



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES

TRAMO ALAJUELITA - ESCAZU

DISEÑO DEL PAVIMENTO

JUNIO 2000



**Laboratorio Nacional de Materiales
y Modelos Estructurales**

San José, 12 de julio de 2000

**Ing. Marvin Moya
Ingeniero de Proyecto
Consejo Nacional de Vialidad**

Estimado Ingeniero:

Por este medio me permito saludarlo y a la vez remitirle el informe del diseño del pavimento para el tramo Alajuelita – Escazú.

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes.

Atentamente,

**Mario Arce
Coordinador PITRA
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales,
Universidad de Costa Rica**

cc. Ing. Fernando Rodríguez

INDICE

CONTENIDO

A. Metodología del estudio	2
B. Análisis del tránsito	3
C. Análisis de laboratorio	5
D. Diseño Estructural	14
1. Parámetros de diseño	14
2. Dimensionamiento por método AASHTO	15
E. Conclusiones	17

ANEXOS	18
---------------	-----------

ANEXO 1: Proyección de cargas en el carril de diseño

ANEXO 2: Resultados de laboratorio

ANEXO 3: Análisis de fatiga

**ANEXO 4 Estimación del flujo vehicular del tramo
analizado**

DISEÑO DEL PAVIMENTO

TRAMO ALAJUELITA – ESCAZU

El objetivo de este estudio es presentar una propuesta de diseño del pavimento, del tramo de carretera comprendido entre Alajuelita y Escazú, para lo cual se solicitó un muestreo y las pruebas respectivas para conocer el tipo de materiales que conforman actualmente la estructura del pavimento existente.

Se inició el estudio con una visita al sitio, para realizar una inspección visual, de la cual se resumen las siguientes generalidades y condición del tramo:

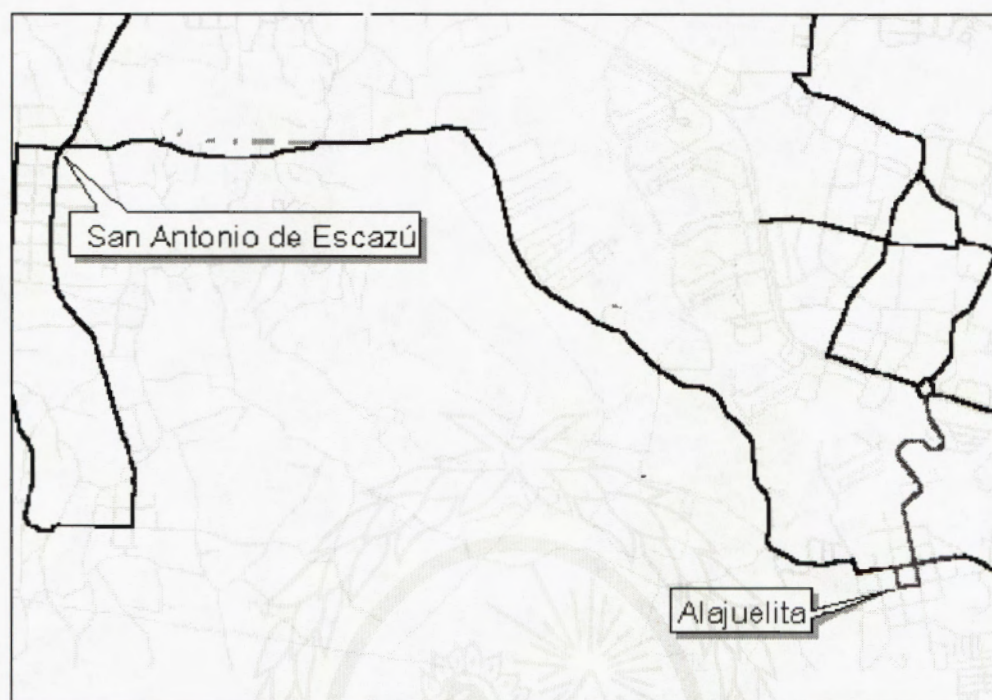
- Longitud aproximada del proyecto:
 - 4 km de pavimento flexible en mal estado.
 - La carpeta está ubicada en una zona con pendientes mínimas.
- Tránsito: Existe paso frecuente de tránsito pesado (camionetas, camiones repartidores)
- Muestreos: se realizaron 4 cielos abiertos
- Ancho de la sección: Constante, 7.30 m aproximadamente en toda la ruta.
- Drenajes: Existe cordón de caño en toda la ruta.
- Cunetas: en algunos tramos no existen.

A. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

Para el diseño del pavimento en este tramo se realizaron los siguientes análisis:

- Conteos de flujo del tránsito
- Predicción de cargas de tránsito
- Sondeos a cielo abierto
- Ensayos de laboratorio a muestras extraídas

Figura 1: Croquis de ubicación del tramo Alajuelita – Escazú



B. ANALISIS DEL TRANSITO

1. Información preliminar

- TPD: Para la estimación del TPD, se realizaron conteos del tránsito en hora pico. En el anexo 4 se indica este análisis. Los datos utilizados son los siguientes:

Tramo	TPD	% vehículos pesados
Alajuelita-Escazú	3000 < TPD < 5000	9.0 – 13.5 %

- Composición Vehicular y factores de carga propuestos:

Composición Vehicular	Livianos	Intermedios	% vehículos pesados
	69.2% - 72.8%	17.3-18.2	9 – 13.5 %
Factor de carga	0.001	0.01	0.7 – 0.95

- Período de diseño: 10 Años
- Tasa de crecimiento: 4% y 6%

Para un período de diseño de 10 años, es de esperar en el carril de diseño, un nivel de carga que oscila entre 1.4×10^5 y 1.6×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas.



C. ANALISIS DEL TRANSITO

Se realizaron cuatro sondeos a cielo abierto a lo largo del tramo. Estos sondeos presentan las siguientes características:

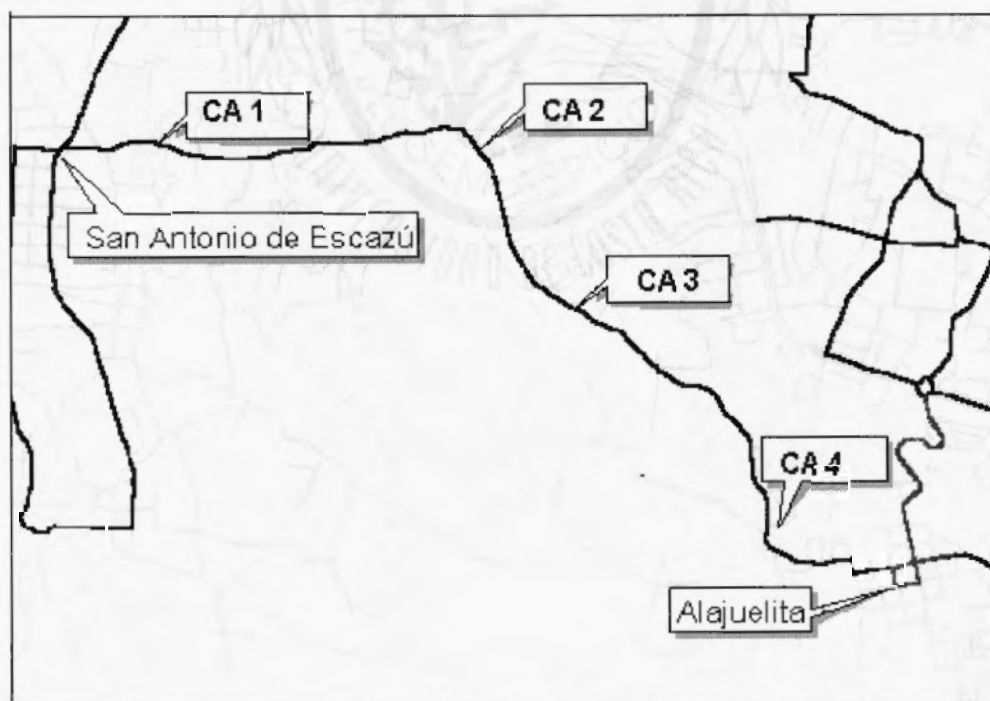
- Trincheras de 60 X 90 cm, con profundidad entre los 40 y 60 cm, que permiten determinar espesores y tomar muestras del conjunto de materiales existentes, para su análisis en el laboratorio.

En la figura 2, se muestra el croquis de ubicación de los sondeos. Se presenta además el perfil típico existente en cada uno de los sondeos realizados.

En uno de los sondeos se detectó arcillas de alta plasticidad a poca plasticidad, la cual oscila entre 20 y 30 cm, con respecto al nivel actual del terreno.

En el anexo 2 se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio a las muestras extraídas.

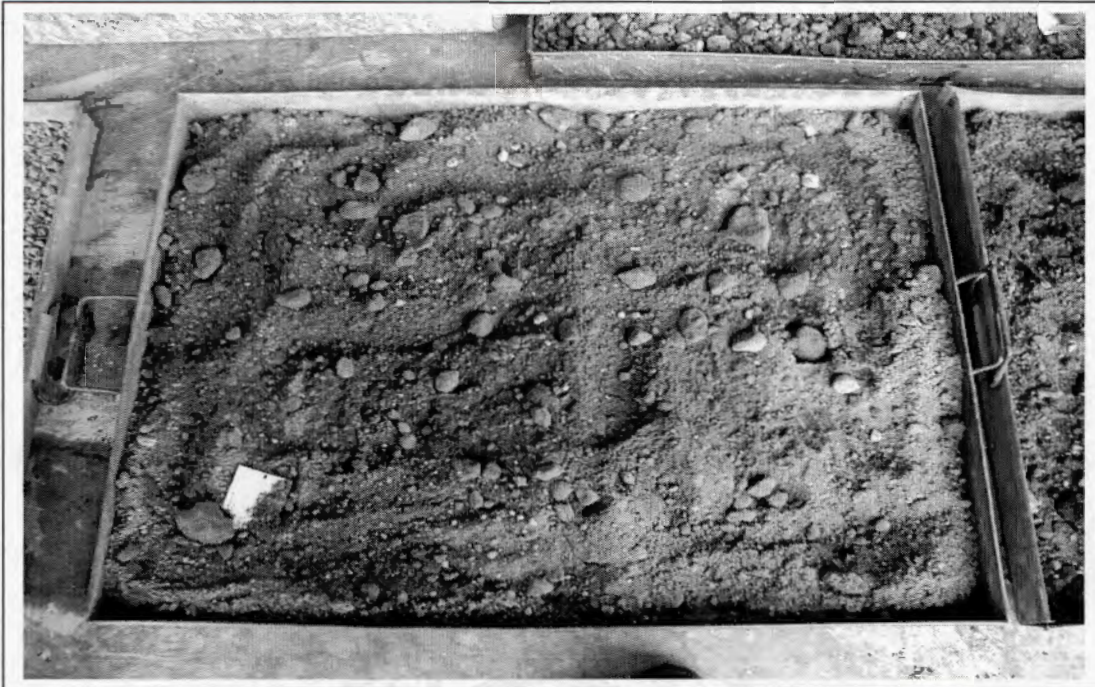
Figura 2: Croquis de ubicación de los sondeos



En las siguientes fotografías se muestran vistas de los materiales encontrados en cada sondeo:



Fotografía 1: Vista del Perfil
Cielo Abierto 1
Sub-rasante



Fotografía 2: Vista del Perfil
Cielo Abierto 2
Base



Fotografía 3: Vista del Perfil
Cielo Abierto 2
Sub-rasante



Fotografía 4: Vista del Perfil
Cielo Abierto 3
Base



Fotografía 5: Vista del Perfil
Cielo Abierto 4
Sub-base

De acuerdo con este análisis, el pavimento se encuentra severamente deteriorado, los espesores de capa son muy variables, se detectó arcillas expansivas a 30 cm de profundidad en uno de los sondeos; los materiales con que se construyeron las capas granulares no reúnen las especificaciones técnicas para su utilización en la readecuación estructural del pavimento, todo sumado a una condición muy heterogénea de calidad de materiales y espesores, por lo tanto, teniendo en cuenta esas condiciones del pavimento existente y de las cargas de tránsito, se requiere en este caso la **reconstrucción total del pavimento**.

A continuación se presenta los perfiles típicos de cada sondeo a cielo abierto.



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

CARRETERA: Alajuelita - Escazú

UBICACIÓN: A 1 km de la entrada de TOYCOS, hacia Alajuelita

FECHA : 10-Mar-00

SONDEO: CA-1

No.DE MUESTRA:

2566: Base Granular

2567: Sub-base

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7.0	CAPA ASFALTICA	Muy fragmentada
10.0	BASE GRANULAR	Lastre gris. Buena graduación. Tamaño máximo 6 cm.
	SUB-RASANTE	Material de relleno con lastre y vetas de arcilla de alta plasticidad. También presenta material orgánico.

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

CARRETERA: Alajulita - Escazú

UBICACIÓN: Frente a monasterio hermanos Magdala

FECHA : 10-mar-00

SONDEO: CA-2

No.DE MUESTRA:

2568: Base estabilizada

2569: Base

2570: Sub-base

2571: Sub-rasante

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
10.0	CAPA ASFALTICA	Muy fragmentada. No se recuperó
10.0	BASE Estabilizada	Base estabilizada agrietada
15.0	Base	Lastre fino Densidad máxima: 1830 kg/m ³ Humedad óptima: 13.8
5.0	Sub-base	Material de relleno de préstamo procedente de roca meteorizada, con vetas arcillosas de plasticidad alta
	MATERIAL DE PRESTAMO	Suelo orgánico con betas de arcilla gris de alta plasticidad.

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

CARRETERA: Alajuelita - Escazú

UBICACIÓN: 150 m de escuela, hacia Aljuelita

FECHA : 10-Mar-00

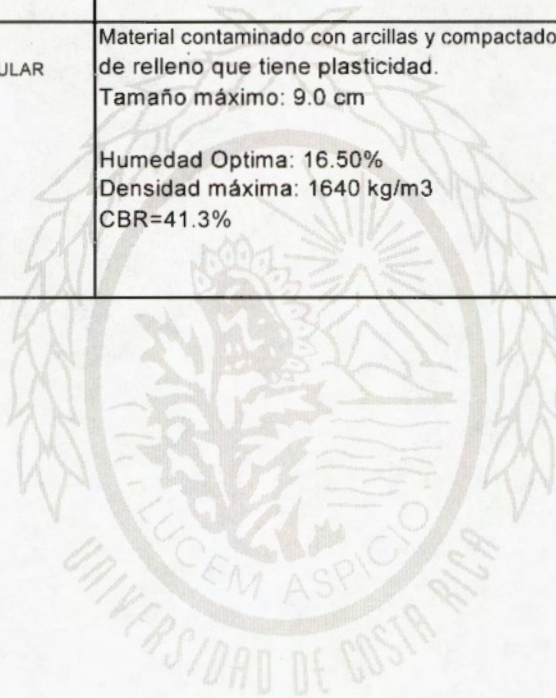
SONDEO: CA-3

No. DE MUESTRA:

2572: Carpeta Asfáltica

2573: Base

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7.5	CAPA ASFALTICA	Los alrededores de donde se extrajo, estaban agrietados y con deformaciones
30.0	BASE GRANULAR	Material contaminado con arcillas y compactado con toba volcánica. Mal graduado. Material de relleno que tiene plasticidad. Tamaño máximo: 9.0 cm Humedad Optima: 16.50% Densidad máxima: 1640 kg/m3 CBR=41.3%



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

CARRETERA: Alajuelita - Escazú

UBICACIÓN: Frente a entrada de urbanización

FECHA : 10-mar-00

SONDEO: CA-4

No.DE MUESTRA:

2575: Base granular

2576: sub-base

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	CAPA ASFALTICA	Los alrededores de donde se extrajo estaban agrietados
7.0	Capa Asfáltica	Capa agrietada
30.0	Base	Lastre gris, mal graduado. Tamaño máximo: 10 cm LIMITES DE ATTERBERG: LL=30.9 LP=18.7 IP=12.2
6.0	Sub-base	Lastre contaminado con arcilla y piedra quebrada de material sedimentario degradable. Presenta plasticidad. Tamaño máximo: 5.0 cm
24	Base	

D. DISEÑO ESTRUCTURAL

1. Parámetros de diseño

De acuerdo con los análisis realizados se establecen los siguientes parámetros para diseñar la estructura del pavimento:

- Ejes equivalentes de diseño: $1.4 \times 10^6 - 1.6 \times 10^6$
- Capacidad de soporte de la sub-rasante: **5.0%**
- Módulo resiliente de la sub-rasante: **9000 psi**
- Desviación estándar global: **0.35** (Método AASHTO)
- Modelo de fatiga de la capa asfáltica: **Instituto del asfalto**
- Confiabilidad (%R): **80%**
- Pérdida de nivel de servicio (Δ PSI): **2.2**
- Rango de módulos resilientes propuestos para cada capa:

CAPA	RANGO DE MODULOS (psi)
Capa asfáltica	400000-450000
Base granular	30000-45000
Sub-base	18000-24000
Sub-rasante	7500 - 8500

Para realizar análisis de fatiga se utilizó el programa Elsym 5. En el Anexo 3 se presentan los resultados obtenidos para las diferentes propuestas.

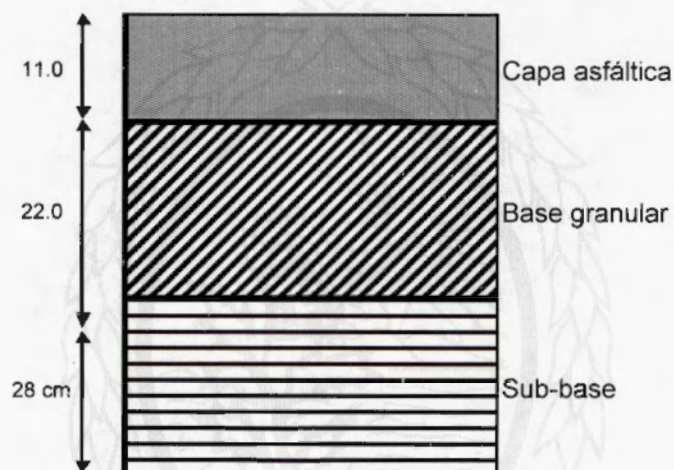
2. Dimensionamiento por Método AASHTO

Para construir el pavimento se propone la siguiente estructura de pavimento. De acuerdo a la información anterior, se utilizará lo siguiente:

- $SN_{\text{diseño}} = 3.2$

OPCION 1:

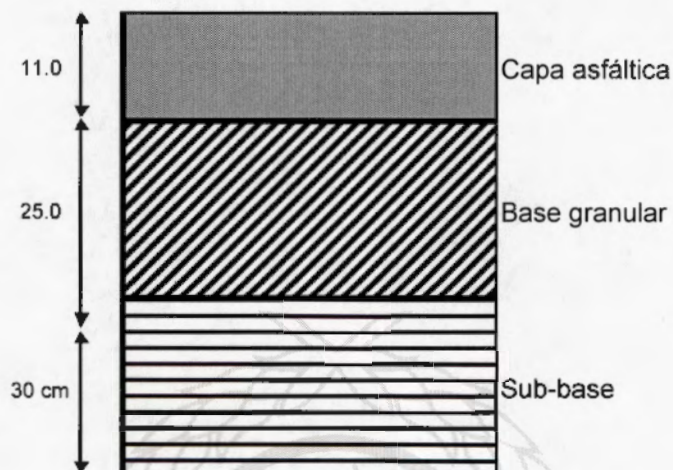
Ver en el anexo 3 el análisis que se propone para esta solución.



Con el método AASHTO para la estructura propuesta se obtiene un valor de $SN = 4.3$. Este valor es mayor a lo requerido según el diseño.

OPCION 2:

Ver en el anexo 3 el análisis que se propone para esta solución.



Con el método AASHTO para la estructura propuesta se obtiene un valor de $SN = 4.5$. Este valor es mayor a lo requerido según el diseño.

ESPECIFICACIONES ESPECIALES

Se deben seguir las siguientes especificaciones:

- Compactación de la sub-base: Mayor al 97 del Próctor modificado
- Compactación de la base: Mayor al 98% del Próctor modificado
- CBR de subrasante: Mayor al 5.0%

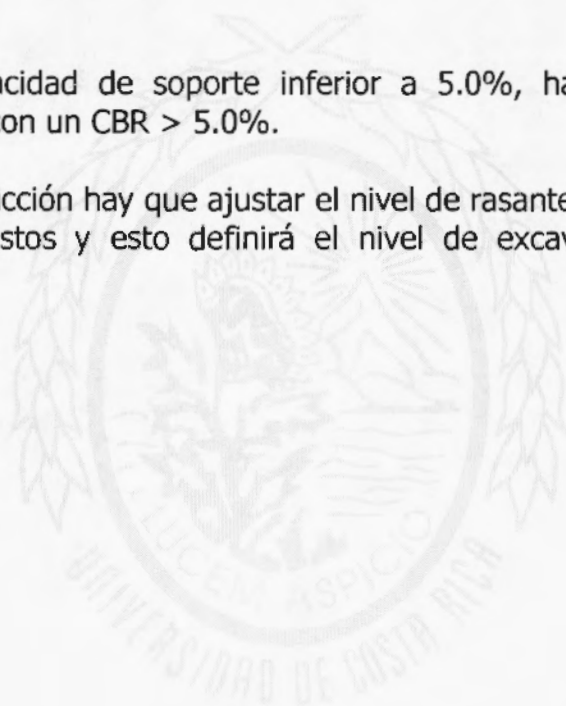
E. Conclusiones

La capacidad a fatiga resultante es inferior a las cargas esperadas en el período de diseño, en ambas opciones.

Sin embargo, si se tiene en cuenta que existe predicción en las cargas del tránsito, especialmente en relación con los conteos de tránsito, y con las cargas por eje de los vehículos, se recomienda construir el pavimento según la estructura propuesta, con la salvedad de que a los seis años se debe evaluar la capacidad estructural del pavimento para revisar la vida útil a fatiga (remanente) del pavimento y si es necesario, readecuar estructuralmente el pavimento a las condiciones reales del tránsito.

Donde hay una capacidad de soporte inferior a 5.0%, hay que sustituir por material conformado con un CBR > 5.0%.

En la etapa de construcción hay que ajustar el nivel de rasante de conformidad con los espesores propuestos y esto definirá el nivel de excavación que hay que realizar.

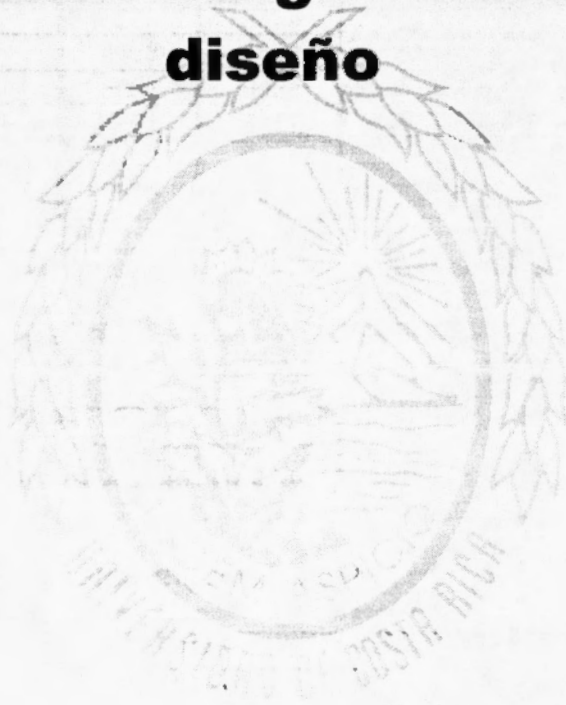


ANEXOS



ANEXO 1

Proyección de cargas en el carril de diseño



TRAMO ALAJUELITA – ESCAZU

2000 < TPD < 5000

Cálculo del TPD para $i = 4.0\%$

Año	3800	4500
1	3952	4680
2	4110	4867
3	4274	5062
4	4445	5264
5	4623	5475
6	4808	5694
7	5001	5922
8	5201	6159
9	5409	6405
10	5625	6661
Acumulado	51248.14	60688.58

Cálculo de TV

TV1	TV2
9352785	11075666

Cálculo de ejes equivalentes

	TV1		TV2	
	Factor de carga		Factor de carga	
%camiones	0.7	0.95	0.7	0.95
9%	611878	822316	720419	969622
13.50%	1060868	1376524	1223680	1597484

Donde TV es el volumen total.

TRAMO ALAJUELITA – ESCAZU

2000 < TPD < 5000

Cálculo del TPD para $i = 6.0\%$

Año	3800	4500
1	4028	4788
2	4270	5056
3	4526	5360
4	4797	5681
5	5085	6022
6	5390	6383
7	5714	6766
8	6057	7172
9	6420	7603
10	6805	8059
Acumulado	56892	67390

Cálculo de TV

TV1	TV2
10382834	12298747

Cálculo de ejes equivalentes

	TV1		TV2	
	Factor de carga		Factor de carga	
%camiones	0.7	0.95	0.7	0.95
9%	677484	911098	798186	1074908
13.50%	1177704	1528125	1358758	1773841

ANEXO 2

Resultados de Laboratorio

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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: 07 de abril de 2000
PROYECTO: ALAJUELITA - ESCAZU

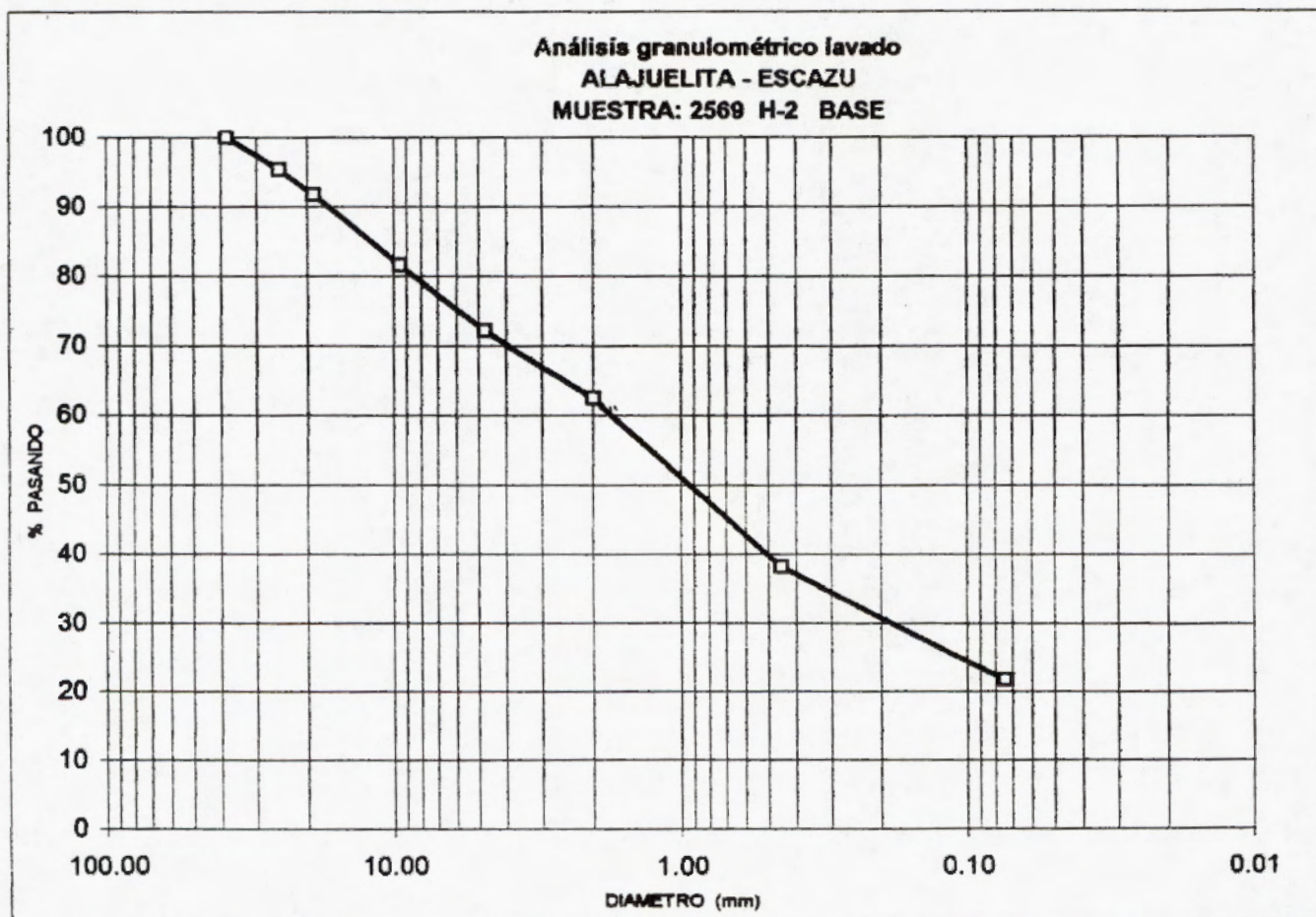
MUESTRA N°: 2569
UBICACION: Sitio
CONTRATISTA:
DESCRIPCION: Material de base
H-2

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12633.4 g

PESO FINAL: 9904.4 g

Malla No.	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.00	588.0	4.7	4.7	95
3/4"	19.00	451.7	3.6	8.2	92
3/8"	9.50	1286.0	10.2	18.4	82
N° 4	4.75	1201.8	9.5	27.9	72
N°10	2.00	1224.1	9.7	37.6	62
N°40	0.45	3074.7	24.3	61.9	38
N°200	0.074	2061.5	16.3	78.3	22



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

ASTM D 423, ASTM D 424 Y AASHTO T 89-94, AASHTO T 9094

FECHA 07 de abril de 2000

PROYECTO ALAJUELITA - ESCAZU

MUESTRA N°: 2570
SUB BASE H-2

UBICACION:

CONTRATISTA:

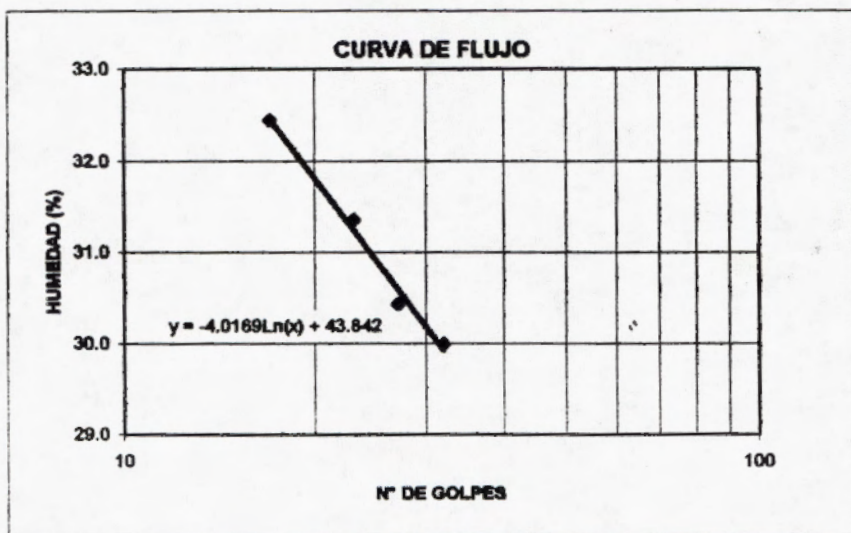
DESCRIPCION: Lastre limoso café claro

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	23	17	
Wc + Ww (g)	31.998	41.729	40.602	47.539	
Wc + Ws (g)	28.109	37.385	36.228	42.964	
Ww	3.889	4.344	4.374	4.575	
Wc	15.143	23.109	22.280	28.865	
Ws	12.968	14.276	13.948	14.099	
% W	30.0	30.4	31.4	32.4	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	54	53
Wc + Ww (g)	14.354	12.710	14.239
Wc + Ws (g)	13.807	12.193	13.759
Ww	0.547	0.517	0.480
Wc	10.885	9.453	11.168
Ws	2.922	2.740	2.593
% W	18.7	18.9	18.5
PROMEDIO			18.7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	30.9
LIMITE PLASTICO	18.7
INDICE DE PLASTICIDAD	12.2

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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO
ASTM C-117

FECHA: 07 de abril de 2000
PROYECTO: ALAJUELITA - ESCAZU

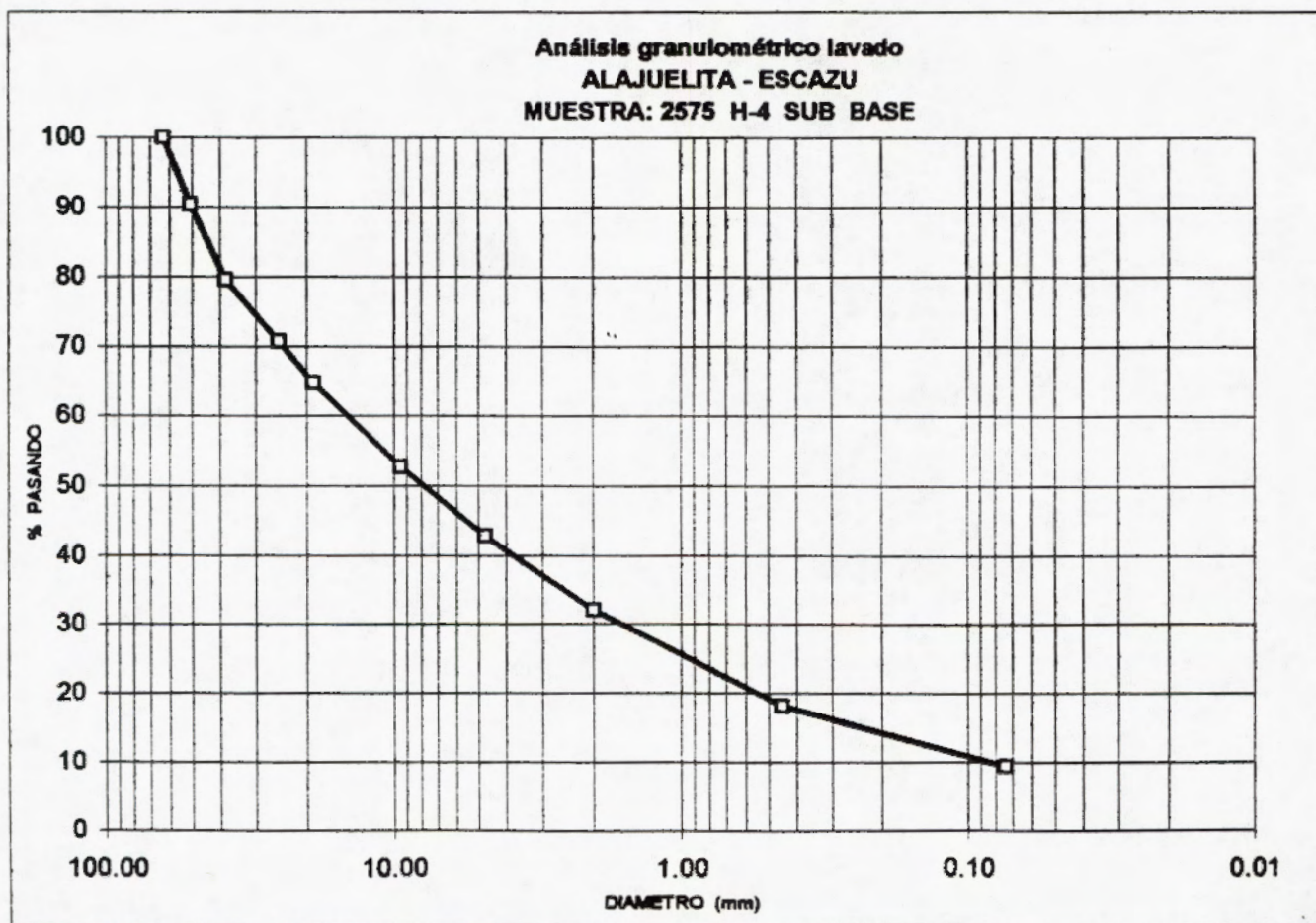
MUESTRA N°: 2575
UBICACION: Sito
CONTRATISTA:
DESCRIPCION: Material de subbase
H-4

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 17098.3 g

PESO FINAL: 15495.7 g

Malla No.	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.80	1652.6	9.7	9.7	90
1 1/2"	38.10	1843.5	10.8	20.4	80
1"	25.00	1498.7	8.8	29.2	71
3/4"	19.00	1026.3	6.0	35.2	65
3/8"	9.50	2077.0	12.1	47.4	53
N° 4	4.75	1680.7	9.8	57.2	43
N°10	2.00	1850.6	10.8	68.0	32
N°40	0.45	2377.1	13.9	81.9	18
N°200	0.074	1499.4	8.8	90.7	9



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

PRUEBA DE C.B.R.
AASHTO T-183-83

FECHA: 07 de abril de 2000
 PROYECTO: ALAJUELITA - ESCAZU

INFORME N°:

DESCRIPCION DE MATERIAL: Lastro grisaceo
 LOCALIZACION: Sitio
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: Material de base
 MUESTRA N°: 2573

$\delta e = 1640$ $W_c = 16,5 \%$

COMPACTACION

GOLPES	MOLDE	Ww + M	Ww	δm	δs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	SW
		11126												
	3	7178	3951,6	1864	1812	98,3	A-16	609,5	540,9	101,2		68,8	439,7	95,0
		11005												
	18	7187,8	3817,2	1798	1555	94,2	A-14	663,1	590,5	125,7		72,6	464,8	91,5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
3	30/3/2000	14:00	458,00	467,00	—	—	467,00	1,97	—	—	1,97
18	30/3/2000	14:00	363,00	363,00	—	—	376,00	0,00	—	—	3,58

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	22,0	73,0	134,0	190,0	287,0	346,0	381,0	409,0	437,0	461,0	
3	0,45	5,37	16,78	30,42	42,94	64,63	77,82	85,85	91,91	98,17	103,53	kg/cm2
	0,0	23,0	47,0	79,0	109,0	162,0	193,0	214,0	233,0	251,0	273,0	
18	0,45	5,60	10,96	18,12	24,83	36,68	43,61	48,30	52,55	56,58	61,50	kg/cm2

DATOS CALCULADOS

DATOS CORREGIDOS

No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	42,94	77,82	98,3	61,0	73,7
25	24,83	43,81	94,8	35,3	41,3

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 29 de marzo de 2000
 PROYECTO **ALAJUELITA - ESCAZU**

INFORME N°:

DESCRIPCION DE MATERIAL: Lastre grisáceo
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE H-3**
 MUESTRA No: **2573**

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO
 AASHTO T-180
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

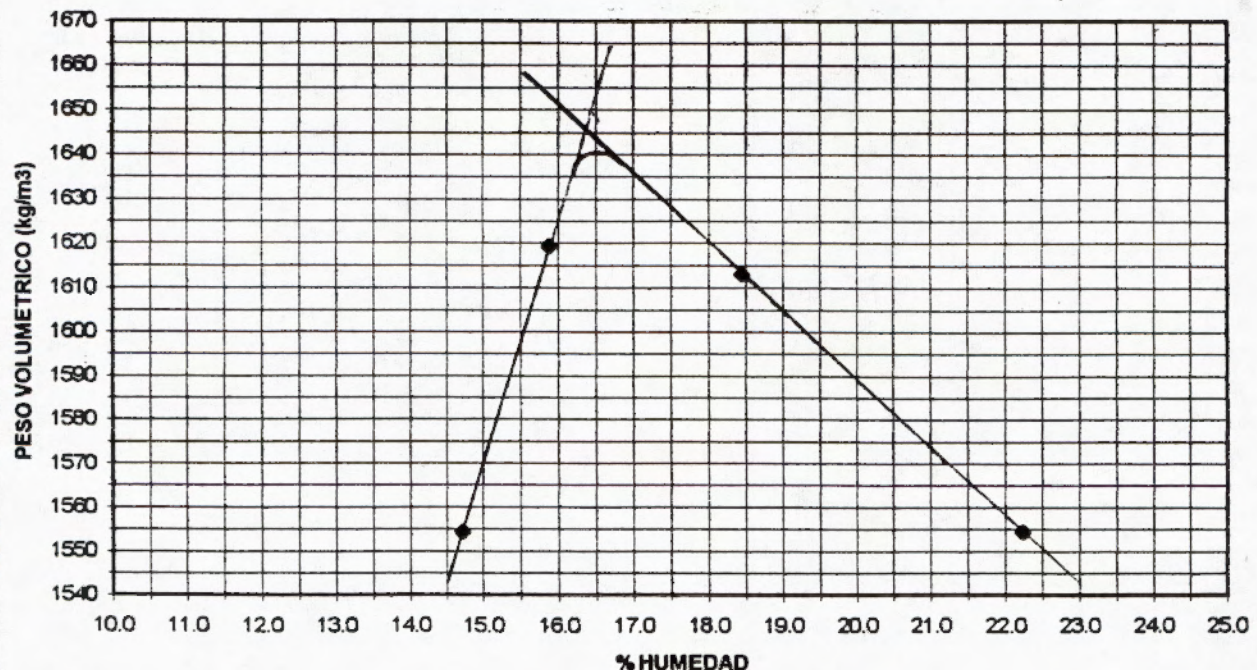
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6162.2	6194	6074	6184			
P molde	4390.3	4390	4390	4390			
Ww	1771.9	1804	1684	1794			
δ w	1876	1910	1783	1900			
δ s	1819	1813	1554	1554			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	A-3	A-15	X-1	A-24
Ww + Wc	539.4	700.1	536.0	506.1
Ws + Wc	481.1	609.5	482.1	434.7
Ww	58.3	90.6	53.9	71.4
Wc	113.9	118.3	115.9	113.5
Ws	367.2	491.2	366.2	321.2
%W	15.9	18.4	14.7	22.2

δ máx	1640	kg/m ³
w ópt	16.5	%

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



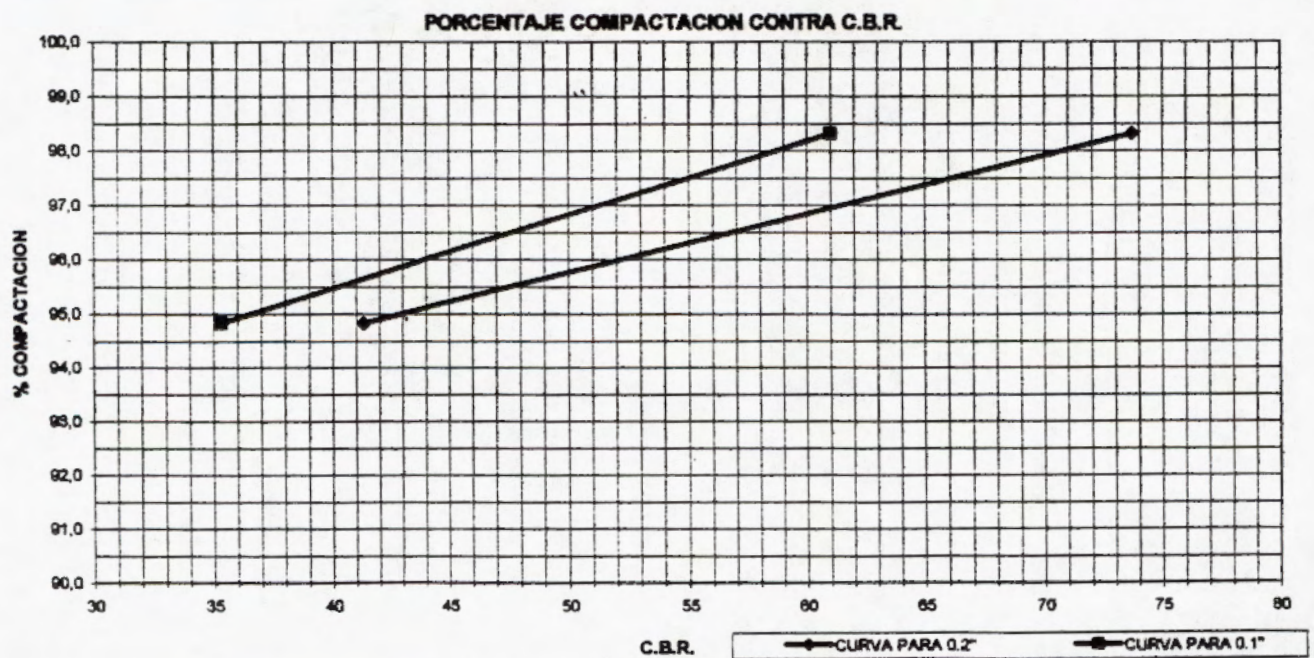
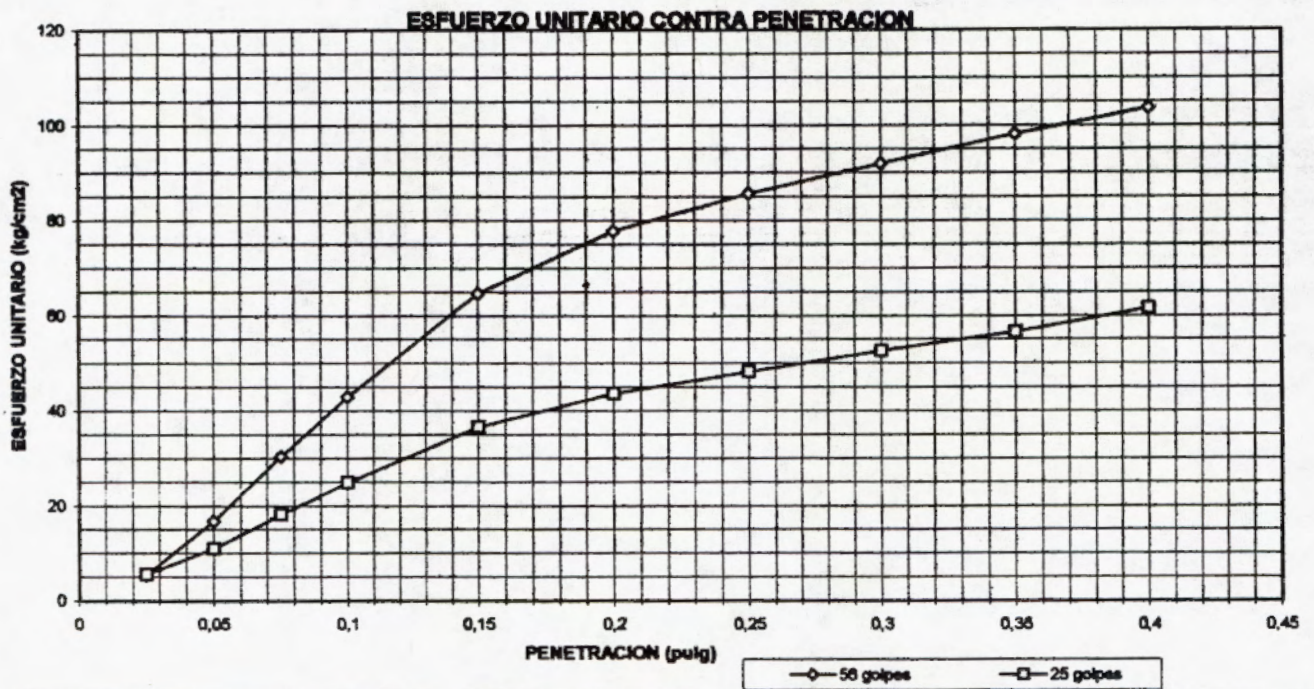
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.
AASHTO T-193-93

FECHA: 07 de abril de 2000
PROYECTO: ALAJUELITA - ESCAZU

INFORME N°:

DESCRIPCION DE MATERIAL: Lastro grisaceo
LOCALIZACION: Sitio
CARACTERIZACION DE MUESTRA: Material de base
MUESTRA No: 2573



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO
ASTM C-117

FECHA: 07 de abril de 2000
PROYECTO: ALAJUELITA - ESCUAZU

MUESTRA N°: 2573
UBICACION: Sitio
CONTRATISTA:
DESCRIPCION: Material de base

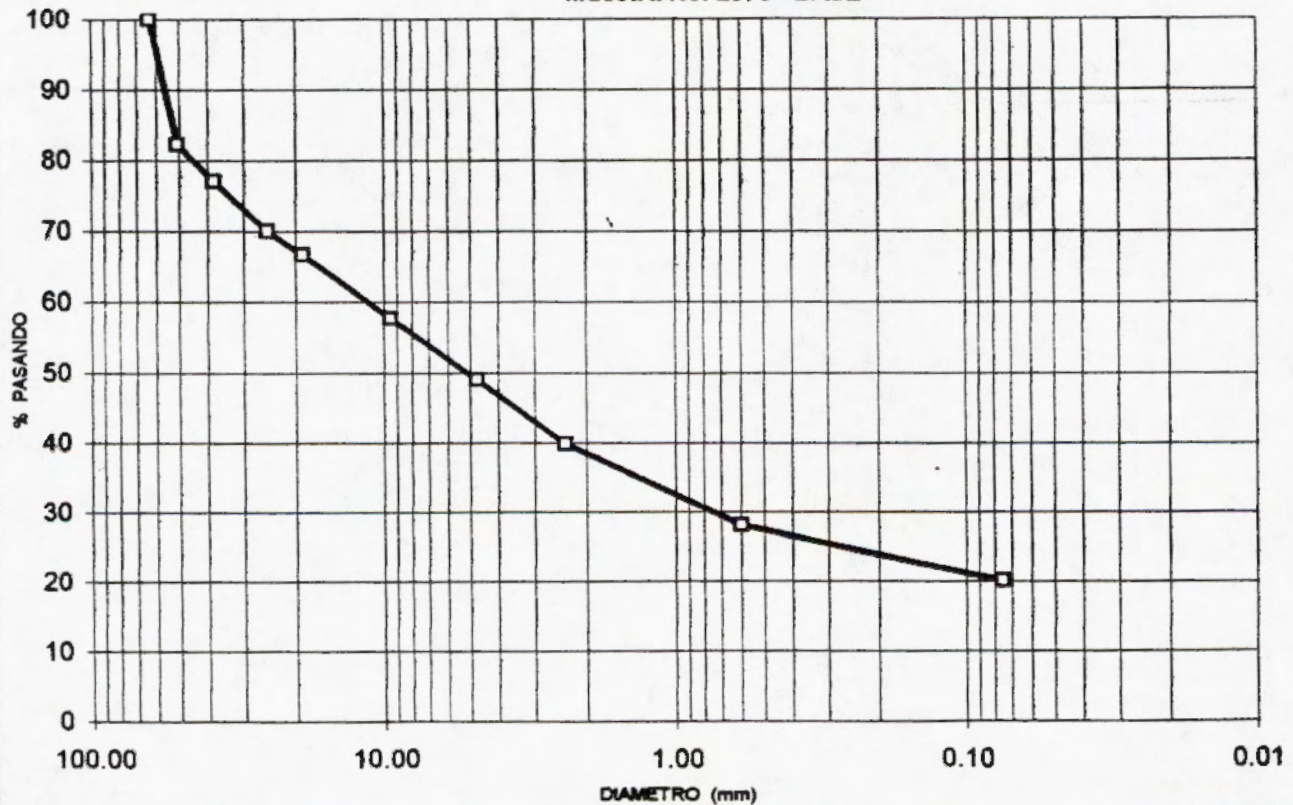
Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 13887.1 g

PESO FINAL: 11101.4 g

Malla No.	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.80	2455.0	17.7	17.7	82
1 1/2"	38.10	727.6	5.2	22.9	77
1"	25.00	977.6	7.0	30.0	70
3/4"	19.00	473.8	3.4	33.4	67
3/8"	9.50	1240.5	8.9	42.3	58
N° 4	4.75	1207.8	8.7	51.0	49
N°10	2.36	1278.8	9.2	60.2	40
N°40	0.60	1627.2	11.7	71.9	28
N°200	0.075	1107.1	8.0	79.9	20

Análisis granulométrico lavado
ALAJUELITA - ESCUAZU
Muestra No. 2573 BASE



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

FECHA 29 de marzo de 2000
PROYECTO ALAJUELITA - ESCAZU

INFORME N°:

DESCRIPCION DE MATERIAL: Lastre grisáceo
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE H-2
MUESTRA No: 2569

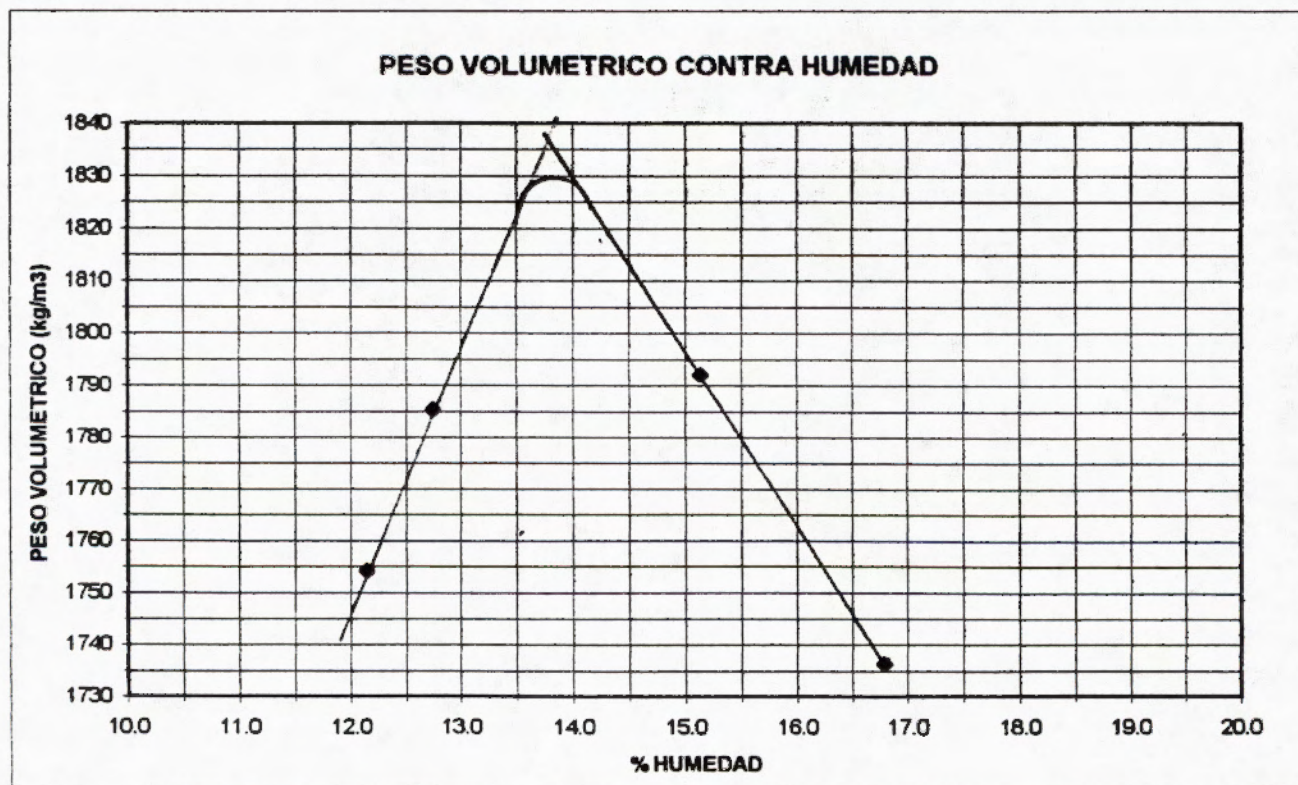
PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO
AASHTO T-180
PROCEDIMIENTO C

	COMPACTACION						
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6290.9	6339	6305	6248			
P molde	4390.3	4390	4390	4390			
Ww	1900.6	1948	1915	1858			
δw	2013	2063	2028	1967			
δs	1785	1792	1736	1754			

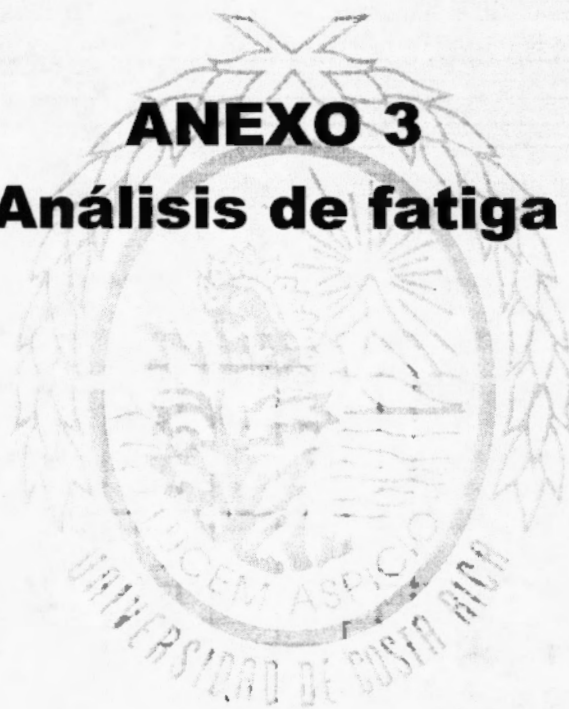
CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	S-8	A-31	S-12	A-19
Ww + Wc	513.6	552.6	575.1	530.7
Ws + Wc	464.4	490.4	502.9	486.0
Ww	49.2	62.2	72.2	44.7
Wc	78.3	79.5	72.8	117.8
Ws	386.1	410.9	430.1	368.2
%W	12.7	15.1	16.8	12.1

δ máx	1830	kg/m ³
w ópt	13.8	%



ANEXO 3
Análisis de fatiga



DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TRAMO ALAJUELITA - ESCAZÚ

Determinación del Número Estructural: SN

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	R (%)	Z_R	S_O	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.40E+06	6.1461	80	-0.8416	0.35	3.2	4.2	2.2	7500	3.8E-07	6.146128413
1.60E+06	6.2041	80	-0.8416	0.35	3.2	4.2	2.2	7500	5.1E-07	6.204120496

Diseño Inicial de la Estructura

Propuesta N°1

Capas	Espesor		Coeficientes		Aporte Estructural
	cm	in	a_i	m_i	
CA	11	4.33	0.42	-	1.8
BG	22	8.66	0.13	1	1.1
SB	28	11.02	0.12	1	1.3
SR	Espesor total				
	61	24.03	SN = 4.3		

REVISIÓN DEL DISEÑO POR FATIGA

MODELO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

Rango de Ejes Equivalentes de Diseño:	Mínimo	Máximo
	1.40E+06	1.60E+06

E_1 (psi)	E_2 (psi)	E_3 (psi)	E_4 (psi)	e_t	Nf	e_c	Nd
300000	30000	18000	7500	3.65E-04	3.44E+05	4.39E-04	1.47E+06
400000	35000	22000	7500	2.95E-04	5.43E+05	3.93E-04	2.41E+06
400000	40000	23000	7500	2.75E-04	6.84E+05	3.79E-04	2.84E+06

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TRAMO ALAJUELITA - ESCAZÚ

Diseño Inicial de la Estructura

Propuesta N°2

Capas	Espesor		Coeficientes		Aporte Estructural
	cm	in	a_i	m_i	
CA	11	4.33	0.42	-	1.8
BG	25	9.84	0.13	1	1.3
SB	30	11.81	0.12	1	1.4
SR	Espesor total de pavimento				
	66	25.99	SN = 4.5		

REVISIÓN DEL DISEÑO POR FATIGA

MODELO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

Rango de Ejes	Mínimo	Máximo
Equivalentes de Diseño:	1.40E+06	1.60E+06

E_1 (psi)	E_2 (psi)	E_3 (psi)	E_4 (psi)	e_t	N_f	e_c	N_d
400000	42000	24000	8500	2.63E-04	7.92E+05	3.07E-04	7.28E+06
450000	42000	24000	8500	2.50E-04	8.46E+05	3.02E-04	7.84E+06
450000	45000	24000	9000	2.41E-04	9.55E+05	2.89E-04	9.54E+06

* CBR superior a 5.0

** Base y subbase con porcentajes de compactación superiores al 98% del proctor modificado.

ANEXO 4
Estimación del flujo vehicular del
tramo analizado

ANEXO 4
Estimación del flujo vehicular del
tramo analizado

Punto 1

CONTEO DE FLUJOS: TRAMO ALAJUELITA - SAN FELIPE - LA CORINA - ESCAZÚ

Ubicación del Punto del conteo:

San Felipe

Hora de Inicio del conteo:

6:45 AM

Fecha:

Jueves 6 de Julio del 2000

Periodo	Livianos		Carga Liviana		Buses		Camiones C-2		Total de Vehículos
	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	
6:45 - 7:00	31	70%	7	16%	4	9%	2	5%	44
7:00 - 7:15	25	54%	14	30%	4	9%	3	7%	46
7:15 - 7:30	30	71%	4	10%	4	10%	4	10%	42
7:30 - 7:45	29	69%	5	12%	2	5%	4	10%	40
7:45 - 8:00	39	93%	5	12%	3	7%	3	6%	50
8:00 - 8:15	30	67%	11	24%	3	7%	1	2%	45
8:15 - 8:30	32	73%	4	9%	3	7%	2	5%	41
Totales:	185	70.08	43	16.29	19	7.20	17	6.44	264
Promedios:	31	-	7	-	3	-	3	-	44

Punto 1

CONTEO DE FLUJOS: TRAMO ALAJUELITA - SAN FELIPE - LA CORINA - ESCAZÚ

Ubicación del Punto del conteo: San Felipe
 Hora de Inicio del conteo: 4:30 PM
 Fecha: Jueves 6 de Julio del 2000

Periodo	Livianos		Carga Liviana		Buses		Camiones C-2		Total de Vehículos
	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	
4:30 - 4:45	36	60%	12	23%	4	8%	0	0%	52
4:45 - 5:00	27	64%	8	36%	2	10%	2	8%	39
5:00 - 5:15	40	57%	6	8%	3	8%	4	8%	53
5:15 - 5:30	42	55%	5	9%	5	4%	0	8%	52
Totales:	145	73.98	31	15.82	14	7.14	6	3.06	196
Promedios:	36	-	6	-	3	-	2	-	48

Punto 2

CONTEO DE FLUJOS: TRAMO ALAJUELITA - SAN FELIPE - LA CORINA - ESCAZÚ

Ubicación del punto del conteo: Urbanización La Corina
 Hora de inicio del conteo: 7:00 AM
 Fecha: Jueves 6 de Julio del 2000

Periodo	Livianos		Carga Liviana		Buses		Camiones C-2		Total de Vehículos
	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	
7:00 - 7:15	66	83.54	7	8.86	6	7.59	0	0.00	79
7:15 - 7:30	62	83.78	6	8.11	5	6.76	1	1.35	74
7:30 - 7:45	58	79.45	3	4.11	10	13.70	2	2.74	73
7:45 - 8:00	72	85.71	5	5.95	7	8.33	0	0.00	84
8:00 - 8:15	68	88.31	1	1.30	6	7.79	2	2.60	77
8:15 - 8:30	66	88.00	3	4.00	5	6.67	1	1.33	75
Totales:	392	84.85	25	5.41	39	8.44	6	1.30	462
Promedios:	65	-	4	-	7	-	1	-	77

*Los conteos se efectuaron en periodo de vacaciones escolares. Se espera que durante el periodo lectivo el flujo sea mayor.

Punto 2

CONTEO DE FLUJOS: TRAMO ALAJUELITA - SAN FELIPE - LA CORINA - ESCAZÚ

Ubicación del punto del conteo: Urbanización La Corina
Hora de inicio del conteo: 4:30 PM
Fecha: Jueves 6 de Julio del 2000

Periodo	Livianos		Carga Liviana		Buses		Camiones C-2		Total de Vehículos
	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	Veh.	%	
4:30 - 4:45	73	76.84	13	13.68	5	5.26	4	4.21	95
4:45 - 5:00	61	76.25	13	16.25	4	5.00	2	2.50	80
5:00 - 5:15	68	71.58	19	20.00	7	7.37	1	1.05	95
5:15 - 5:30	85	73.28	22	18.97	8	6.90	1	0.86	116
Totales:	287	74.35	67	17.36	24	6.22	8	2.07	386
Promedios:	72	-	17	-	6	-	2	-	97

Puntos de medición

