305
8,00E+05	5,903089987	-1,65	0,35	4,28791	5,28791	2,4	3000	-1,53E-05	5,90307473
8,00E+05	5,903089987	-1,29	0,35	4,12045	5,12045	2,4	3000	-1,55E-05	5,90307452
5,00E+05	5,698970004	-1,65	0,35	4,01857	5,01857	2,4	3000	-0,000462	5,69850779
5,00E+05	5,698970004	-1,29	0,35	3,85919	4,85919	2,4	3000	-0,000486	5,69848393
6,00E+05	5,77815125	-1,65	0,35	3,75545	4,75545	2,4	4000	-3,93E-06	5,77814732
6,00E+05	5,77815125	-1,29	0,35	3,60426	4,60426	2,4	4000	4,63E-06	5,77815588
8,00E+05	5,903089987	-1,65	0,35	3,91019	4,91019	2,4	4000	3,78E-06	5,90309376
8,00E+05	5,903089987	-1,29	0,35	3,75416	4,75416	2,4	4000	4,17E-06	5,90309416
5,00E+05	5,698970004	-1,65	0,35	3,65988	4,65988	2,4	4000	4,42E-06	5,69897443
5,00E+05	5,698970004	-1,29	0,35	3,5117	4,5117	2,4	4000	4,92E-06	5,69897493
6,00E+05	5,77815125	-1,65	0,35	3,48907	4,48907	2,4	5000	4,32E-05	5,77819444
6,00E+05	5,77815125	-1,29	0,35	3,34639	4,34639	2,4	5000	4,74E-05	5,77819861
8,00E+05	5,903089987	-1,65	0,35	3,63523	4,63523	2,4	5000	3,95E-05	5,90312945
8,00E+05	5,903089987	-1,29	0,35	3,48785	4,48785	2,4	5000	4,32E-05	5,90313319
5,00E+05	5,698970004	-1,65	0,35	3,39886	4,39886	2,4	5000	4,56E-05	5,69901561
5,00E+05	5,698970004	-1,29	0,35	3,25912	4,25912	2,4	5000	5E-05	5,69901999

Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : ZAPOTE

RUTA: B2

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1,40E+06	6,146128036	-1,65	0,35	4,62538	5,62538	2,4	3000	-3,81E-05	6,14608996
1,40E+06	6,146128036	-1,29	0,35	4,44799	5,44799	2,4	3000	-3,96E-05	6,14608846
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	4,66836	5,66836	2,4	3000	-2,06E-05	6,17607069
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	4,48972	5,48972	2,4	3000	-2,25E-05	6,17606875
1,40E+06	6,146128036	-1,65	0,35	4,22516	5,22516	2,4	4000	3,85E-05	6,14616655
1,40E+06	6,146128036	-1,29	0,35	4,05958	5,05958	2,4	4000	4,32E-05	6,14617127
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	4,26527	5,26527	2,4	4000	3,02E-05	6,17612149
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	4,09848	5,09848	2,4	4000	3,01E-05	6,17612132
1,40E+06	6,146128036	-1,65	0,35	3,93323	4,93323	2,4	5000	7,56E-05	6,14620359
1,40E+06	6,146128036	-1,29	0,35	3,7765	4,7765	2,4	5000	8,36E-05	6,14621167
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	3,9711	4,9711	2,4	5000	-2,59E-05	6,17606532
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	3,81319	4,81319	2,4	5000	-2,77E-05	6,1760636
1,40E+06	6,146128036	-1,65	0,35	3,7062	4,7062	2,4	6000	-4,95E-05	6,14607858
1,40E+06	6,146128036	-1,29	0,35	3,55655	4,55655	2,4	6000	-5,19E-05	6,14607612
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	3,74258	4,74258	2,4	6000	2,37E-05	6,17611491
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	3,59179	4,59179	2,4	6000	2,47E-05	6,17611597

 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 : ZAPOTE

RUTA: B3

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,81784	5,81784	2,4	3000	-1,76E-05	6,27873597
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	4,63482	5,63482	2,4	3000	-5,49E-05	6,27869874
2,10E+06	6,322219295	-1,65	0,35	4,88214	5,88214	2,4	3000	-6E-05	6,32215934
2,10E+06	6,322219295	-1,29	0,35	4,69738	5,69738	2,4	3000	-2,52E-05	6,32219406
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,40486	5,40486	2,4	4000	-1,86E-05	6,27873505
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	4,23388	5,23388	2,4	4000	-5,98E-05	6,27869378
2,10E+06	6,322219295	-1,65	0,35	4,46495	5,46495	2,4	4000	-6,47E-05	6,3221546
2,10E+06	6,322219295	-1,29	0,35	4,29243	5,29243	2,4	4000	6,54E-05	6,32228466
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,10342	5,10342	2,4	5000	-1,97E-05	6,27873387
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	3,94143	4,94143	2,4	5000	-6,44E-05	6,2786892
2,10E+06	6,322219295	-1,65	0,35	4,16037	5,16037	2,4	5000	-6,93E-05	6,32214999
2,10E+06	6,322219295	-1,29	0,35	3,99692	4,99692	2,4	5000	8,47E-05	6,32230398
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	3,8691	4,8691	2,4	6000	7,12E-05	6,27882483
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	3,71418	4,71418	2,4	6000	-6,85E-05	6,27868512
2,10E+06	6,322219295	-1,65	0,35	3,92344	4,92344	2,4	6000	-7,36E-05	6,32214571
2,10E+06	6,322219295	-1,29	0,35	3,76706	4,76706	2,4	6000	-3,04E-05	6,32218886

 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 : Análisis de fatiga

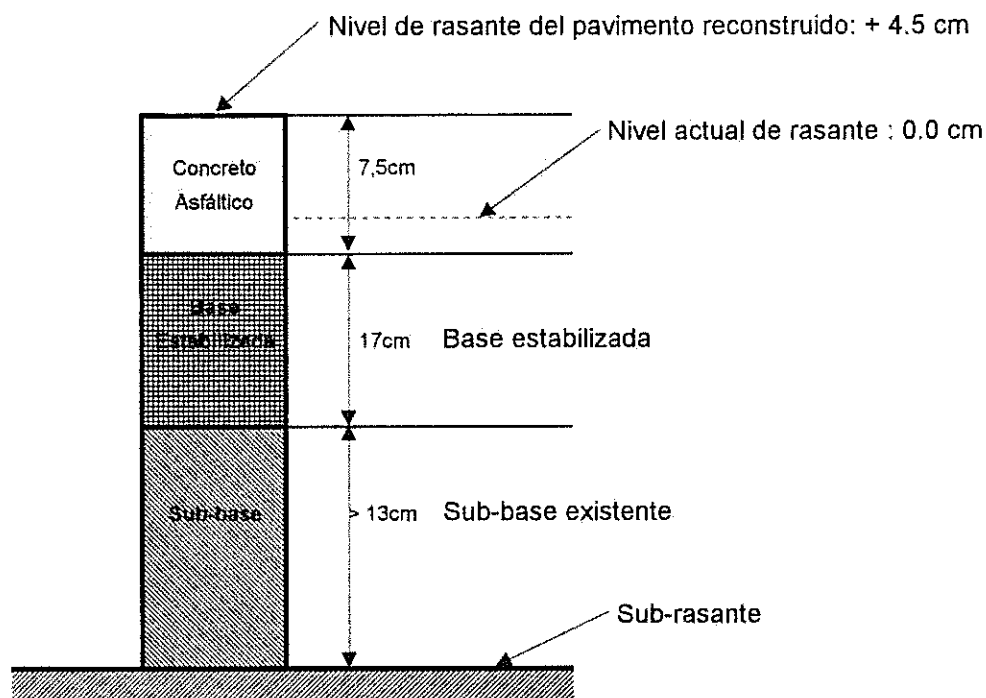
RUTA	E_1 (Psi)	E_1 (kg/cm ²)	$U_{z:Z=0}$ (pulg)	$U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²)	$e_t = (3,00)$	$e_c = (14,505)$	NF ₁	ND
B1	125000	8803	0,0318	80,772	1,17E-04	5,52E-04	3,07E+07	5,27E+05
B1	325000	22887	0,0284	72,136	4,23E-05	4,51E-04	3,87E+08	1,30E+06
RUTA	E_1 (Psi)	E_1 (kg/cm ²)	$U_{z:Z=0}$ (pulg)	$U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²)	$e_t = (3,00)$	$e_c = (16,505)$	NF ₁	ND
B2	125000	8803	0,0286	72,644	9,50E-05	4,90E-04	6,10E+07	8,98E+05
B2	325000	22887	0,0258	65,532	3,73E-05	3,42E-04	5,85E+08	4,49E+06
RUTA	E_1 (Psi)	E_1 (kg/cm ²)	$U_{z:Z=0}$ (pulg)	$U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²)	$e_t = (3,35)$	$e_c = (17,255)$	NF ₁	ND
B3	125000	8803	0,0278	70,612	7,81E-05	3,69E-04	1,16E+08	3,20E+06
B3	325000	22887	0,0249	63,246	2,49E-05	3,07E-04	2,21E+09	7,28E+06

5.2 DISEÑO PROPUESTO

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

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA B1 : Llantas Cooper (Plaza Víquez) - Circunvalación

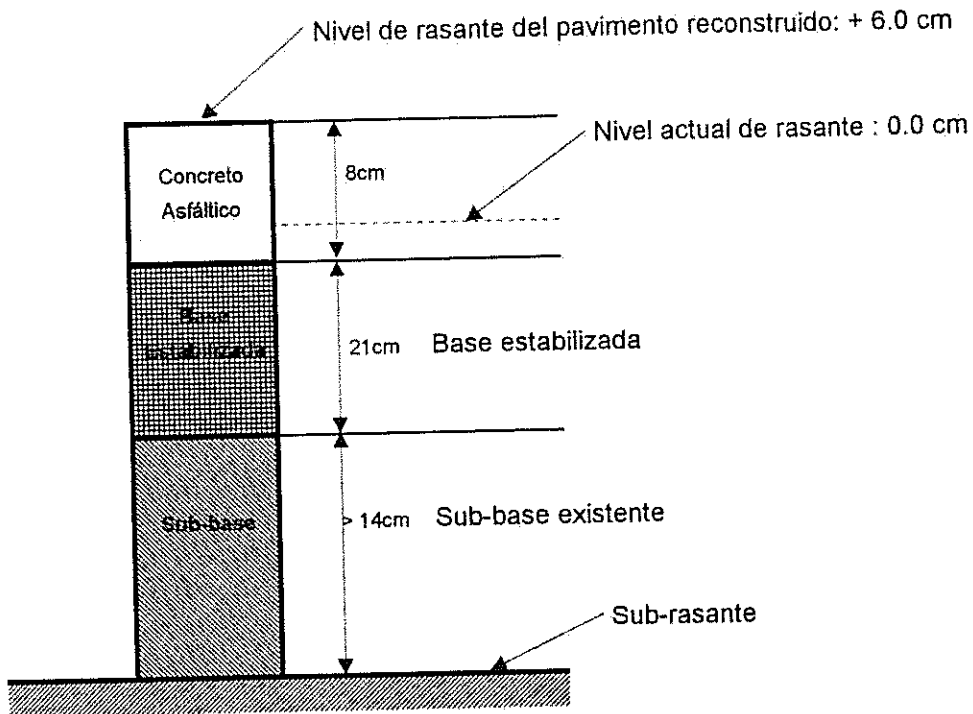


Trabajo a realizar :

- Excavar del nivel de rasante actual hasta 20,0 cm.
- Reconformar y escarificar la sub-base existente. Eliminar el sobretamaño y compactar a una densidad no menor al 97% del Proctor Modificado, en un espesor mínimo de 13 cm.
- Colocar 17 cm de base estabilizada.
- Colocar 7,5 cm de concreto asfáltico (capa de rodamiento).
- Debe verificarse que el espesor mínimo de sub-base sea de 13 cm. En aquellos casos que no se cumpla con este espesor, debe excavar la gaveta hasta la profundidad requerida para completar ese espesor mínimo especificado.

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

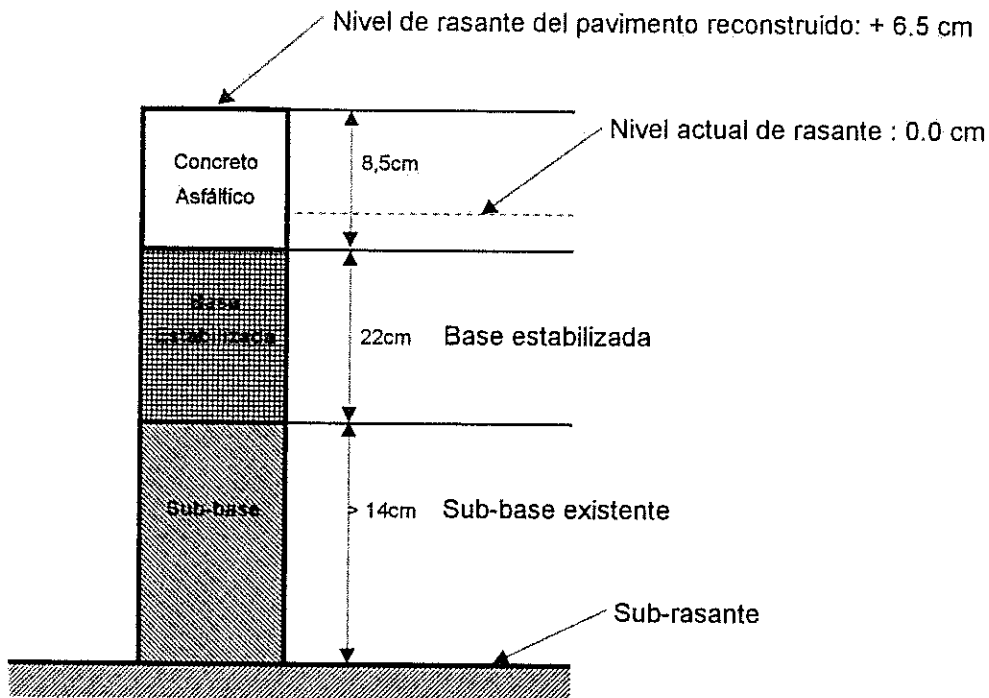
RUTA B2 : Puente peatonal Circunvalación - CORTEL



Trabajo a realizar :

- Excavar del nivel de rasante actual hasta 23,0 cm.
- Reconformar y escarificar la sub-base existente. Eliminar el sobretamaño y compactar a una densidad no menor al 97% del Proctor Modificado, en un espesor mínimo de 14 cm.
- Colocar 21 cm de base estabilizada.
- Colocar 8 cm de concreto asfáltico (capa de rodamiento).
- Debe verificarse que el espesor mínimo de sub-base sea de 14 cm. En aquellos casos que no se cumpla con este espesor, debe excavar la gaveta hasta la profundidad requerida para completar ese espesor mínimo especificado.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO
RUTA B3 : CONICIT - Circunvalación



Trabajo a realizar :

- Excavar del nivel de rasante actual hasta 24,0 cm.
- Reconformar y escarificar la sub-base existente. Eliminar el sobretamaño y compactar a una densidad no menor al 97% del Proctor Modificado, en un espesor mínimo de 14 cm.
- Colocar 22 cm de base estabilizada.
- Colocar 8,5 cm de concreto asfáltico (capa de rodamiento).
- Debe verificarse que el espesor mínimo de sub-base sea de 14 cm. En aquellos casos que no se cumpla con este espesor, debe excavar la gaveta hasta la profundidad requerida para completar ese espesor mínimo especificado.

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 de los diferentes tramos de cada uno de las vías analizadas.

	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
RUTA : B1			
Escarificación y remoción de pavimento existente	9847	0,2	1969
Conformación de sub-base	9847	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	9847	0,17	1674
Colocación y conformación de base asfáltica	9847	-	
Colocación y conformación de capa asfáltica	9847	0,075	739

	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
RUTA : B2			
Escarificación y remoción de pavimento existente	12934	0,23	2975
Conformación de sub-base	12934	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	12934	0,21	2716
Colocación y conformación de base asfáltica	12934	-	
Colocación y conformación de capa asfáltica	12934	0,08	1035

	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
RUTA : B3			
Escarificación y remoción de pavimento existente	7377	0,24	1770
Conformación de sub-base	7377	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	7377	0,22	1623
Colocación y conformación de base asfáltica	7377	-	
Colocación y conformación de capa asfáltica	7377	0,085	627

(*) Este espesor es variable, sólo se puede precisar al momento de realizar la escarificación.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION TIPICA
PROYECTO : MUNICIPALIDA DE SAN JOSE

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B1

FECHA : 2-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
5,8	250	1450		Cordón ambos lados de la vía	
			250	Cordón ambos lados de la vía	
5,95	200	1190		Cordón ambos lados de la vía	
			450	Cordón ambos lados de la vía	
7,8	100	780		Cordón ambos lados de la vía	
			550	Cordón ambos lados de la vía	
9,8	50	490		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
7,8	100	780		Cordón ambos lados de la vía	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
7,95	150	1193		Cordón ambos lados de la vía	
			850	Cordón ambos lados de la vía	
8,4	100	840		Cordón ambos lados de la vía	
			950	Cordón ambos lados de la vía	
7,7	150	1155		Cordón ambos lados de la vía	
			1100	Cordón ambos lados de la vía	
8,95	220	1969		Cordón ambos lados de la vía	
			1320	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1320	9847			

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION TIPICA
PROYECTO : MUNICIPALIDA DE SAN JOSE

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B2

FECHA : 25-4-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
7,9	100	790		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
7,9	100	790		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
7,6	190	1444		Cordón ambos lados de la vía	
			390	Cordón ambos lados de la vía	
8,8	10	88		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
7,9	15	118,5		Cordón ambos lados de la vía	
			415	Cordón ambos lados de la vía	
7,95	135	1073		Cordón ambos lados de la vía	
			550	Cordón ambos lados de la vía	
5,95	10	59,5		Cordón ambos lados de la vía	
			560	Cordón ambos lados de la vía	
4,8	90	432		Cordón ambos sólo al lado derecho	
			650	Cordón ambos sólo al lado derecho	
4,8	50	240		Cordón ambos lados de la vía	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
12	50	600		Cordón ambos lados de la vía	
			750	Cordón ambos lados de la vía	
6,9	50	345		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón ambos lados de la vía	
9,75	50	487,5		Cordón ambos lados de la vía	
			850	Cordón ambos lados de la vía	
5,6	5	28		Cordón ambos lados de la vía	
			855	Cordón ambos lados de la vía	
6,8	225	1530		Cordón ambos lados de la vía	
			1080	Cordón ambos lados de la vía	
9,45	20	189		Cordón ambos lados de la vía	
			1100	Cordón ambos lados de la vía	
8,1	200	1620		Cordón ambos lados de la vía	
			1300	Cordón ambos lados de la vía	
8,75	200	1750		Cordón ambos lados de la vía	
			1500	Cordón ambos lados de la vía	
7,1	190	1349		Cordón ambos lados de la vía	
			1690	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1690	12934			

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION TIPICA
PROYECTO : MUNICIPALIDA DE SAN JOSE

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B3

FECHA : 2-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
7,25	100	725		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
10,25	100	1025		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8,7	200	1740		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
8,2	200	1640		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos sólo al lado derecho	
6,7	100	670		Cordón ambos sólo al lado derecho	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
8,3	190	1577		Cordón ambos lados de la vía	
			890	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	890	7377			

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.

3. En algunos sondeos solo se detectó una capa entre la sub-rasante y el concreto asfáltico.

4. Los problemas más típicos que se detectaron a nivel de sub-rasante en algunos sondeos fueron : falta de compactación, presencia de suelos orgánicos que debieron sustituirse por otros de mejor calidad y arcillas expansivas de alta plasticidad.

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.
- Ligera contaminación por finos arcillosos.
- Falta de compactación.

7. A nivel de base se encontró :

- Capas de poco espesor.
- En general cuando se presentan bases estabilizadas, están severamente agrietadas.
- En algunos casos se construyeron bases de lastre (tobas).
- Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, escasa compactación.

8. Capa asfáltica :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de escaso espesor. En muchos casos muestran 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. 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.

11. 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-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 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 base del pavimento existente. 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 finalmente conformada y compactada cumpla con los requerimientos del CR-77.

12. 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 ítems no previstos 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.

13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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 (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.

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 sobretamaño y cualquier otro aspecto relativo a 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 :
- Readecuar 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 pasar los requerimientos de durabilidad AASHTO T-210, con índice de durabilidad mayor a 35 para el agregado grueso y el agregado fino.
- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento a largo plazo.

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 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 (base asfáltica y capa de rodamiento), 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 ensayo AASHTO T-166.

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

B1 = CIRCUNVAL. OESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1047	
1998	1099	
1999		1154
2000		1212
2001		1273
2002		1336
2003		1403
2004		1473
2005		1547
2006		1624
2007		1705
2008		1791
2009		1880
2010		1974
SUMATORIA		18373

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
69	6,5	20	4,5

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	2,31E+03	2,18E+05	4,69E+04	1,74E+05	4,41E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

B2= ZAPOTE (Q. DURAN)		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	3242	
1998	3404	
1999		3574
2000		3753
2001		3941
2002		4138
2003		4345
2004		4562
2005		4790
2006		5029
2007		5281
2008		5545
2009		5822
2010		6113
SUMATORIA		56893

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
69	6,5	20	4,5

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	7,16E+03	6,75E+05	1,45E+05	5,37E+05	1,36E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

B3 = CIRCUNVAL. ESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	2068	
1998	2171	
1999		2280
2000		2394
2001		2514
2002		2639
2003		2771
2004		2910
2005		3055
2006		3208
2007		3369
2008		3537
2009		3714
2010		3900
SUMATORIA		36291

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
69	6,5	20	4,5

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	4,57E+03	4,30E+05	9,27E+04	3,43E+05	8,71E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

B3 = LA PACIFICA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4486	
1998	4710	
1999		4946
2000		5193
2001		5453
2002		5725
2003		6012
2004		6312
2005		6628
2006		6959
2007		7307
2008		7673
2009		8056
2010		8459
SUMATORIA		78723

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
69	6,5	20	4,5

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	9,91E+03	9,34E+05	2,01E+05	7,43E+05	1,89E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

B1 = CIRCUNVAL. OESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1047	
1998	1099	
1999		1154
2000		1212
2001		1273
2002		1336
2003		1403
2004		1473
2005		1547
2006		1624
2007		1705
2008		1791
2009		1880
2010		1974
SUMATORIA		18373

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67	7	21	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	2,25E+03	2,35E+05	4,93E+04	1,93E+05	4,79E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

B2= ZAPOTE (Q. DURAN)		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	3242	
1998	3404	
1999		3574
2000		3753
2001		3941
2002		4138
2003		4345
2004		4562
2005		4790
2006		5029
2007		5281
2008		5545
2009		5822
2010		6113
SUMATORIA		56893

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67	7	21	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	6,96E+03	7,27E+05	1,53E+05	5,97E+05	1,48E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

B3 = CIRCUNVAL. ESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	2068	
1998	2171	
1999		2280
2000		2394
2001		2514
2002		2639
2003		2771
2004		2910
2005		3055
2006		3208
2007		3369
2008		3537
2009		3714
2010		3900
SUMATORIA		36291

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67	7	21	5

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

FACTOR CAMION	0,001	1	0,07	1,15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	4,44E+03	4,64E+05	9,74E+04	3,81E+05	9,46E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

B3 = LA PACIFICA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4486	
1998	4710	
1999		4946
2000		5193
2001		5453
2002		5725
2003		6012
2004		6312
2005		6628
2006		6959
2007		7307
2008		7673
2009		8056
2010		8459
SUMATORIA		78723

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67	7	21	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	9,63E+03	1,01E+06	2,11E+05	8,26E+05	2,05E+06

ANEXO 2

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

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: ZAPOTE

TRAMO : B1

MUESTRA : H13

FECHA : 16-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
▲ 9,5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
X 31,0	BASE	Piedra quebrada, escasa compactación, porosidad y contaminado con finos arcillosos aparente índice bajo de abrasión (L.A). Tamaño máximo = 10,0 cm (4").
X 7,5	SUB-BASE	Piedra de río, pocas caras de fractura, pocos finos. Tamaño máximo = 10,0 cm (4"). Material = No plástico <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>GRANUL. (%Pas)</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>1,5" = 99,2</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>#4 = 66,5</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>#40 = 34,5</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>#200 = 20,8</div> </div>
▼	SUB-RASANTE	Arcilla gris de alta plasticidad y con contenido de partículas granulares <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>LIMITES</div> <div>GRANUL. (%Pas)</div> <div>CBR sitio = 2.5 %</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>LL = 57,0</div> <div>#4 = 98,6</div> <div>CBR laboratorio = 3%</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>LP = 26,4</div> <div>#40 = 90,6</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>IP = 30,6</div> <div>#200 = 80,5</div> </div>

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: ZAPOTE TRAMO : B1 MUESTRA : X4 FECHA : 16-6-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION								
▲ 4,0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico (varias capas).								
X 12,0	BASE	Piedra quebrada y concreto asfáltico triturado, medianamente compactado, escaso contenido de finos Tamaño máximo = 3,15 cm (1,25") .								
X 13,0	SUB-BASE	Lastre contaminado con arcilla gris, medianamente compactada, pocos finos. Tamaño máximo = 8,75 cm (3,5") .								
▼	SUB-RASANTE	Limo con material orgánico, color negro. <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>LIMITES</td> <td>GRANUL. (%Pas)</td> </tr> <tr> <td>LL = 50,1</td> <td>#4 = 99,6</td> </tr> <tr> <td>LP = 35,8</td> <td>#40 = 93,5</td> </tr> <tr> <td>IP = 14,2</td> <td>#200 = 66,8</td> </tr> </table>	LIMITES	GRANUL. (%Pas)	LL = 50,1	#4 = 99,6	LP = 35,8	#40 = 93,5	IP = 14,2	#200 = 66,8
LIMITES	GRANUL. (%Pas)									
LL = 50,1	#4 = 99,6									
LP = 35,8	#40 = 93,5									
IP = 14,2	#200 = 66,8									

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: ZAPOTE

TRAMO : B2

MUESTRA : H11

FECHA : 17-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
▲ 3,5 X	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
12,5 X	BASE	Lastre gris-café, con escasa compactación, posible contaminación con finos arcillosos Tamaño máximo = 10,0 cm (4") .
0,0 ▼	SUB-BASE	No existe
	SUB-RASANTE	Limo negruzco de plasticidad media. Aparente baja capacidad de soporte LIMITES GRANUL. (%Pas) CBR sitio = 3.5 % LL = 50,2 #4 = 98,9 LP = 33,0 #40 = 84,6 IP = 17,2 #200 = 56,8

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: ZAPOTE

TRAMO : B2

MUESTRA : H12

FECHA : 17-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
▲ 2,5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
▼ 8,0	BASE	Estabilizada agrietada
▼ 12,0	SUB-BASE	<p>Lastre gris, con sobretamaño, medianamente compactada. Tamaño máximo = 17,5 cm (7") .</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: right;">GRANUL. (%Pas)</p> <p style="text-align: right;">#4 = 43,6 #40 = 25,8 #200 = 14,6</p>
▼	SUB-RASANTE	<p>Arcilla gris expansiva de alta plasticidad.</p> <p>LIMITES GRANUL. (%Pas) CBR sitio = < 1 % LL = 73,2 #4 = 99,2 CBR laboratorio = 2,5% LP = 24,4 #40 = 95,5 IP = 47,9 #200 = 89,0</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: ZAPOTE

TRAMO : B2

MUESTRA : X5

FECHA : 16-6-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
6,0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
12,0	BASE	Piedra quebrada parcialmente meteorizada, con escasa compactación, ligeramente plástica. Tamaño máximo = 7,5 cm (3").
17,0	SUB-BASE	Lastre gris, ligeramente fino, medianamente compactado. Tamaño máximo = 5,0 cm (2"). Nota : se encontró luego de la sub-base, un material que debe ser una zanja de algún tubo o un relleno. Se profundizo 95 cm y no se llevo a la sub-rasante. Material relleno : lastre gris mezclado con bloques de una capa delgada de 2 cm de concreto asfáltico. Tamaño máximo = 5,0 cm (2").
	SUB-RASANTE	

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: ZAPOTE TRAMO : B3 MUESTRA : H10 FECHA : 17-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7,6	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
*	BASE	<p>Lastre café contaminado con limos arcillosos, medianamente compactada Tamaño máximo = 10,0 cm (4,0") .</p> <p>Material = No plástico GRANUL. (%Pas) #4 = 58,5 #40 = 33,5 #200 = 19,9</p> <p>(*) Espesor variable entre 12 y 25 cm, en el mismo sondeo.</p>
0,0	SUB-BASE	No existe
	SUB-RASANTE	<p>Limo arcilloso, color café oscuro y plasticidad media.</p> <p>LIMITES GRANUL. (%Pas) CBR sitio = 1.5 % LL = 41,3 #4 = 98,8 CBR laboratorio = 1% LP = 23,8 #40 = 83,9 IP = 17,5 #200 = 61,3</p>

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO CAFE OSCURO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: B1 H9

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

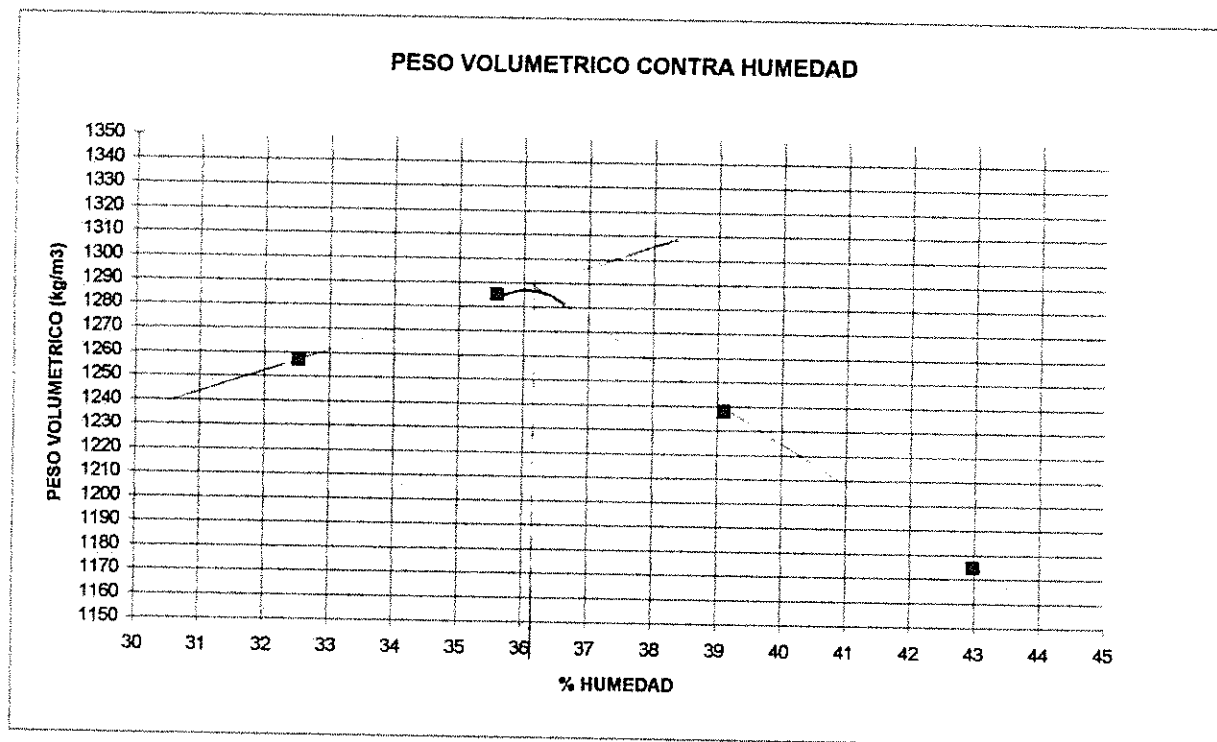
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5865	5793	5846	5806			
P molde	4220	4220	4220	4220			
Ww	1645	1573	1626	1586			
δw	1742	1666	1722	1680			
δs	1285	1257	1238	1175			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	46	49	48	47
Ww + Wc	220,1	236,0	213,5	232,2
Ws + Wc	172,2	187,9	164,6	173,8
Ww	47,9	48,1	48,9	58,3
Wc	37,7	40,0	39,7	38,1
Ws	134,5	147,8	124,9	135,7
%W	35,6	32,5	39,1	43,0

$$\gamma_{m\acute{a}x} = 1285 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 36,2 \%$$



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: 28 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: B-1 HUECO: H-9

LOCALIZACION:

$\delta_m = 1285$

W_a: 36.2 %

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUBRASANTE

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww+C	Ws+C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10937												
56	3	7235	3702	1739	1263	98.3	53	202.7	157.5	37.5		45.2	120.0	37.6
		11005												
28	7	7429	3576	1690	1227	95.5	50	180.9	142.2	39.3		38.8	102.9	37.7
		10591												
14	14	7187	3404	1609	1168	90.9	64	202.5	157.8	39.9		44.7	117.9	37.9
														37.7

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
3	22-abr	11:40	334.00	330.00	331.00	331.00	331.00	-1.20	-0.90	-0.90	-0.90
7	22-abr	11:40	277.00	281.00	281.00	280.00	280.00	1.44	1.44	1.08	1.08
14	22-abr	11:40	406.00	414.00	415.00	415.00	416.00	1.97	2.22	2.22	2.46

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	3.0	5.0	7.0	10.0	14.0	18.0	22.0	25.0	28.0	30.5
3	0.06	0.768	1.24	1.712	2.42	3.364	4.308	5.252	5.96	6.668	7.258
	0.0	3.0	5.0	9.0	12.0	17.0	19.0	22.0	24.0	27.0	29.0
7	0.06	0.768	1.24	2.184	2.892	4.072	4.544	5.252	5.724	6.432	6.904
	0.0	4.0	6.0	8.0	9.0	12.0	14.0	16.0	18.0	19.0	20.0
14	0.06	1.004	1.476	1.948	2.184	2.892	3.364	3.836	4.308	4.544	4.78

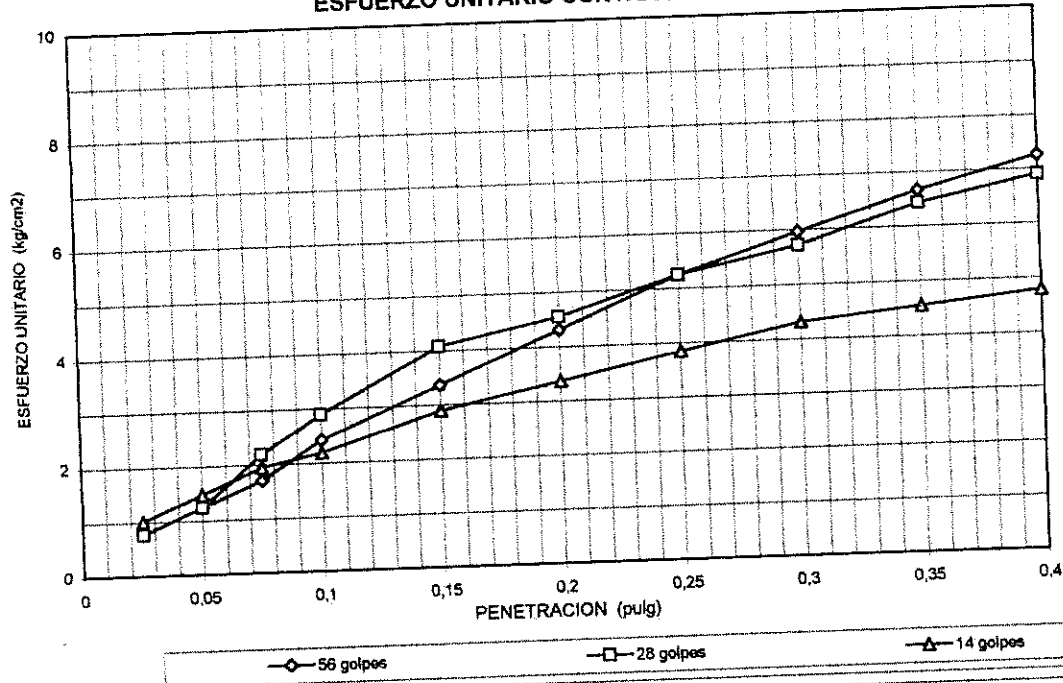
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	2.42	4.31	98,3	3.44	4.08
28	2.89	4.54	95,5	4.11	4.30
14	2.18	3.36	90,9	3.10	3.19

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

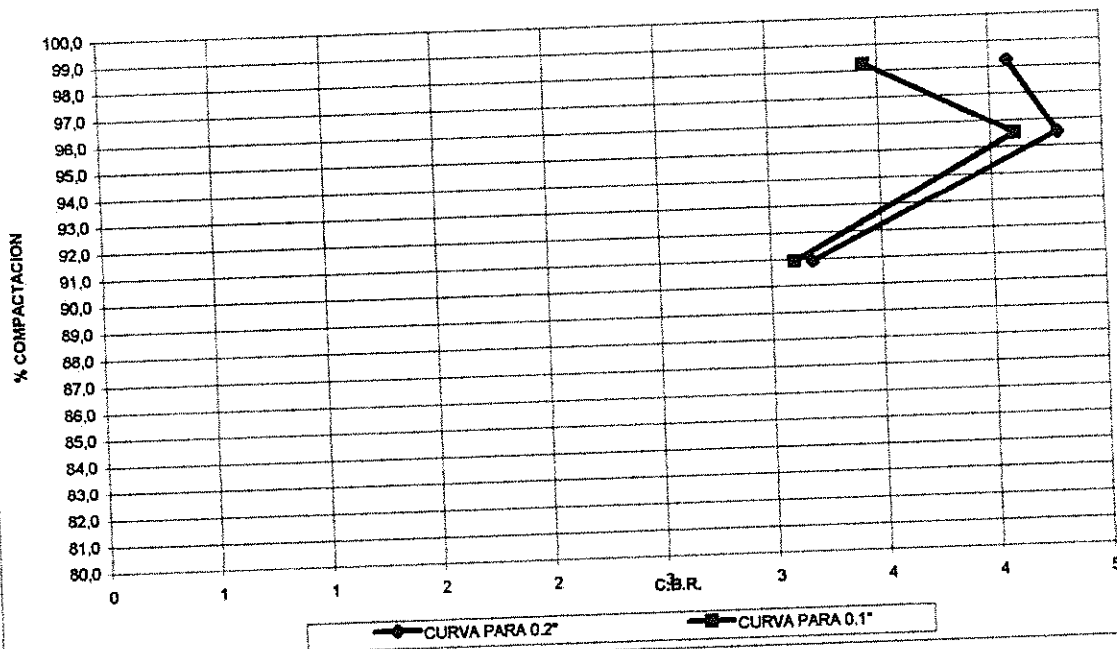
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 28 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUBRASANTE
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION:

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



PORCENTAJE COMPACTACION CONTRA C.B.R.



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: LASTRE GRIS CLARO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE
 MUESTRA No: B - 1 HUECO 13 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6103	6150	6146	6170	6010		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1891	1938	1934	1958	1798		
δw	2003	2052	2048	2074	1904		
δs	1780	1795	1740	1776	1741		

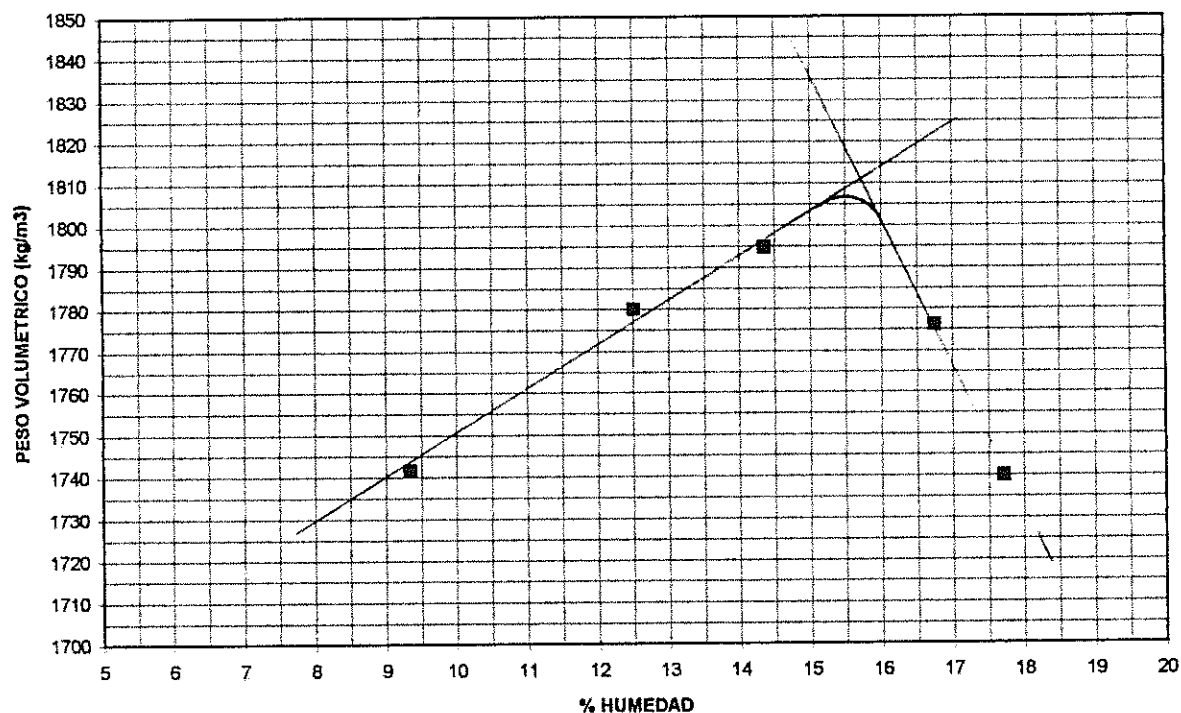
CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	45	47	52	11	75
Ww + Wc	424,3	334,4	323,9	316,8	437,9
Ws + Wc	381,6	297,2	280,9	277,0	410,4
Ww	42,7	37,2	43,0	39,8	27,5
Wc	40,4	38,1	38,2	39,6	116,3
Ws	341,2	259,1	242,7	237,4	294,1
%W	12,5	14,4	17,7	16,8	9,3

$$\rho_{máx} = 1807 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{ópt} = 15.5 \%$$

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 7 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

B-1

HUECO # 13

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5586	5741	5798	5808	5769		
P molde	4219	4219	4219	4219	4219		
Ww	1367	1522	1579	1589	1550		
δw	1448	1612	1672	1683	1641		
δs	1160	1238	1239	1185	1139		

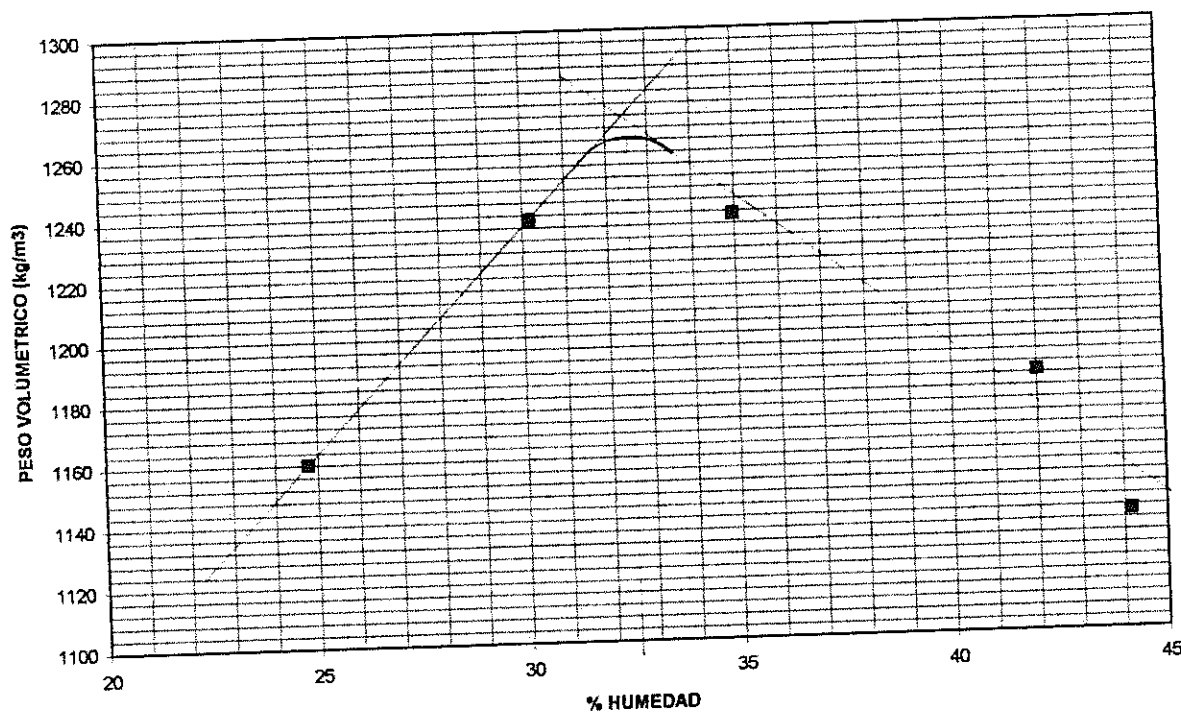
CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	48	18	17	11	54
Ww + Wc	339,3	525,4	528,4	388,2	387,5
Ws + Wc	279,8	430,6	425,0	285,0	281,0
Ww	59,5	94,8	103,4	103,2	106,5
Wc	39,7	116,3	129,3	39,5	39,8
Ws	240,1	314,3	295,7	245,5	241,2
%W	24,8	30,2	35,0	42,0	44,2

$$\gamma_{max} = 1264 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 32,5 \%$$

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: B-1
LOCALIZACIÓN: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

HUECO: 13

$\delta m = 1264$ $W_o = 32.5 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10950												
56	2	7342	3608	1698	1265	100.1	50	244.0	192.5	39.4		51.5	153.1	33.6
		10575												
28	6	7180	3395	1591	1186	93.8	X1	363.3	298.5	111.4		64.8	187.1	34.6
		10428												
14	16	7349	3079	1457	1086	85.9	53	202.8	160.7	37.5		42.1	123.2	34.2
														34.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
2	6-may	12:00	299.00	338.00	356.00	364.00	370.00	13.04	19.06	21.74	23.75
6	6-may	12:00	296.00	356.00	369.00	377.00	377.00	20.27	24.66	27.36	27.36
16	6-may	12:00	305.00	352.00	351.00	351.00	351.00	15.41	15.08	15.08	15.08

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	4,0	9,0	12,0	14,0	17,5	20,0	22,0	23,5	24,5	26,0
2	0,06	1,004	2,184	2,892	3,364	4,19	4,78	5,252	5,606	5,842	6,196
	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	12,5	13,0
6	0,06	0,768	1,24	1,712	1,948	2,184	2,42	2,656	2,892	3,01	3,128
	0,0	1,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0
16	0,06	0,296	0,532	0,532	0,65	0,768	0,886	0,886	1,004	1,004	1,004

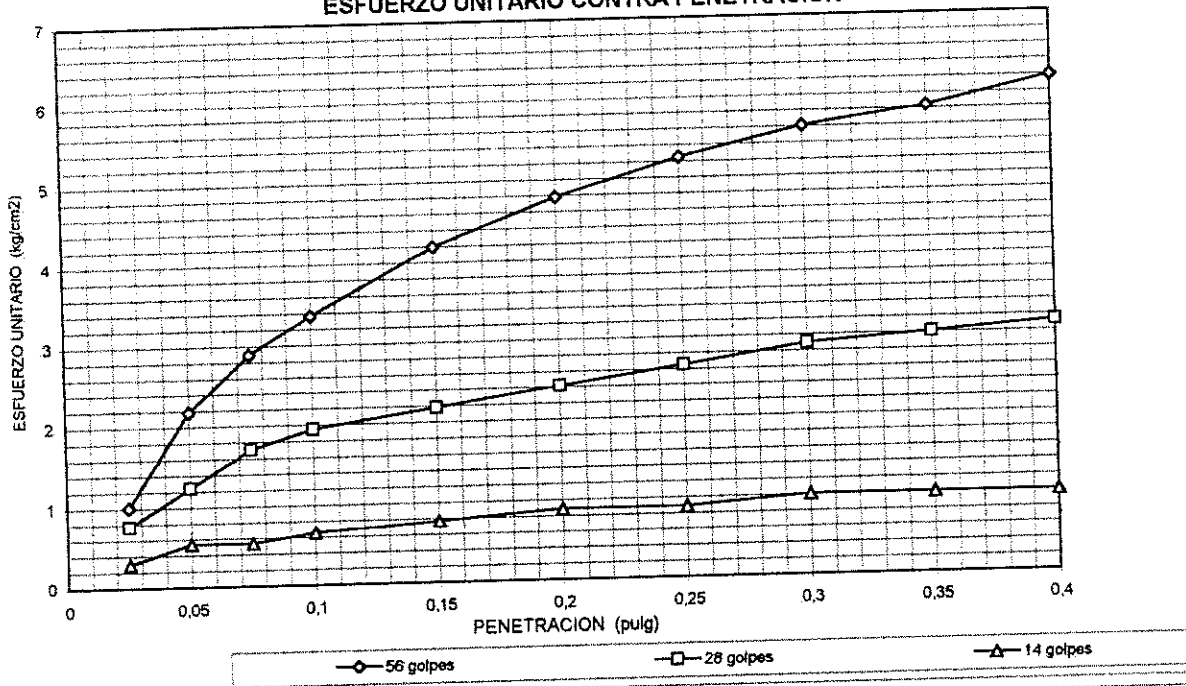
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	3,36	4,78	100,1	4,78	4,53
28	1,95	2,42	93,8	2,77	2,29
14	0,65	0,89	85,9	0,92	0,84

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

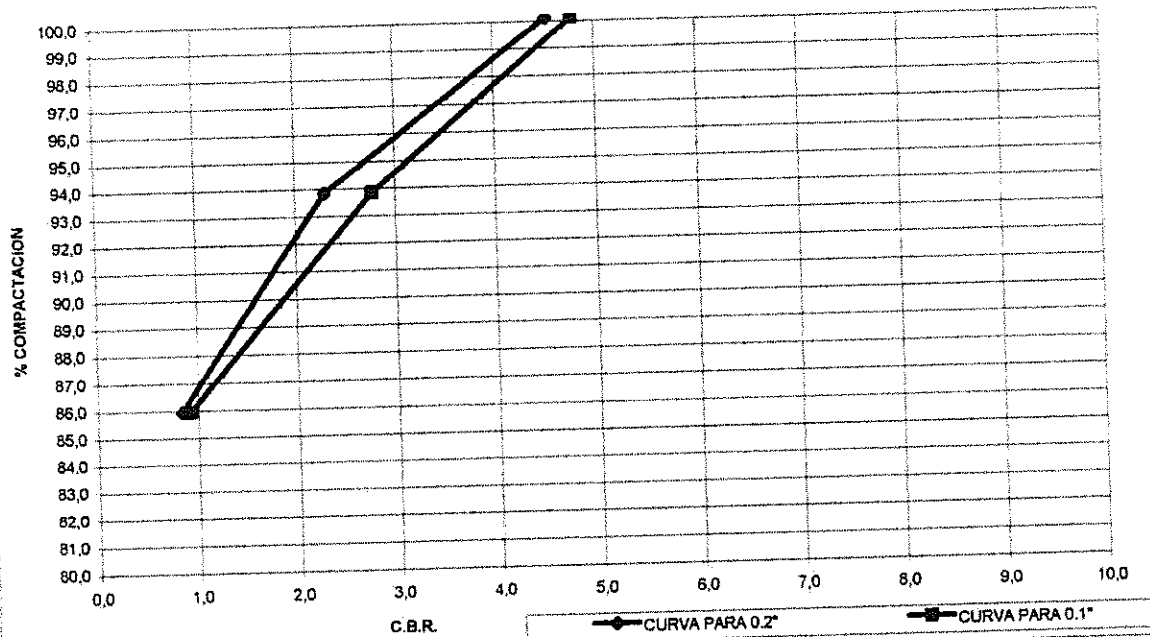
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: 0
 MUESTRA No: B-1 HUECO: 13
 LOCALIZACION: SUBRASANTE

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



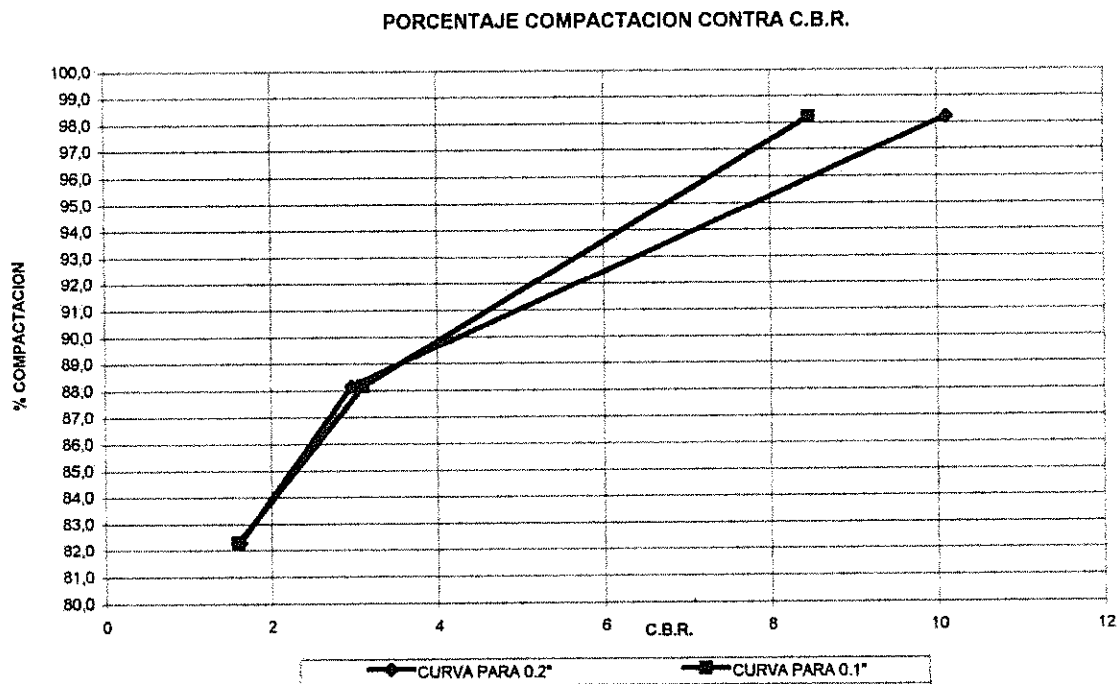
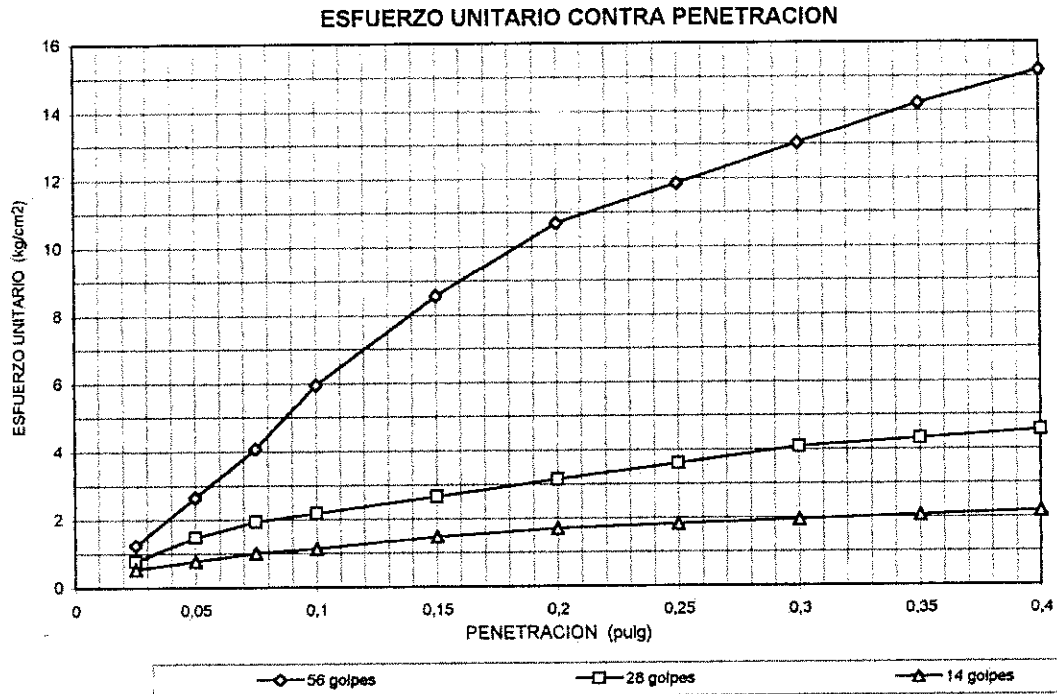
PORCENTAJE COMPACTACION CONTRA C.B.R.



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 20 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO CAFE OSCURO
 MUESTRA No: B-2 HUECO: H-11
 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 CLARO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: B - 2 HUECO 12 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

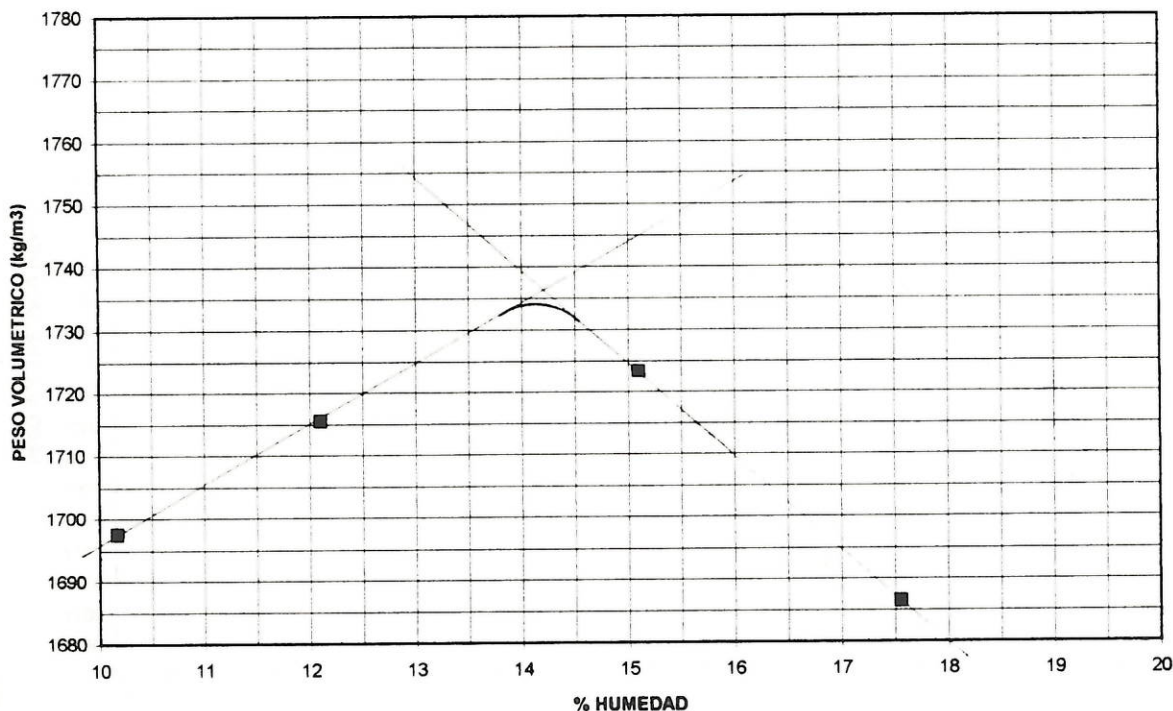
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5978	6028	6085	6084			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1766	1816	1873	1872			
δ w	1870	1923	1984	1982			
δ s	1698	1716	1723	1686			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	26	33	13	75
Ww + Wc	402,1	462,0	440,9	573,6
Ws + Wc	376,7	423,7	391,1	505,3
Ww	25,4	38,3	49,8	68,3
Wc	127,0	107,2	61,3	116,2
Ws	249,7	316,5	329,8	389,1
%W	10,2	12,1	15,1	17,6

$\gamma_{max} = 1734 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 14,1 \%$

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: CAFE OSCURO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: B - 2 HUECO 11 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5645	5795	5855	5792			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1433	1583	1643	1580			
δw	1518	1676	1740	1673			
δs	1197	1277	1269	1160			

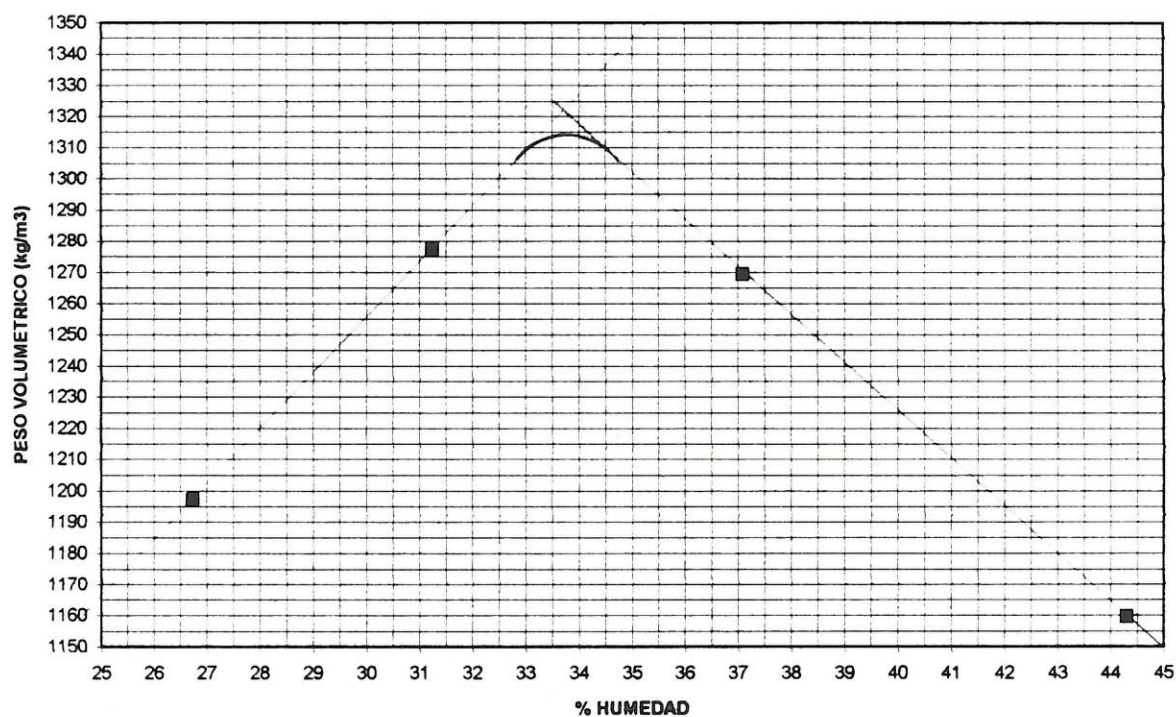
CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	46	11	51	52
Ww + Wc	377,5	413,8	375,3	418,0
Ws + Wc	305,8	324,7	284,5	301,4
Ww	71,7	89,1	90,8	116,6
Wc	37,7	39,5	39,6	38,2
Ws	268,1	285,2	244,9	263,3
%W	26,7	31,2	37,1	44,3

$$\gamma_{m\acute{a}x} = 1315 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\acute{o}pt} = 33,8 \%$$

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: 20 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: B-2 HUECO: H-11

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO CAFE OSCURO

$\delta m = 1315$ $W_o = 33.8 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10806												
56	9	7170	3636	1717	1292	98.2	82	358.6	296.1	105.2		62.5	190.9	32.8
		10450												
28	8	7168	3282	1541	1159	88.2	73	344.0	283.9	103.2		60.1	180.7	33.3
		10406												
14	2	7348	3058	1439	1082	82.3	9	387.0	318.5	110.0		68.5	208.5	32.8
														32.9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
9	15-may	4:00	311.50	202.00	202.00	-	207.00	-35.15	-35.15	-	-33.55
8	15-may	4:00	185.00	205.00	308.00	-	308.00	10.81	66.49	-	66.49
2	15-may	4:00	280.00	330.00	330.00	-	330.00	17.86	17.86	-	17.86

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	5.0	11.0	17.0	25.0	36.0	45.0	50.0	55.0	60.0	64.0
9	0.06	1.24	2.656	4.072	5.96	8.556	10.68	11.86	13.04	14.22	15.164
	0.0	3.0	6.0	8.0	9.0	11.0	13.0	15.0	17.0	18.0	19.0
8	0.06	0.768	1.476	1.948	2.184	2.656	3.128	3.6	4.072	4.308	4.544
	0.0	2.0	3.0	4.0	4.5	6.0	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
2	0.06	0.532	0.768	1.004	1.122	1.476	1.712	1.83	1.948	2.066	2.184

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5.96	10.68	98,2	8.47	10.11
28	2.18	3.13	88,2	3.10	2.96
14	1.12	1.71	82,3	1.59	1.62

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS
 ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 12 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B-1 HUECO: 9

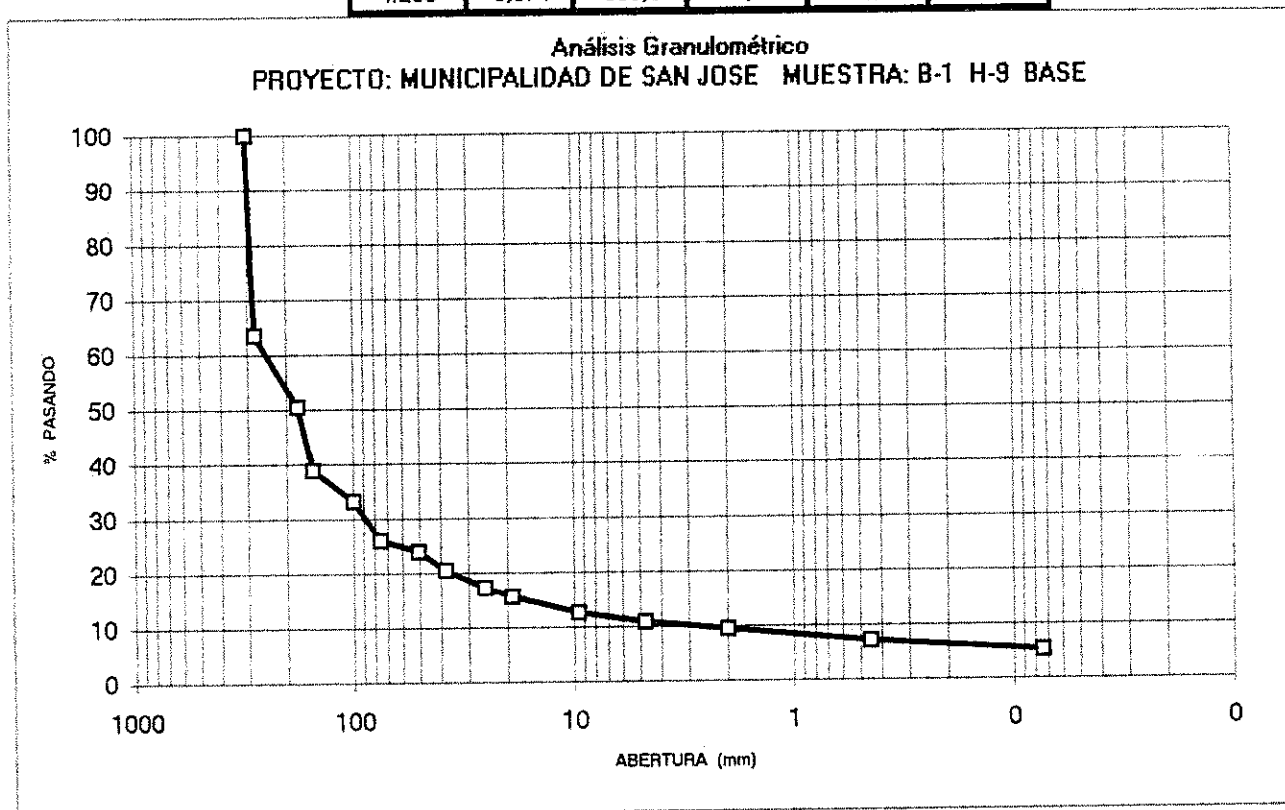
MUESTRA : BASE
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 26877,0 g.

PESO FINAL: 25462,2 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
12"	305	0	0	0	100
11"	279,4	9807,0	36,5	36,5	63,5
7"	177,8	3520,8	13,1	49,6	50,4
6"	152,4	3123,6	11,6	61,2	38,8
4"	100,0	1514,8	5,6	66,8	33,2
3"	75,0	1948,8	7,3	74,1	25,9
2"	50,8	552,4	2,1	76,2	23,8
1 1/2"	38,1	901,4	3,4	79,5	20,5
1"	25,4	863,0	3,2	82,7	17,3
3/4"	19,1	449,8	1,7	84,4	15,6
3/8"	9,5	796,0	3,0	87,4	12,6
#4	4,75	468,9	1,7	89,1	10,9
#10	2,00	364,7	1,4	90,5	9,5
#40	0,45	628,0	2,3	92,8	7,2
#200	0,074	505,3	1,9	94,7	5,3



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B-1 HUECO: #9

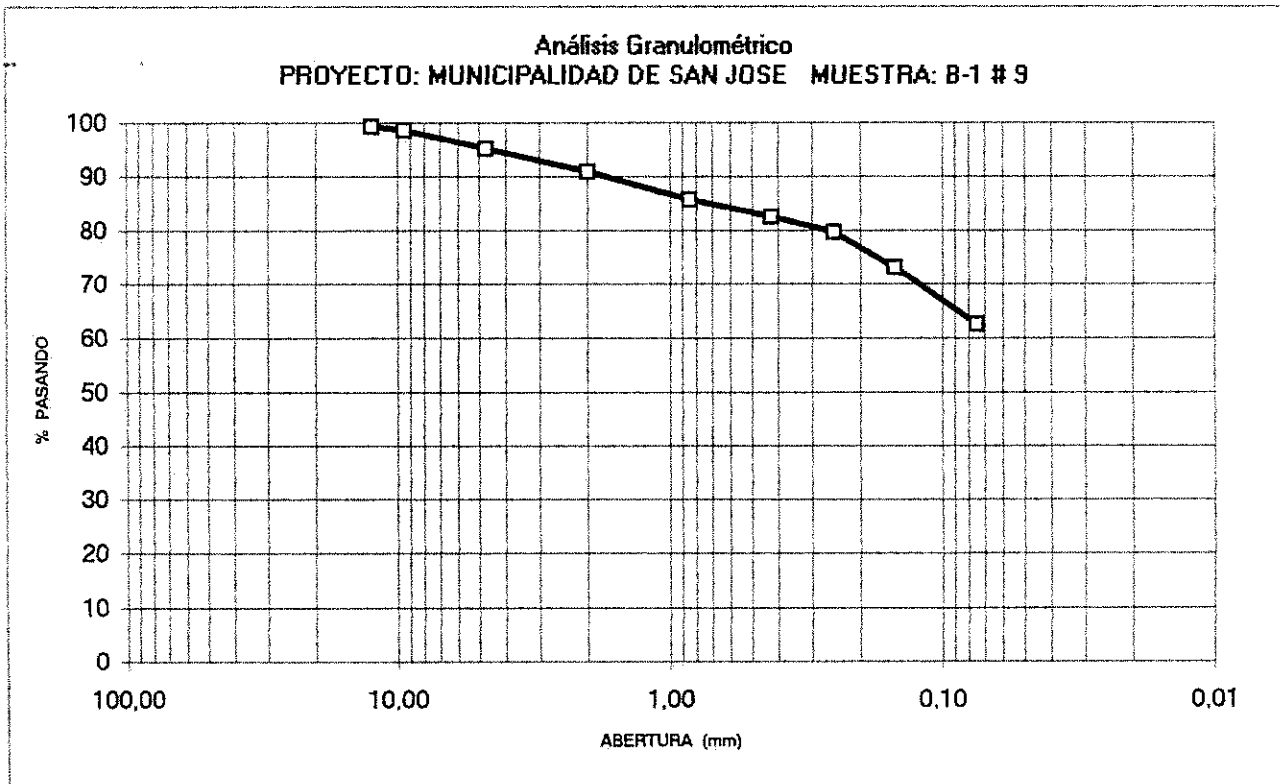
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 405,7 g.

PESO FINAL: 151,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/2	12,50	2,8	0,7	0,7	99,3
3/8	9,50	2,8	0,7	1,4	98,6
#4	4,75	13,9	3,4	4,8	95,2
#10	2,00	17,4	4,3	9,1	90,9
#20	0,85	20,8	5,1	14,2	85,8
#40	0,43	13,1	3,2	17,4	82,6
#60	0,25	11,5	2,8	20,3	79,7
#100	0,15	26,7	6,6	26,9	73,1
#200	0,075	42,8	10,5	37,4	62,6



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 22 DE MAYO DE 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA B-1 HUECO: 13

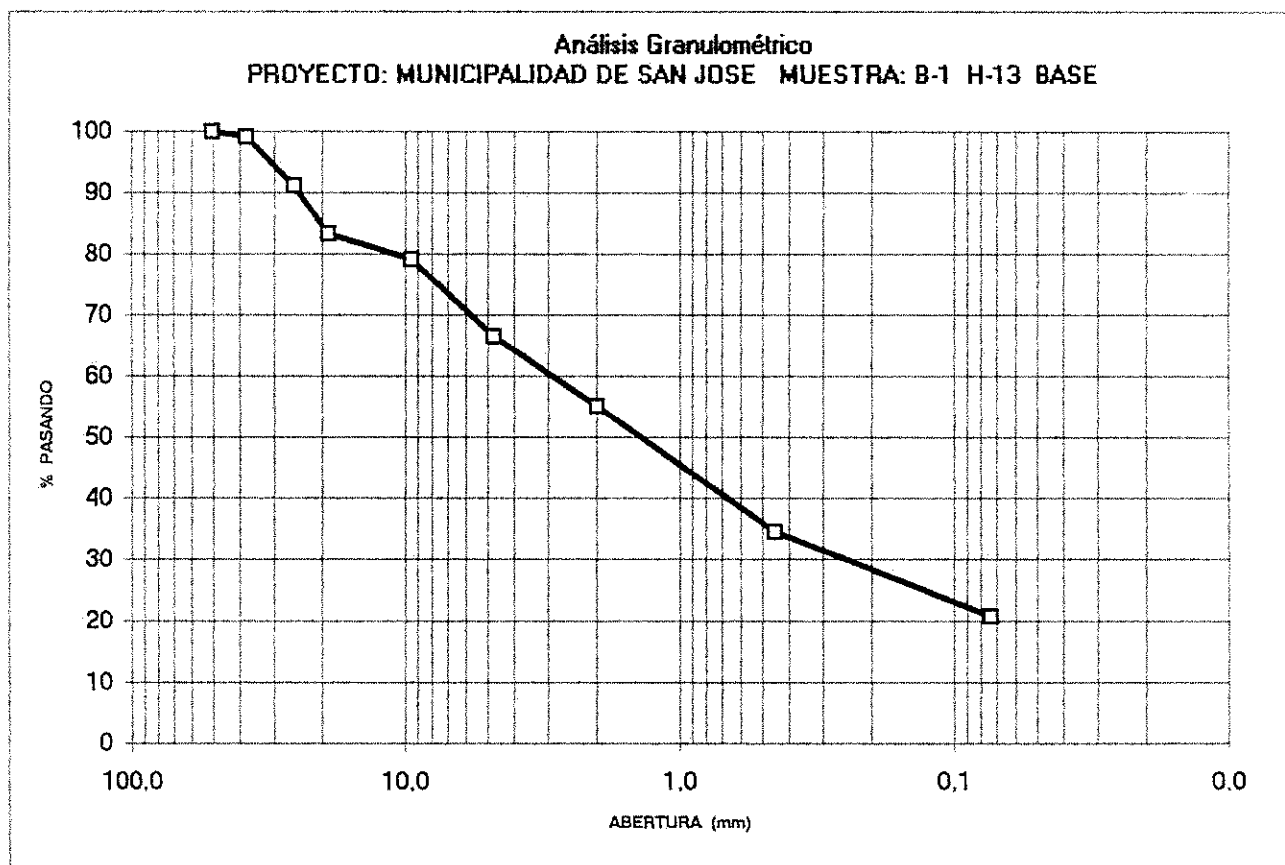
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 7846,0 g.

PESO FINAL: 6250,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	38,1	66,4	0,8	0,8	99,2
1"	25,4	632,0	8,1	8,9	91,1
3/4"	19,1	611,0	7,8	16,7	83,3
3/8"	9,5	325,6	4,1	20,8	79,2
#4	4,75	994,7	12,7	33,5	66,5
#10	2,00	888,8	11,3	44,8	55,2
#40	0,45	1621,7	20,7	65,5	34,5
#200	0,074	1076,5	13,7	79,2	20,8



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 : B-1 HUECO: # 13

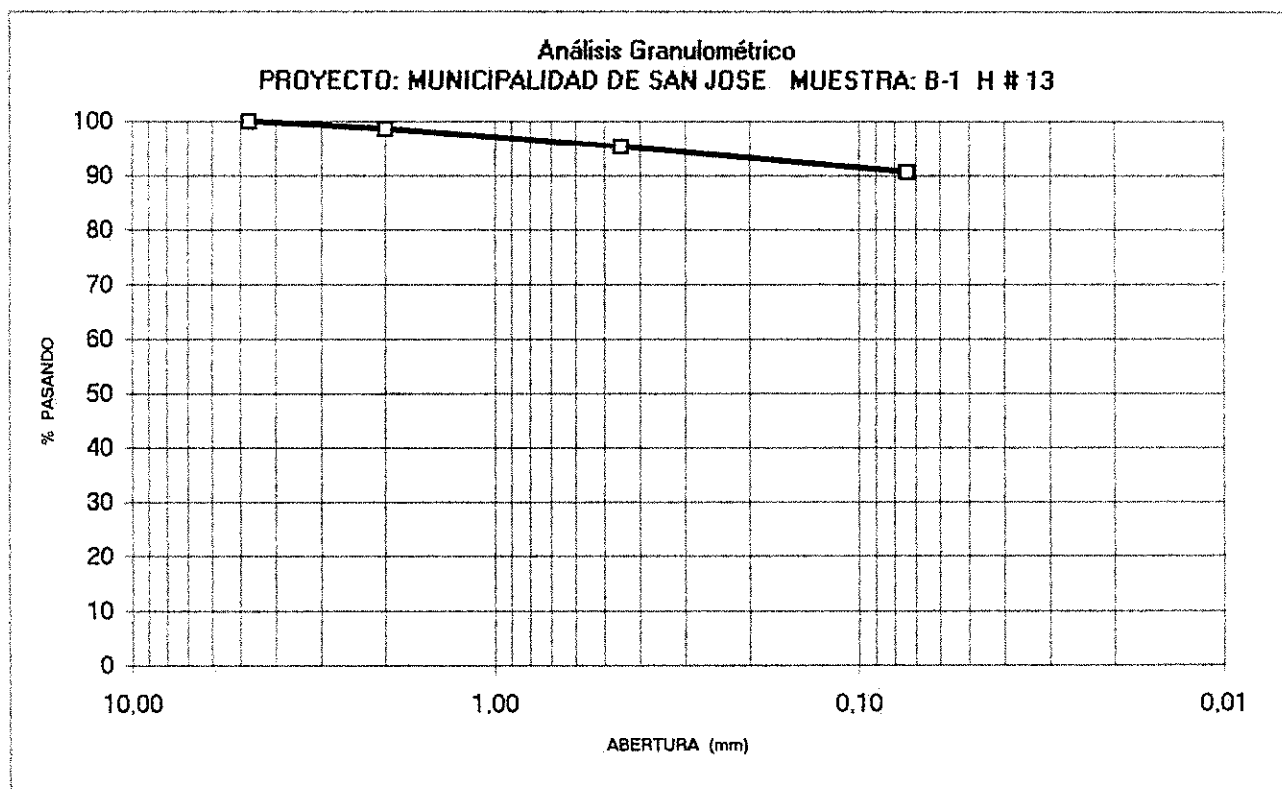
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 472,2 g.

PESO FINAL: 91,4 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	6,4	1,4	1,4	98,6
#10	2,00	15,6	3,3	4,7	95,3
#40	0,45	22,2	4,7	9,4	90,6
#200	0,074	47,7	10,1	19,5	80,5



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 31 DE JULIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B - 1 HUECO: X - 4

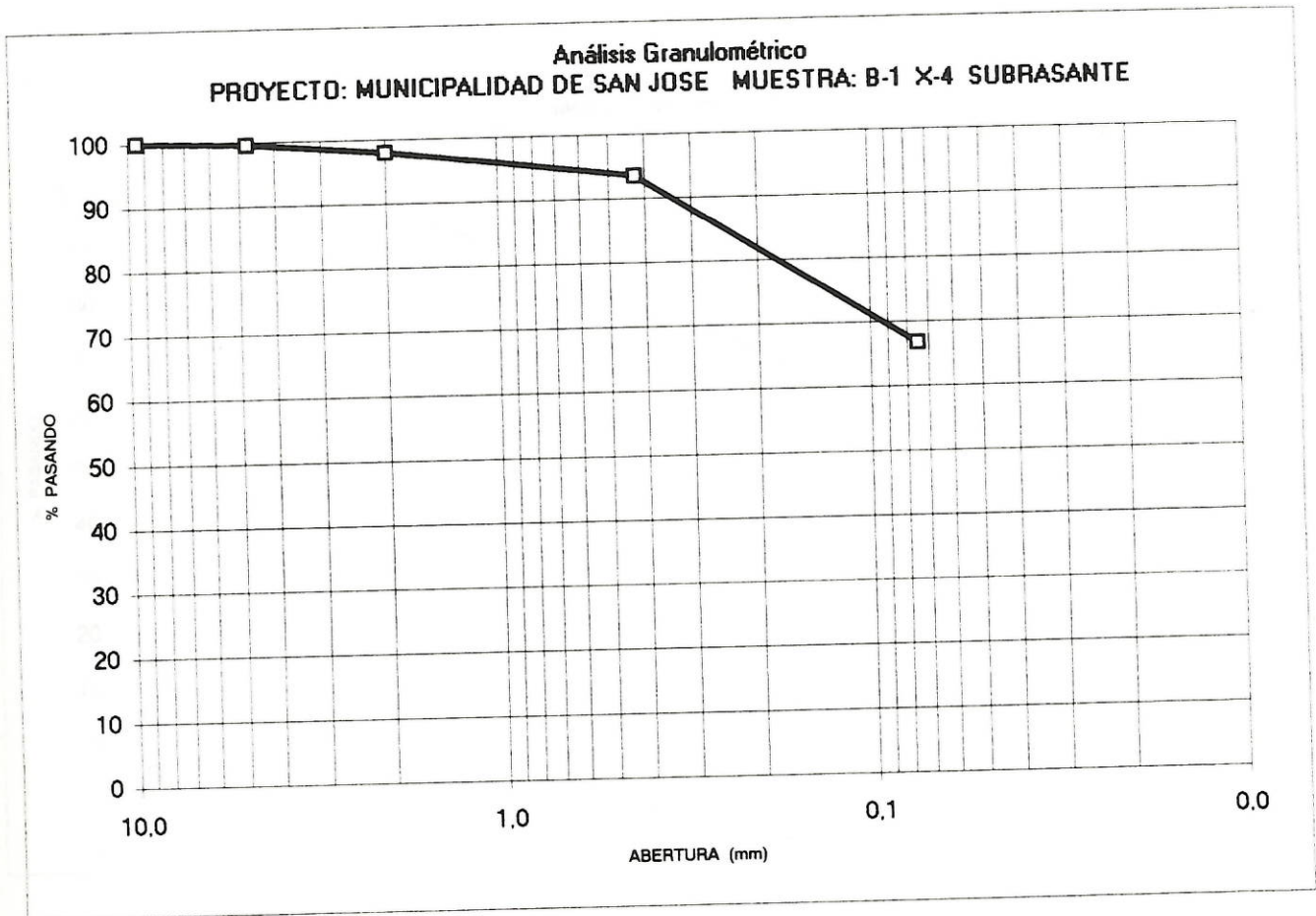
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 406,1 g.

PESO FINAL: 137,1 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,8	1,7	0,4	0,4	99,6
#10	2,0	6,6	1,6	2,0	98,0
#40	0,43	18,1	4,4	6,5	93,5
#200	0,075	108,6	26,7	33,2	66,8



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 29 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B-2 HUECO: H-11

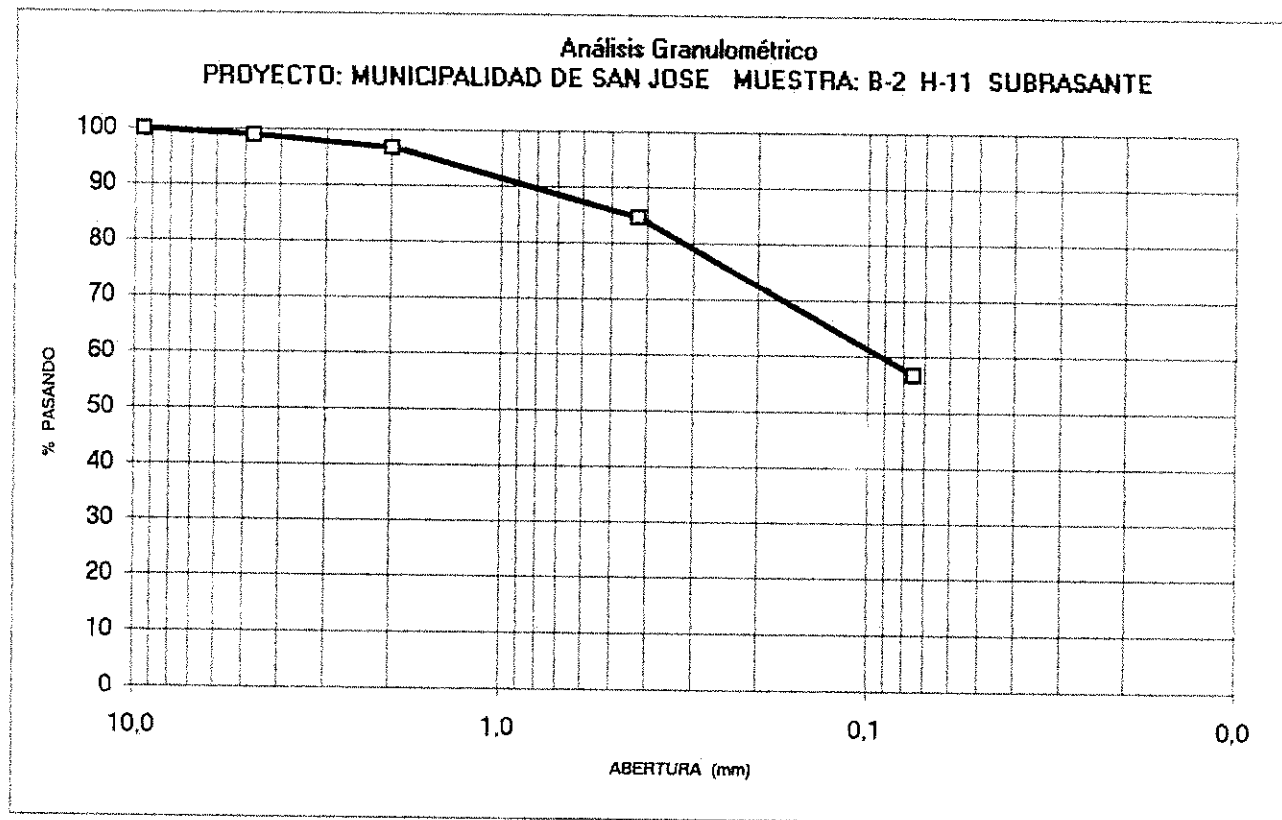
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 381,0 g.

PESO FINAL: 166,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,8	4,1	1,1	1,1	98,9
#10	2,0	8,3	2,2	3,3	96,7
#40	0,43	46,1	12,1	15,4	84,6
#200	0,075	106,3	27,9	43,2	56,8



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 29 DE MAYO DE 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B - 2 HUECO: 12

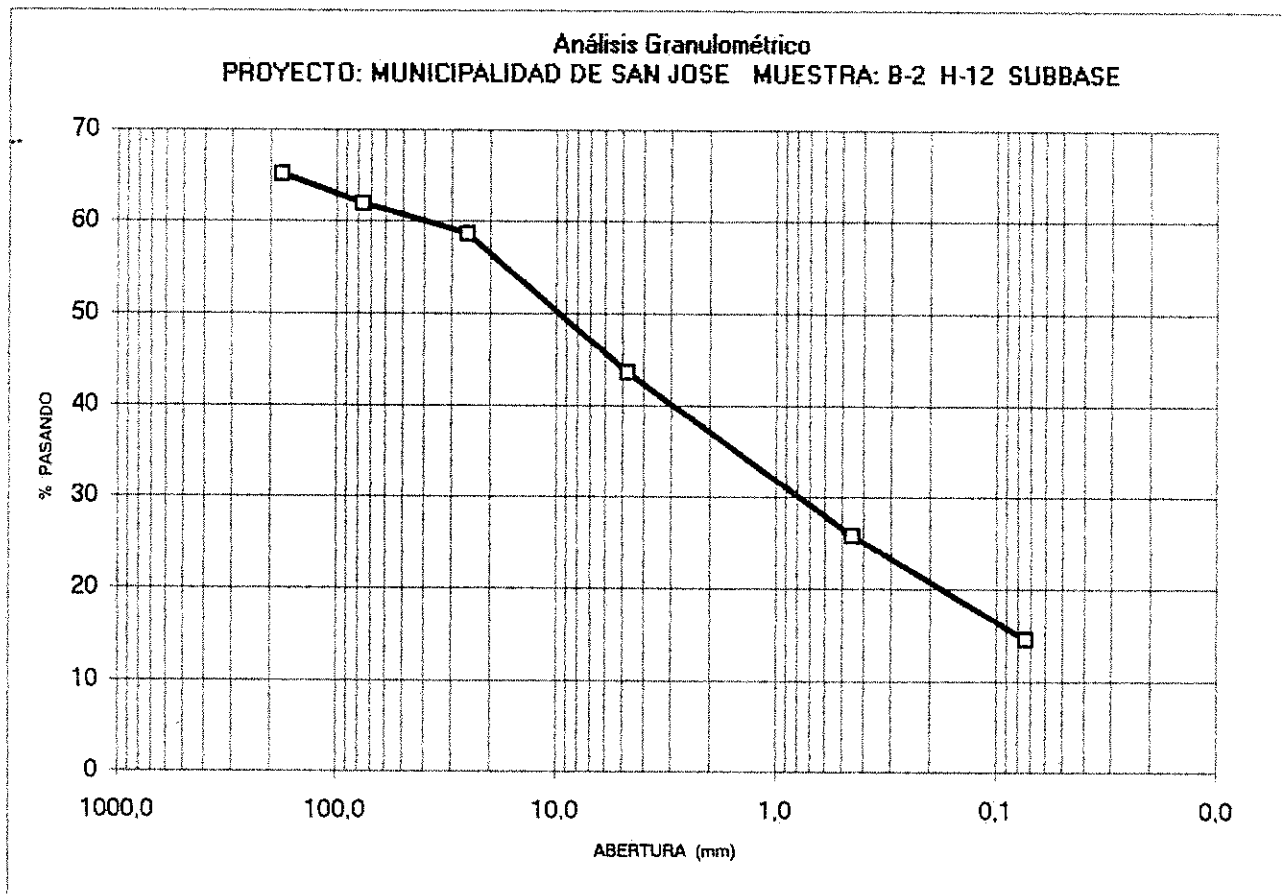
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9485,0 g.

PESO FINAL: 8125,1 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
7"	177,8	3300,6	34,8	34,8	65,2
3"	76,2	302,9	3,2	38,0	62,0
1"	25,4	317,7	3,3	41,3	58,7
#4	4,75	1430,8	15,1	56,4	43,6
#40	0,45	1682,3	17,7	74,2	25,8
#200	0,074	1070,2	11,3	85,4	14,6



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 B-2 HUECO: H-12

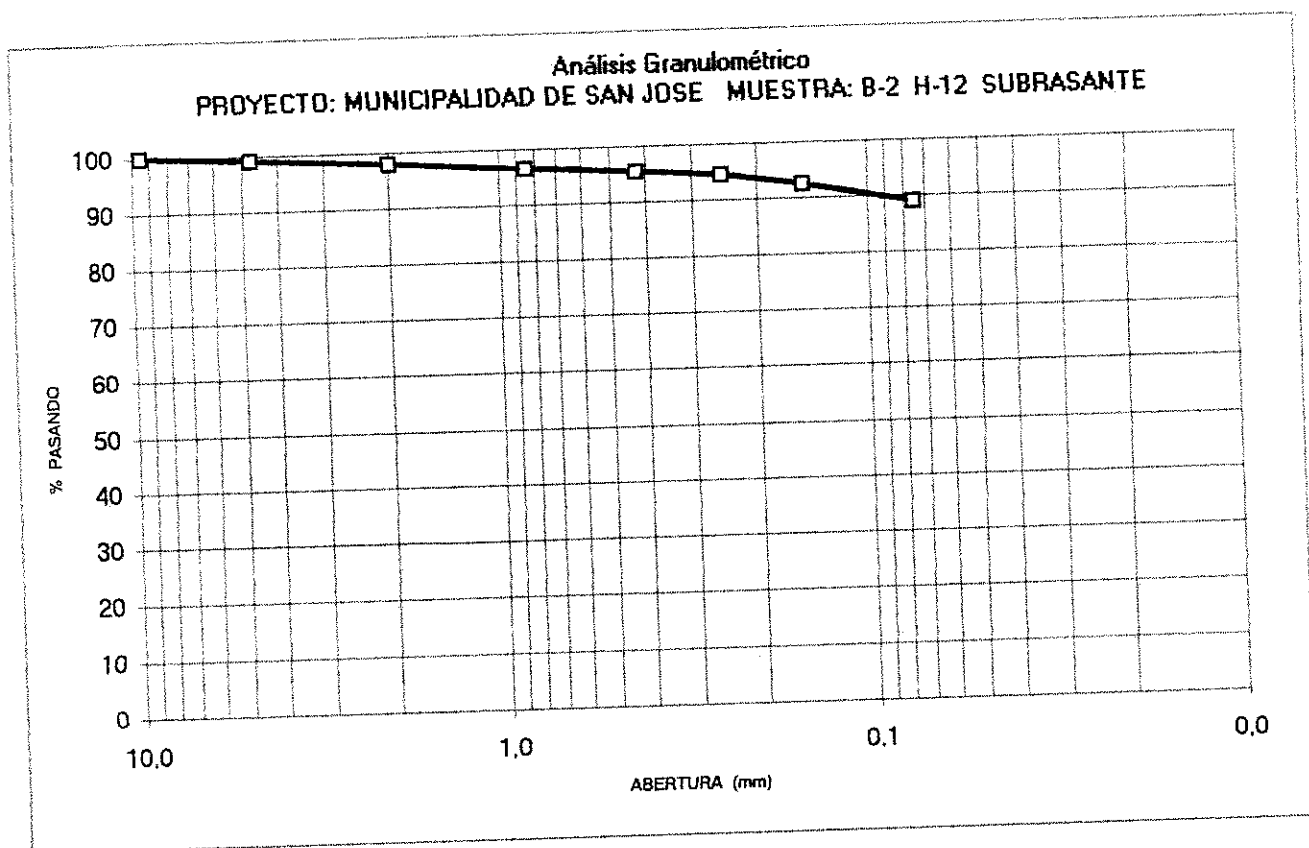
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 603,6 g.

PESO FINAL: 66,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,8	5,0	0,8	0,8	99,2
#10	2,0	6,9	1,1	2,0	98,0
#20	0,9	9,1	1,5	3,5	96,5
#40	0,43	6,4	1,1	4,5	95,5
#60	0,25	5,8	1,0	5,5	94,5
#100	0,15	12,5	2,1	7,5	92,5
#200	0,075	20,9	3,5	11,0	89,0



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 22 DE MAYO DE 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B - 3 HUECO: 10

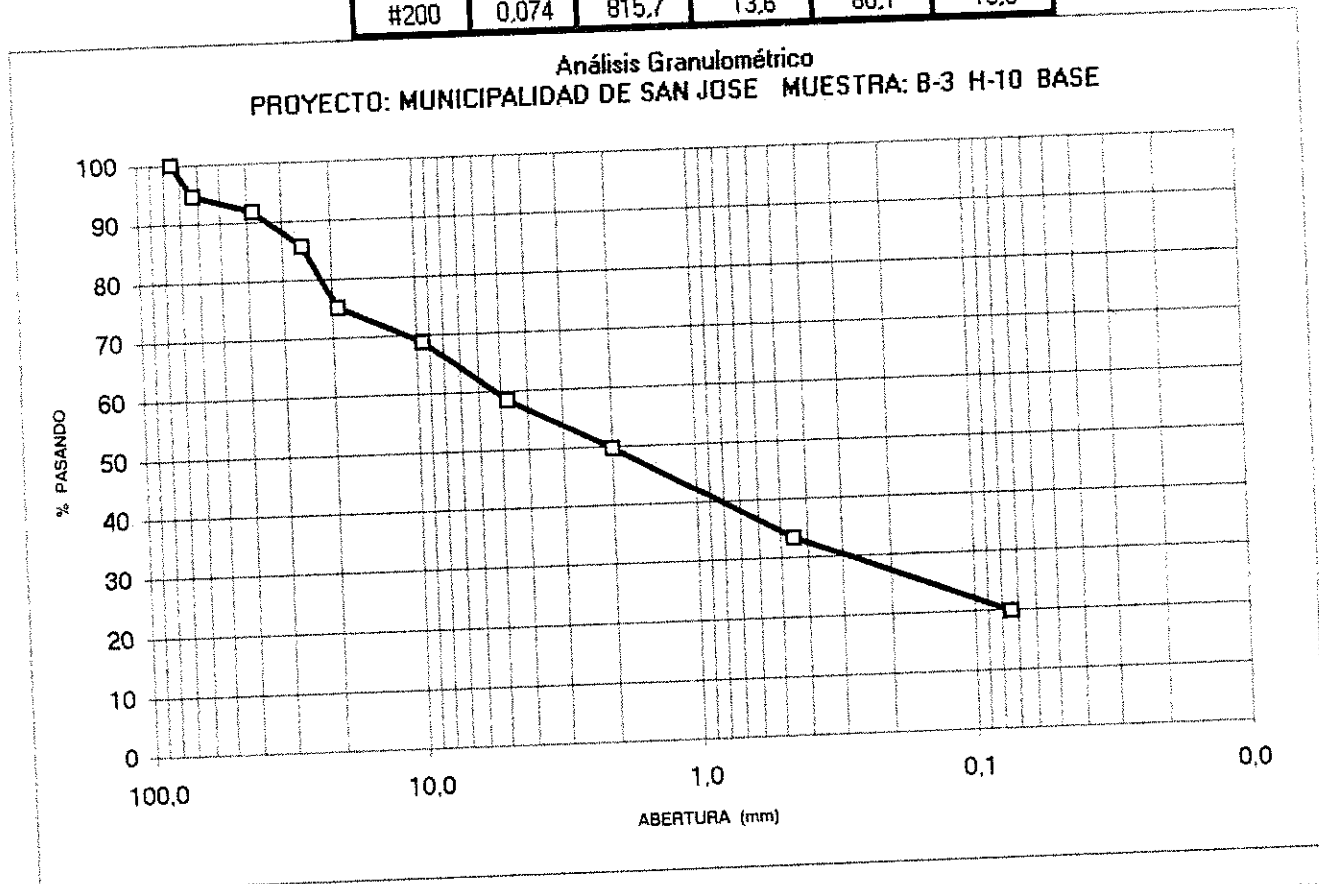
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6017,0 g.

PESO FINAL: 4830,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,0	324,0	5,4	5,4	94,6
1 1/2"	38,1	168,2	2,8	8,2	91,8
1"	25,4	370,4	6,2	14,3	85,7
3/4"	19,1	642,7	10,7	25,0	75,0
3/8"	9,5	370,5	6,2	31,2	68,8
#4	4,75	623,0	10,4	41,5	58,5
#10	2,00	530,5	8,8	50,3	49,7
#40	0,45	974,7	16,2	66,5	33,5
#200	0,074	815,7	13,6	80,1	19,9



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : B-3 HUECO: # 10

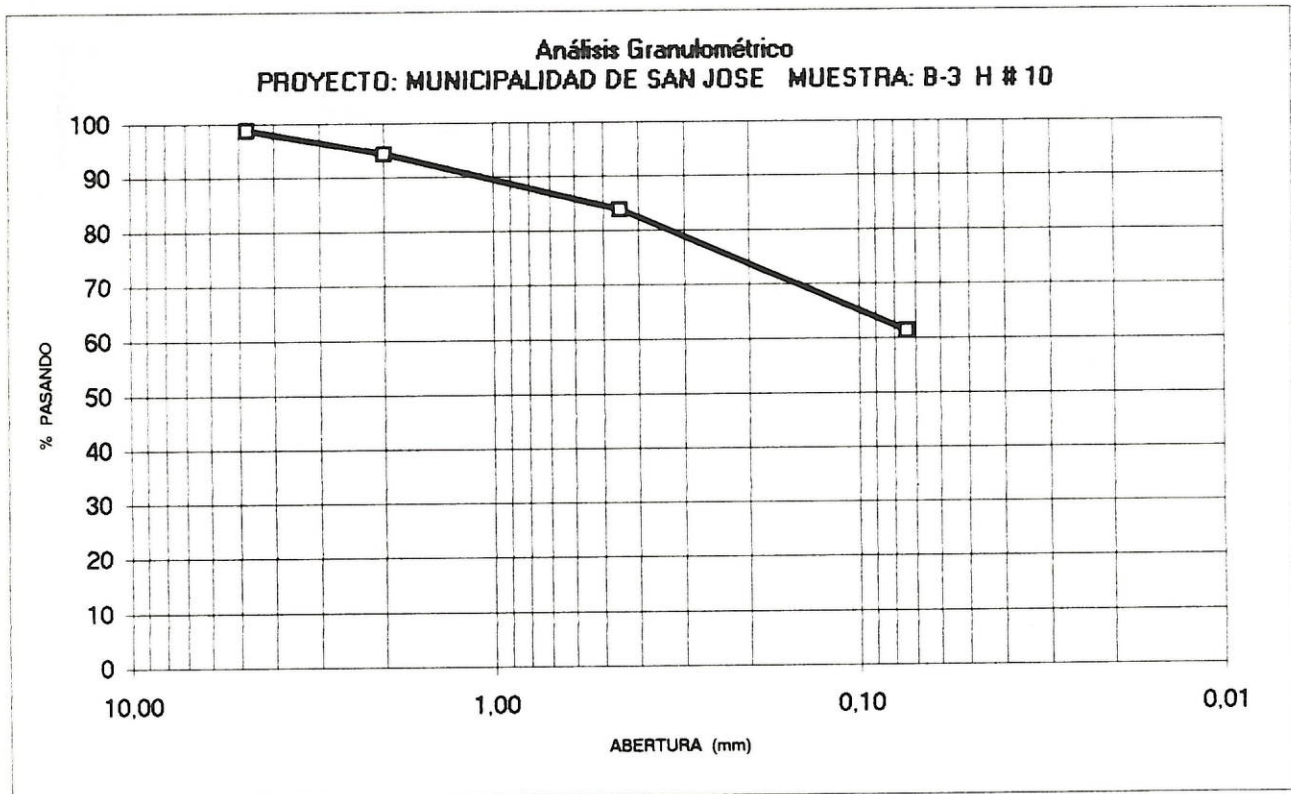
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 429,4 g.

PESO FINAL: 166,7 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	5,0	1,2	1,2	98,8
#10	2,00	19,2	4,5	5,6	94,4
#40	0,45	45,0	10,5	16,1	83,9
#200	0,074	96,8	22,5	38,7	61,3



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 GRIS OSCURO**
MUESTRA No: **B-1**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**
HUECO No: **9**

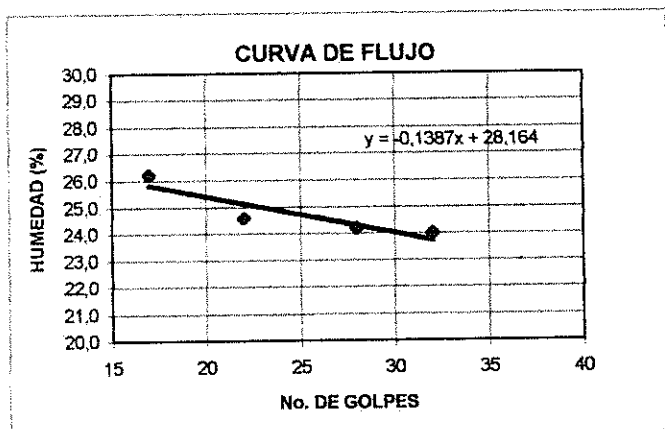
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	22	17	
Wc + Ww (gr.)	33,23	31,93	34,01	31,97	
Wc + Ws (gr.)	30,42	29,39	30,97	29,28	
Ww	2,804	2,544	3,045	2,689	
Wc	18,73	18,86	18,58	19,01	
Ws	11,69	10,53	12,39	10,27	
% W	24,0	24,2	24,6	26,2	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	3	4
Wc + Ww (gr.)	13,14	14,3	14,5
Wc + Ws (gr.)	12,5	13,72	13,94
Ww	0,638	0,576	0,558
Wc	9,354	10,89	11,15
Ws	3,146	2,834	2,79
% W	20,3	20,3	20,0

PROMEDIO 20.2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 24.7
LIMITE PLASTICO 20.2
INDICE DE PLASTICIDAD 4.5

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 23 DE ABRIL DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

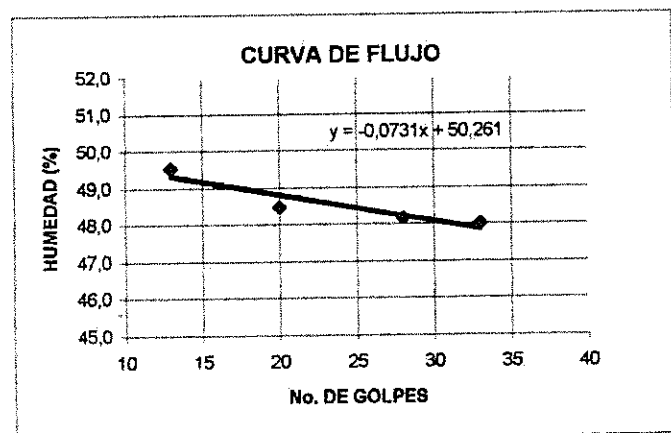
DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO LIMO NEGRUZO
MUESTRA No: B-1 HUECO No: No.9
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	20	13	
Wc + Ww (gr.)	33,43	31,42	31,77	30,84	
Wc + Ws (gr.)	28,71	26,55	27,51	26,87	
Ww	4,717	4,867	4,256	3,967	
Wc	18,89	16,44	18,73	18,86	
Ws	9,827	10,11	8,779	8,009	
% W	48,0	48,2	48,5	49,5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	37	57
Wc + Ww (gr.)	14,34	12,92	14,29
Wc + Ws (gr.)	13,61	12,11	13,61
Ww	0,733	0,81	0,687
Wc	10,89	9,094	11,05
Ws	2,72	3,016	2,553
% W	26,9	26,9	26,9
PROMEDIO			26,9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	48,4
LIMITE PLASTICO	26,9
INDICE DE PLASTICIDAD	21,5

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 423 , ASTM D 424 y AASHTO T 89-94 , AASHTO T 90-94

Proyecto: Munic. San José Muestra: Rosa Fecha: 14-5-97
 Localización: B-1 Descripción Material: Castro Verdugo
 Emitido por: _____ Profundidad: _____ Hueco: 13

Límite Líquido :

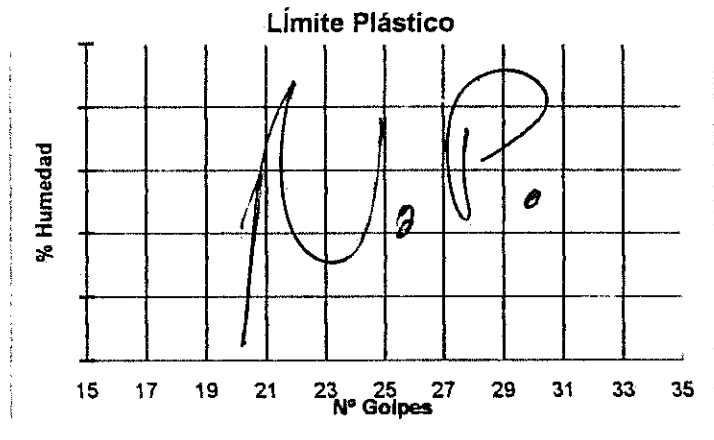
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
° de golpes					
Vc + Ww (g)					
Vc + Ws (g)					
V (g)					
Vc (g)					
Vs (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

- Ww : Peso humedo de muestra
- Ws : Peso seco de muestra
- Wc : Peso de capsula
- W : Peso de humedad en muestra
- %W : Porcentaje de humedad

Límite Plástico :

Determinación N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Vc + Ww (g)				
Vc + Ws (g)				
V (g)				
Vc (g)				
Vs (g)				
%W (g)				



Límite de contracción :

Determinación N°	1	2	3	4
V plato rec. + suelo humedo (g)				
V plato rec. + suelo seco (g)				
V plato recubierto (g)				
V suelo seco, Ws (g)				
V agua, Ww (g)				
Contenido Agua W ₀ %				
Vol. suelo húmedo, V ₀ (cm ³)				
Vol. suelo seco, V _f (cm ³)				
Límite de contracción, LC =				

Límite Líquido : _____
 Límite Plástico : _____
 Índice Plasticidad : _____
 Límite Contracción : _____

$$LC = W_0 - ((V_0 - V_f) * 100 / W_s)$$

Fecha de Prueba : 14-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Firma] Revisado por : _____

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**

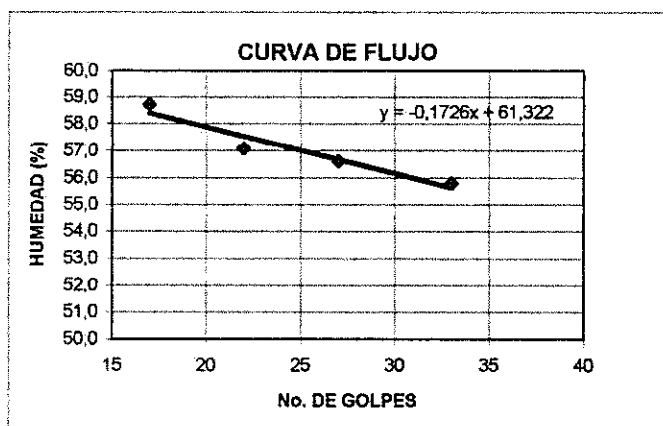
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLA LIMOSA GRISACEA**
MUESTRA No: **B - 1**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **# 13**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	17	
Wc + Ww (gr.)	36,63	32,97	32,94	41,56	
Wc + Ws (gr.)	31,89	27,92	27,76	36,51	
Ww	4,737	5,044	5,183	5,055	
Wc	23,4	19,01	18,68	27,9	
Ws	8,49	8,91	9,08	8,61	
% W	55,8	56,6	57,1	58,7	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	5	13	21
Wc + Ww (gr.)	10,17	9,621	10,22
Wc + Ws (gr.)	9,52	9,023	9,558
Ww	0,651	0,598	0,661
Wc	7,045	6,774	7,037
Ws	2,475	2,249	2,521
% W	26,3	26,6	26,2
PROMEDIO			26,4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO **57,0**
LIMITE PLASTICO **26,4**
INDICE DE PLASTICIDAD **30,6**

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

LIMITES DE ATTERBERG

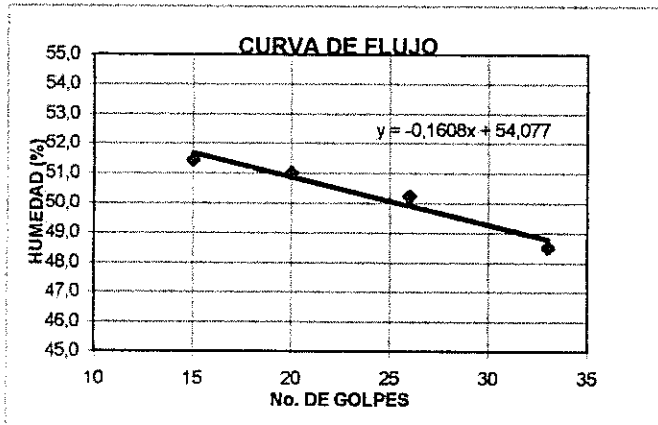
FECHA: 13 DE AGOSTO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA COLOR NEGRA
 MUESTRA No: B - 1
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRRASANTE
 HUECO No: X - 4

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	26	20	15	
Wc + Ww (gr.)	29,26	26,98	29,71	33,81	
Wc + Ws (gr.)	25,86	23,47	26,10	30,28	
Ww	3,395	3,514	3,616	3,536	
Wc	18,87	16,47	19,01	23,4	
Ws	6,997	6,995	7,089	6,876	
% W	48,5	50,2	51,0	51,4	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	24	5	26
Wc + Ww (gr.)	11,19	11,67	11
Wc + Ws (gr.)	10,03	10,45	9,839
Ww	1,161	1,223	1,156
Wc	6,822	7,035	6,583
Ws	3,211	3,411	3,256
% W	36,2	35,9	35,5
PROMEDIO			35,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO: 50,1
 LIMITE PLASTICO: 35,8
 INDICE DE PLASTICIDAD: 14,2

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

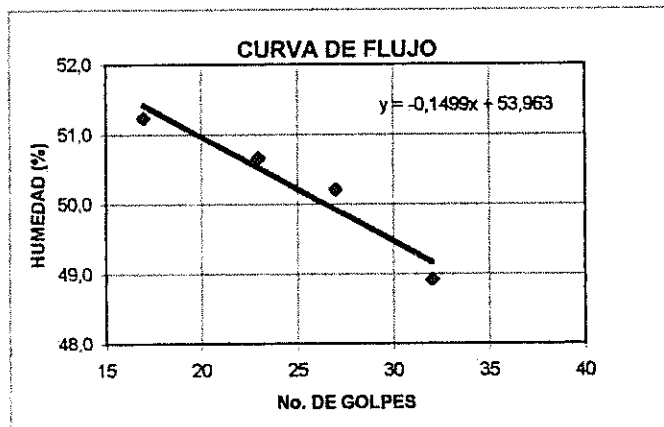
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO CAFE MEDIANA BAJA PLASTICIDAD
MUESTRA No: B - 2
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: # 11

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	31,5	32,03	36,47	32,91	
Wc + Ws (gr.)	27,35	27,5	32,07	28,05	
Ww	4,152	4,529	4,401	4,854	
Wc	18,86	18,48	23,38	18,58	
Ws	8,488	9,021	8,689	9,474	
% W	48,9	50,2	50,7	51,2	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	4	57
Wc + Ww (gr.)	12,67	14,36	14,48
Wc + Ws (gr.)	11,97	13,56	13,64
Ww	0,806	0,798	0,843
Wc	9,453	11,15	11,05
Ws	2,413	2,407	2,587
% W	33,4	33,2	32,6
PROMEDIO			33,0



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	50,2
LIMITE PLASTICO	33,0
INDICE DE PLASTICIDAD	17,2

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

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 423 , ASTM D 424 y AASHTO T 89-94 , AASHTO T 90-94

Proyecto: Munic. San José Muestra: Subbase Fecha: 17-4-97
 Localización: B-2 Descripción Material: Castrejo
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Huevo: #12

Límite Líquido :

Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

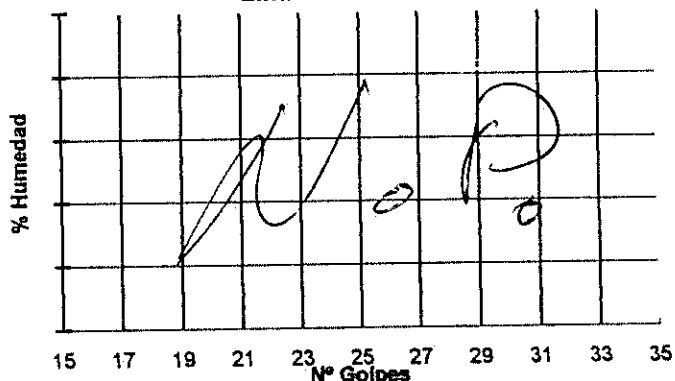
Nomenclatura :

- Ww : Peso humedo de muestra
- Ws : Peso seco de muestra
- Wc : Peso de capsula
- W : Peso de humedad en muestra
- %W : Porcentaje de humedad

Límite Plástico :

Determinación N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Wc + Ww (g)				
Wc + Ws (g)				
W (g)				
Wc (g)				
Ws (g)				
%W (g)				

Límite Plástico



Límite de contracción :

Determinación N°	1	2	3	4
W plato rec. + suelo humedo (g)				
W plato rec. + suelo seco (g)				
W plato recubierto (g)				
W suelo seco, Ws (g)				
W agua, Ww (g)				
Contenido Agua W ₀ %				
Vol. suelo húmedo, V ₀ (cm ³)				
Vol. suelo seco, V _r (cm ³)				
Límite de contracción LC =				

Límite Líquido : _____
Límite Plástico : _____
Índice Plástico : _____
Límite Contracción : _____

$$LC = W_0 - ((V_0 - V_r) * 100 / W_s)$$

Fecha de Prueba: 19-5-97 Temperatura: _____
 Experimentador: Blanco Revisado por: _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

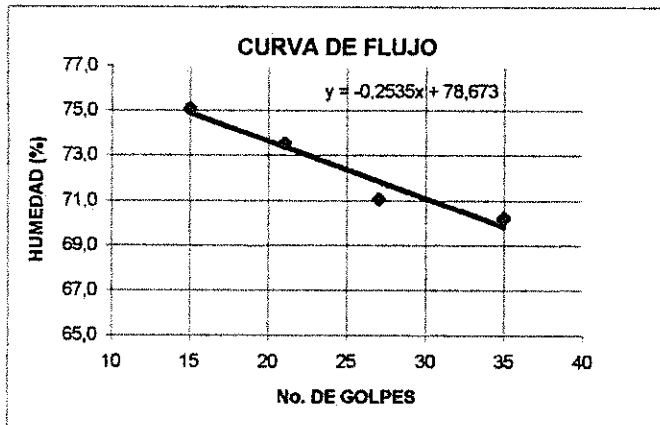
FECHA: 19 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA GRIS CLARO ALTA PLASTICIDAD
 MUESTRA No: B - 2
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 HUECO No: H-12

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	27	21	15	
Wc + Ww (gr.)	39,35	42,75	41,99	41,81	
Wc + Ws (gr.)	33,11	36,86	36,2	35,94	
Ww	6,24	5,892	5,791	5,865	
Wc	24,23	28,57	28,32	28,13	
Ws	8,887	8,293	7,876	7,814	
% W	70,2	71,0	73,5	75,1	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	57	53	4
Wc + Ww (gr.)	13,86	14,75	14,31
Wc + Ws (gr.)	13,31	14,05	13,69
Ww	0,548	0,7	0,62
Wc	11,05	11,19	11,15
Ws	2,254	2,865	2,538
% W	24,3	24,4	24,4
PROMEDIO			24,4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	72,3
LIMITE PLASTICO	24,4
INDICE DE PLASTICIDAD	47,9

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 423 , ASTM D 424 y AASHTO T 89-94 , AASHTO T 90-94

Proyecto: Munic. San José Muestra: Base Fecha: 14-5-97
 Localización: B-3 Descripción Material: Lastre café
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Hueco: #10

Límite Líquido :

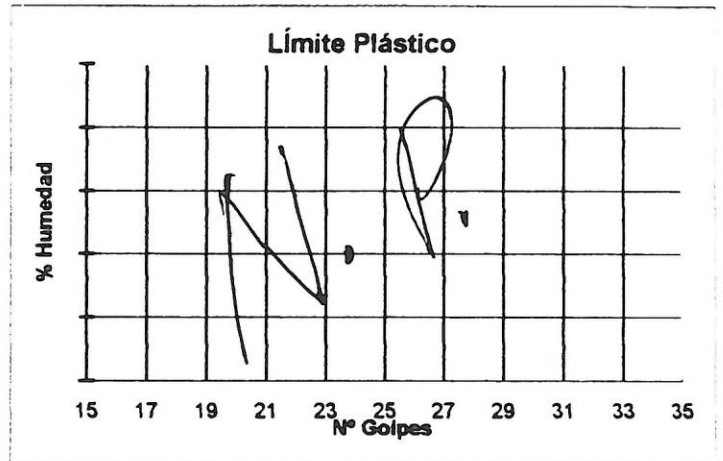
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

- Ww : Peso humedo de muestra
- Ws : Peso seco de muestra
- Wc : Peso de capsula
- W : Peso de humedad en muestra
- %W : Porcentaje de humedad

Límite Plástico :

Determinación N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Wc + Ww (g)				
Wc + Ws (g)				
W (g)				
Wc (g)				
Ws (g)				
%W (g)				



Límite de contracción :

Determinación N°	1	2	3	4
W plato rec. + suelo humedo (g)				
W plato rec. + suelo seco (g)				
W plato recubierto (g)				
W suelo seco, Ws (g)				
W agua, Ww (g)				
Contenido Agua W ₀ %				
Vol. suelo húmedo, V ₀ (cm ³)				
Vol. suelo seco, V _f (cm ³)				
Límite de contracción, LC =				

Límite Líquido : _____
 Límite Plástico : _____
 Índice Plasticidad : _____
 Límite Contracción : _____

$$LC = W_0 - ((V_0 - V_f) * 100 / W_s)$$

Fecha de Prueba : 17-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Firma] Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 7 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

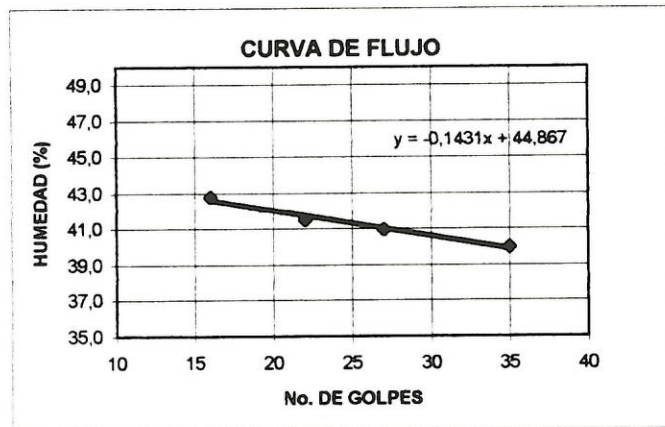
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO CAFE OSCURO MEDIANAMENTE PLASTICO
MUESTRA No: B - 3
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: H - 10

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	27	22	16	
Wc + Ww (gr.)	40,52	42,56	44	40,25	
Wc + Ws (gr.)	36,91	38,42	39,34	35,45	
Ww	3,604	4,134	4,652	4,801	
Wc	27,9	28,32	28,13	24,23	
Ws	9,016	10,1	11,22	11,22	
% W	40,0	40,9	41,5	42,8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	50	18	22
Wc + Ww (gr.)	10,81	10,45	10,99
Wc + Ws (gr.)	10,03	9,683	10,25
Ww	0,783	0,77	0,738
Wc	6,768	6,417	7,129
Ws	3,261	3,266	3,118
% W	24,0	23,6	23,7
PROMEDIO			23,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	41,3
LIMITE PLASTICO	23,8
INDICE DE PLASTICIDAD	17,5

ANEXO 3

PERFIL DE DEFLEXIONES

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

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 25-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

DISTANCIA: 1320m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 10

PUNTO N ^o	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	41	81	35
2	46	91	35
3	56	112	35
4	94	188	35
5	71	142	35
6	69	137	35
7	64	127	35
8	52	104	35
9	53	107	35
10	51	102	35
11	56	112	35
12	58	117	35
13	61	122	35
14	71	142	35
15	56	112	35
16	51	102	35
17	114	229	35
18	51	102	35
19	58	117	35
20	58	117	36
21	61	122	36
22	74	147	36
23	67	135	36
24	69	137	36
25	51	102	36
26	64	127	36

PROMEDIO (D): 124,26
DES. EST. (σ): 30,28

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

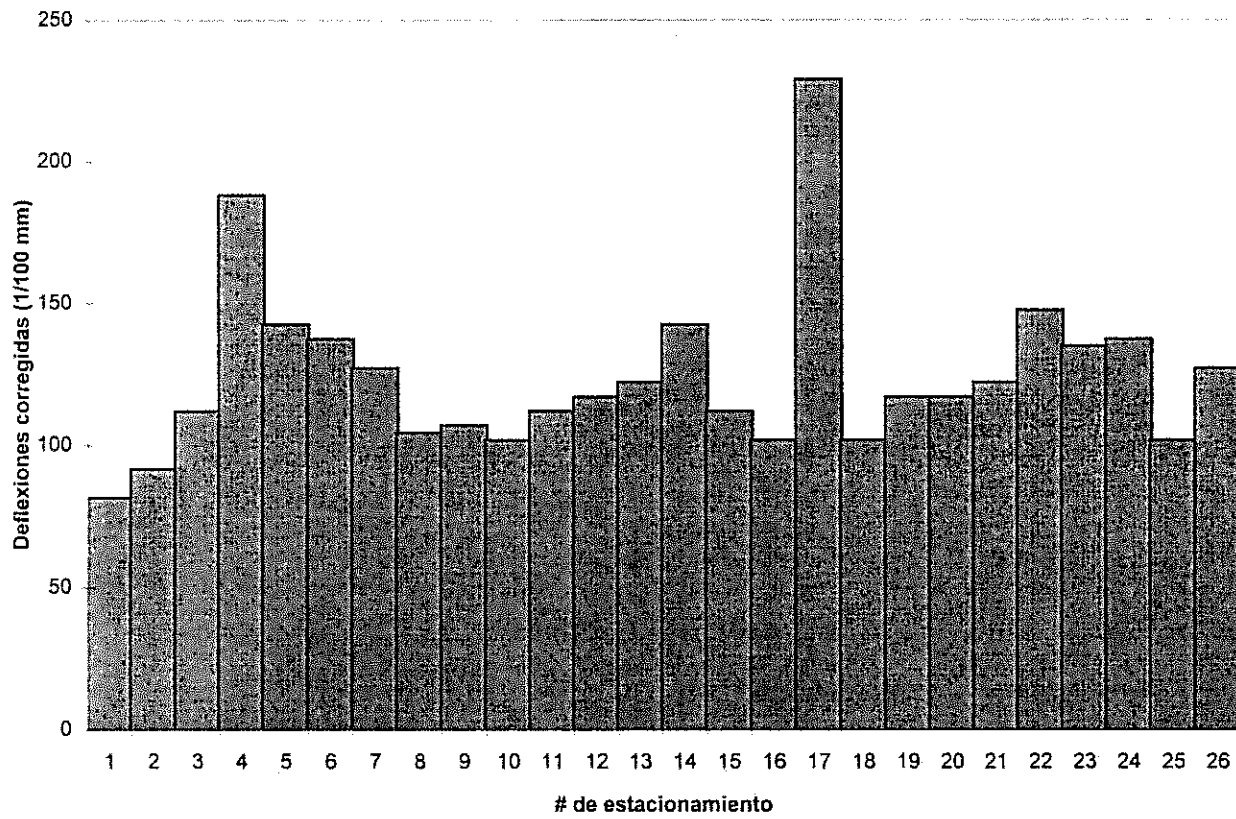
ZONA : ZAPOTE

RUTA : B1

DISTANCIA: 1320m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	25-4-97
PROMEDIO (D):	124,26
DESV. EST. (σ):	30,28
MIN	81
D - 2σ	63,71
D + 1.282σ	163,08
D + 2σ	184,82
MAX	229

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

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B2

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 25-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

DISTANCIA: 1690m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 3.0

PUNTO Nº	DEFLESION 0.01mm	DEFLESION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	97	193	35
2	69	137	35
3	94	188	35
4	99	198	35
5	66	132	35
6	58	117	35
7	66	132	35
8	61	122	35
9	66	132	35
10	56	112	35
11	71	142	35
12	79	157	35
13	71	142	35
14	51	102	35
15	66	132	35
16	58	117	35
17	76	152	35
18	61	122	35
19	61	122	35
20	127	254	36
21	112	224	36
22	66	132	36
23	104	208	36
24	66	132	36
25	86	173	36
26	81	163	36
27	81	163	37
28	66	132	37
29	76	152	37
30	58	117	37
31	66	132	37
32	51	102	37,5
33	58	117	37,5
34	51	102	37,5
PROMEDIO (D):		145,68	
DESV. EST. (σ):		36,35	

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

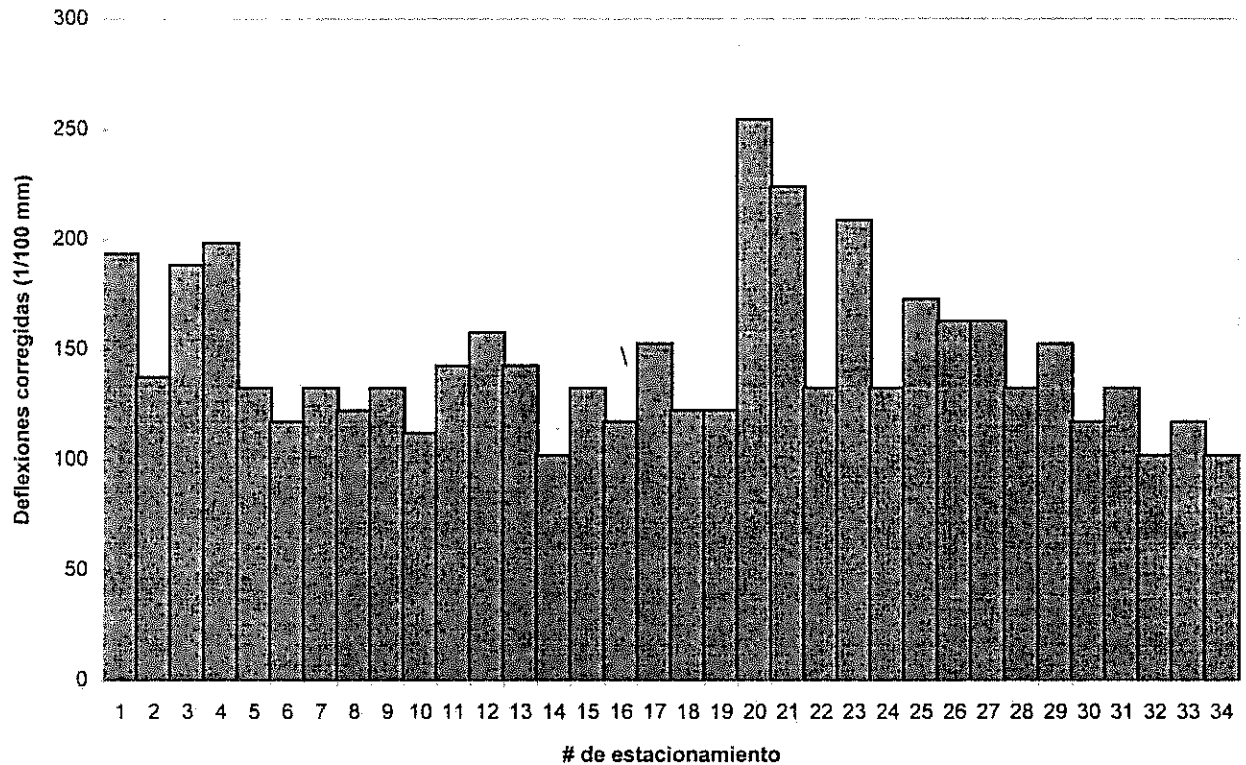
ZONA : ZAPOTE

RUTA : B2

DISTANCIA: 1690m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA: 25-4-97
 PROMEDIO (D): 145,68
 DESV. EST. (σ): 36,35
 MIN 102
 D - 2σ 72,98
 D + 1.282σ 192,27
 D + 2σ 218,37
 MAX 254

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

ZONA : ZAPOTE

RUTA : B3

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 25-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

DISTANCIA: 890m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 7,5

PUNTO N ^o	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	66	132	23
2	64	127	23
3	65	130	23
4	89	178	23
5	61	122	24
6	69	137	24
7	66	132	24
8	71	142	25
9	75	150	25
10	66	132	25
11	58	117	26
12	76	152	26
13	81	163	26
14	94	188	27
15	58	117	27
16	64	127	27
17	56	112	28
18	51	102	28,5

PROMEDIO (D):

136,60

DESV. EST. (σ):

22,49

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

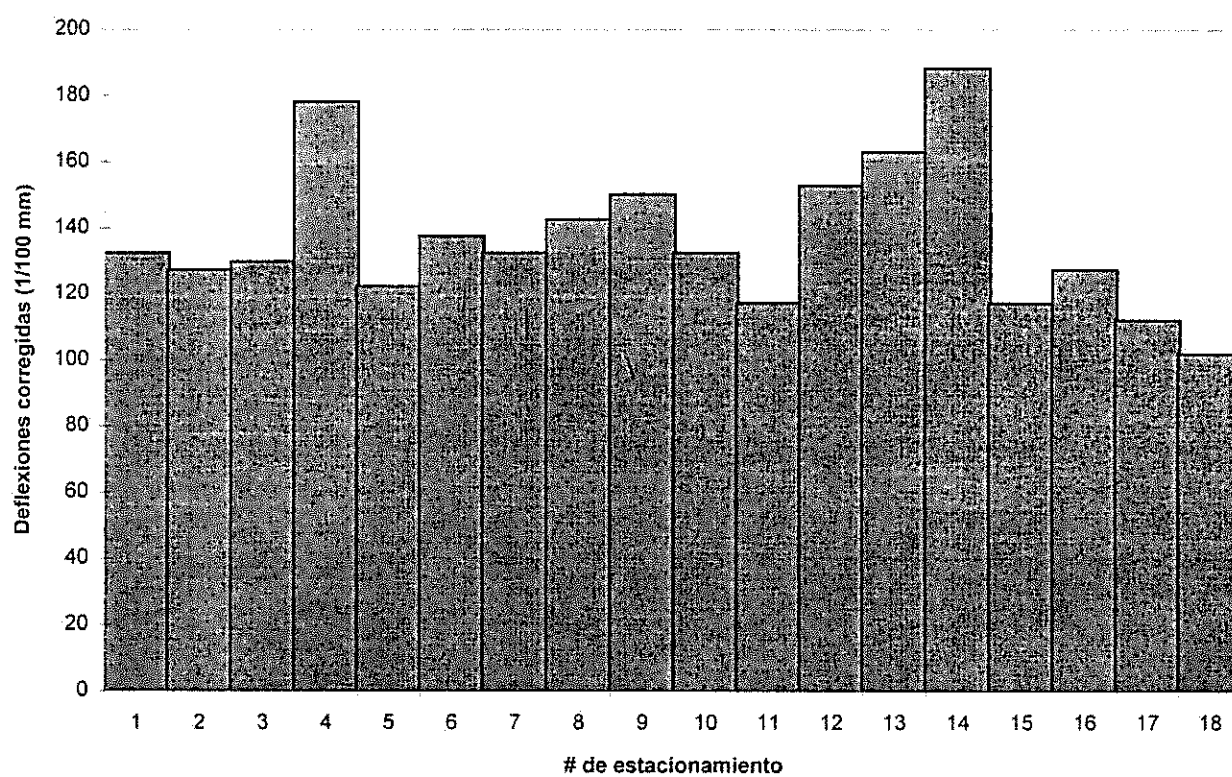
ZONA : ZAPOTE

RUTA : B3

DISTANCIA: 890m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



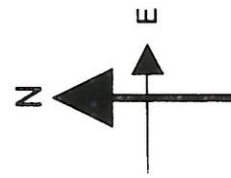
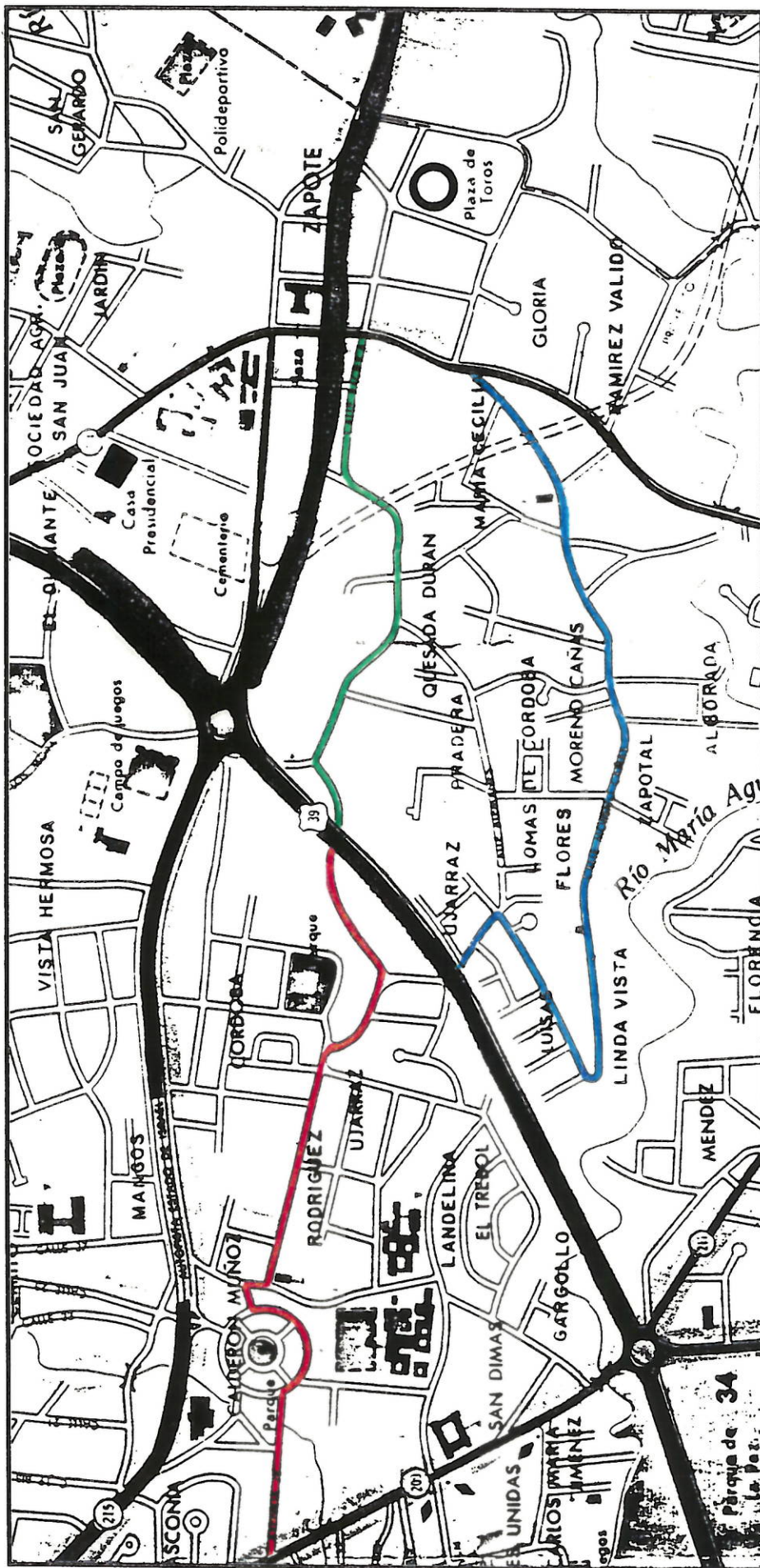
FECHA:	25-4-97
PROMEDIO (D):	136,60
DESV. EST. (σ):	22,49
MIN	102
D - 2σ	91,61
D + 1.282σ	165,43
D + 2σ	181,58
MAX	188

ANEXO 4

PLANO DE UBICACION DE RUTAS

MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

ZONA : ZAPOTE



Simbología:	B1 =	B2 =	B3 =