

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

**PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS**

INFORME DE AVANCE N° 4

DISTRITO HATILLO

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



FEBRERO 1998

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 4

DISTRITO HATILLO

| Indice de Contenido | Página |
|--|---------------|
| 1- Objetivo y alcance | 1 |
| 2- Estudios de tránsito y predicción de cargas por eje | 1 |
| 3- Análisis deflectométrico | 1 |
| 4- Estudio de laboratorio | 2 |
| 5- Análisis estructural del pavimento | 3 |
| 5.1 Análisis de la capacidad estructural | 3 |
| 5.2 Diseño propuesto | 17 |
| 6- Cuadro de cantidades | 29 |
| 7- Conclusiones y recomendaciones | 35 |
| 8- Especificaciones especiales | 38 |
| Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo | 41 |
| Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente | 56 |
| Anexo 3 : Perfil de deflexiones | 121 |
| Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas | 134 |

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 4

DISTRITO HATILLO

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 5 rutas del distrito de Hatillo, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

- A1: De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semáforos ubicados en Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.
- A2: Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación) hacia el norte, hasta el límite con Hatillo 2, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A3: De la soda la Irma hacia el este, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A4: Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (semáforos de Hatillo 3).
- A5: De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A6: De la taquería Costa Rica hacia el este. (ver mapa de ubicación de rutas).

2. ESTUDIOS DE TRANSITO Y PREDICION 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) |
|------|---|
| A1 | 0.3 - 0.7 |
| A2 | 0.8 - 1.2 |
| A3 | 1.7 - 2.3 |
| A4 | 3.0 - 3.8 |
| A5 | 0.5 - 1.1 |
| A6 | 0.4 - 0.8 |

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. El valor más alto de deflexión se obtuvo en la ruta A4 y el menor en la ruta A5. Se observa coincidencia entre los resultados de este ensayo y los resultados obtenidos en los sondeos realizados. En síntesis se obtuvieron los siguientes resultados:

| RUTA | DEFLEX. MEDIA (mm*10 ⁻²) | Drr (mm*10 ⁻²)(*) |
|------|--------------------------------------|-------------------------------|
| A1 | 118.5 | 178.23 |
| A2 | 131.7 | 203.20 |
| A3 | 138.1 | 189.14 |
| A4 | 164.8 | 259.91 |
| A5 | 112.6 | 182.44 |
| A6 | 133.4 | 193.52 |

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

Coincidente con el perfil de deflexiones, se detectaron materiales de muy diferente calidad, fuera de especificación y con gran variabilidad de espesores. Predominan las arcillas de plasticidad media y alta, esta últimas con características expansivas y de muy baja capacidad de soporte (CBR < 2.0%). El problema se agrava por el hecho de que a lo largo de las rutas se presentan cambios bruscos de capacidad de soporte de la sub-rasante, consecuencia de la variación del tipo de suelo. Esta situación hace que la opción de rehabilitar los pavimentos rigidizando (estabilizando) las capas superiores, sin resolver los problemas que se presentan en la sub-base y en la sub-rasante, conlleva un diseño estructural de menor grado de confiabilidad y por lo tanto de mayor riesgo de falla.

Destaca también el hecho de que las bases estabilizadas en general están severamente agrietadas, en algunos casos se detectó lastre (toba volcánica) a nivel de base, además las capas granulares presentan graduaciones inadecuadas y con escasa compactación. Inclusive en algunos sondeos no se detectó la capa de sub-base.

Bajo estas circunstancias resulta prácticamente imposible definir una sección típica de la estructura del pavimento que sea representativa para cada ruta. A pocos metros de un sondeo es posible encontrar un perfil de pavimento completamente diferente, circunstancia que debe tenerse presente al momento de realizar los trabajos de rehabilitación.

5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

5.1 Análisis de la capacidad estructural

Con base en la información de campo y de laboratorio, se definieron las secciones típicas (probables) de cada una de las vías, y las características fundamentales de los materiales constitutivos. Por retrocálculo de módulos se estimó el valor probable del módulo resiliente de las capas del pavimento y de la sub-rasante.

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.
- Nivel de confiabilidad asociado al diseño (valor R).
- 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 a 5.6 se resumen los resultados de este análisis.

Puede notarse en estas Tablas que se evalúa el valor SN para diferentes valores de módulo de la sub-rasante, lo cual obedece a diferentes tipos de suelos detectados y también a diferentes opciones de rehabilitación.

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 las Tablas 5.7 a 5.18 se resumen los resultados de este análisis de fatiga para las siguientes condiciones de capacidad estructural de la sub-rasante :

| Tabla N° | Ruta | Alternativa (*) | Módulo de la sub-rasante (kg/cm ²) |
|----------|------|-----------------|--|
| 5.7 | A1 | 1 | 423 |
| 5.8 | A1 | 2 | 423 |
| 5.9 | A2 | 1 | 317 |
| 5.10 | A2 | 2 | 317 |
| 5.11 | A3 | 1 | 317 |
| 5.12 | A3 | 2 | 423 |
| 5.13 | A4 | 1 | 176 |
| 5.14 | A4 | 2 | 387 |
| 5.15 | A5 | 1 | 282 |
| 5.16 | A5 | 2 | 387 |
| 5.17 | A6 | 1 | 317 |
| 5.18 | A6 | 2 | 387 |

(*) En el apartado siguiente se describe el perfil de la estructura del pavimento para cada alternativa.

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A1

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|---------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.65 | 0.35 | 3.77283 | 4.77283 | 2.3 | 3000 | 1.57E-05 | 5.47713697 |
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.29 | 0.35 | 3.61876 | 4.61876 | 2.3 | 3000 | 1.77E-05 | 5.47713899 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 4.0563 | 5.0563 | 2.3 | 3000 | 7.49E-05 | 5.69904491 |
| 5.00E+05 | 5.69897 | -1.29 | 0.35 | 3.89344 | 4.89344 | 2.3 | 3000 | 7.89E-05 | 5.69904888 |
| 7.00E+05 | 5.84509804 | -1.65 | 0.35 | 4.25086 | 5.25086 | 2.3 | 3000 | -0.000377 | 5.84472117 |
| 7.00E+05 | 5.84509804 | -1.29 | 0.35 | 4.08216 | 5.08216 | 2.3 | 3000 | -0.000396 | 5.84470199 |
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.65 | 0.35 | 3.29122 | 4.29122 | 2.3 | 4500 | 5.71E-06 | 5.47712697 |
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.29 | 0.35 | 3.15305 | 4.15305 | 2.3 | 4500 | 7.25E-06 | 5.4771285 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 3.54632 | 4.54632 | 2.3 | 4500 | 1.22E-05 | 5.69898225 |
| 5.00E+05 | 5.698970004 | -1.29 | 0.35 | 3.39958 | 4.39958 | 2.3 | 4500 | 1.41E-05 | 5.69898407 |
| 7.00E+05 | 5.8450980 | -1.65 | 0.35 | 3.72296 | 4.72296 | 2.3 | 4500 | 0.000228 | 5.84532579 |
| 7.00E+05 | 5.84509804 | -1.29 | 0.35 | 3.57049 | 4.57049 | 2.3 | 4500 | 0.000242 | 5.84533957 |
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.65 | 0.35 | 2.89863 | 3.89863 | 2.3 | 6500 | 0.000232 | 5.47735278 |
| 3.00E+05 | 5.47712125 | -1.29 | 0.35 | 2.77416 | 3.77416 | 2.3 | 6500 | 0.000263 | 5.47738403 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 3.12871 | 4.12871 | 2.3 | 6500 | 5.35E-06 | 5.69897535 |
| 5.00E+05 | 5.698970004 | -1.29 | 0.35 | 2.99615 | 3.99615 | 2.3 | 6500 | 1.4E-05 | 5.698984 |
| 7.00E+05 | 5.8450980 | -1.65 | 0.35 | 3.28939 | 4.28939 | 2.3 | 6500 | 0.000891 | 5.84598953 |
| 7.00E+05 | 5.84509804 | -1.29 | 0.35 | 3.15135 | 4.15135 | 2.3 | 6500 | 0.000959 | 5.84605752 |

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A2

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|---------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| 8.10E+05 | 5.90848502 | -1.65 | 0.35 | 4.12692 | 5.12692 | 2.3 | 3500 | -0.000661 | 5.90782434 |
| 8.10E+05 | 5.90848502 | -1.29 | 0.35 | 3.9619 | 4.9619 | 2.3 | 3500 | -0.000681 | 5.90780443 |
| 1.20E+06 | 6.0791812 | -1.65 | 0.35 | 4.35931 | 5.35931 | 2.3 | 3500 | -7.51E-05 | 6.07910619 |
| 1.20E+06 | 6.0791812 | -1.29 | 0.35 | 4.18743 | 5.18743 | 2.3 | 3500 | -8.26E-05 | 6.07909866 |
| 8.10E+05 | 5.9084850 | -1.65 | 0.35 | 3.55495 | 4.55495 | 2.3 | 5500 | -3.84E-05 | 5.90844662 |
| 8.10E+05 | 5.9084850 | -1.29 | 0.35 | 3.40792 | 4.40792 | 2.3 | 5500 | -4.02E-05 | 5.90844481 |
| 1.20E+06 | 6.0791812 | -1.65 | 0.35 | 3.76257 | 4.76257 | 2.3 | 5500 | 0.000413 | 6.07959415 |
| 1.20E+06 | 6.07918125 | -1.29 | 0.35 | 3.60887 | 4.60887 | 2.3 | 5500 | 0.000451 | 6.07963268 |
| 8.10E+05 | 5.9084850 | -1.65 | 0.35 | 3.27686 | 4.27686 | 2.3 | 7000 | 0.000918 | 5.90940306 |
| 8.10E+05 | 5.908485019 | -1.29 | 0.35 | 3.13807 | 4.13807 | 2.3 | 7000 | -0.000114 | 5.90837064 |
| 1.20E+06 | 6.0791812 | -1.65 | 0.35 | 3.47006 | 4.47006 | 2.3 | 7000 | 1.99E-05 | 6.07920112 |
| 1.20E+06 | 6.079181246 | -1.29 | 0.35 | 3.32585 | 4.32585 | 2.3 | 7000 | 2.12E-05 | 6.07920245 |

 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 : HATILLO

RUTA: A3

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|---------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| 1.70E+06 | 6.23044892 | -1.65 | 0.35 | 4.57202 | 5.57202 | 2.3 | 3500 | -0.000348 | 6.23010085 |
| 1.70E+06 | 6.23044892 | -1.29 | 0.35 | 4.39399 | 5.39399 | 2.3 | 3500 | -0.000362 | 6.23008717 |
| 2.30E+06 | 6.3617278 | -1.65 | 0.35 | 4.76322 | 5.76322 | 2.3 | 3500 | -0.000221 | 6.36150695 |
| 2.30E+06 | 6.3617278 | -1.29 | 0.35 | 4.57976 | 5.57976 | 2.3 | 3500 | -0.000227 | 6.36150048 |
| 1.70E+06 | 6.2304489 | -1.65 | 0.35 | 3.95267 | 4.95267 | 2.3 | 5500 | -0.000408 | 6.23004047 |
| 1.70E+06 | 6.2304489 | -1.29 | 0.35 | 3.79295 | 4.79295 | 2.3 | 5500 | -0.00043 | 6.2300186 |
| 2.30E+06 | 6.3617278 | -1.65 | 0.35 | 4.12459 | 5.12459 | 2.3 | 5500 | -0.000253 | 6.36147489 |
| 2.30E+06 | 6.36172784 | -1.29 | 0.35 | 3.95965 | 4.95965 | 2.3 | 5500 | -0.000266 | 6.36146149 |
| 1.70E+06 | 6.2304489 | -1.65 | 0.35 | 3.64913 | 4.64913 | 2.3 | 7000 | -0.000446 | 6.23000259 |
| 1.70E+06 | 6.230448921 | -1.29 | 0.35 | 3.49896 | 4.49896 | 2.3 | 7000 | -0.000504 | 6.22994486 |
| 2.30E+06 | 6.3617278 | -1.65 | 0.35 | 3.811 | 4.811 | 2.3 | 7000 | -0.000281 | 6.36144659 |
| 2.30E+06 | 6.361727836 | -1.29 | 0.35 | 3.6557 | 4.6557 | 2.3 | 7000 | -0.000296 | 6.36143189 |

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.4 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A4

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|---------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| 3.00E+06 | 6.47712125 | -1.65 | 0.35 | 5.84792 | 6.84792 | 2.3 | 2000 | -8.57E-06 | 6.47711268 |
| 3.00E+06 | 6.47712125 | -1.29 | 0.35 | 5.63396 | 6.63396 | 2.3 | 2000 | -8.71E-06 | 6.47711254 |
| 3.00E+06 | 6.47712125 | -0.84 | 0.35 | 5.37658 | 6.37658 | 2.3 | 2000 | 0.000981 | 6.47810263 |
| 3.00E+06 | 6.47712125 | -0.68 | 0.35 | 5.28526 | 6.28526 | 2.3 | 2000 | 9.23E-05 | 6.47721358 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -1.65 | 0.35 | 6.02687 | 7.02687 | 2.3 | 2000 | -6.56E-06 | 6.57977704 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -1.29 | 0.35 | 5.80783 | 6.80783 | 2.3 | 2000 | -6.63E-06 | 6.57977697 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -0.84 | 0.35 | 5.5428 | 6.5428 | 2.3 | 2000 | 3.2E-05 | 6.57981564 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -0.68 | 0.35 | 5.45091 | 6.45091 | 2.3 | 2000 | 9.28E-05 | 6.57987636 |
| | | | | | | | | | |
| 3.00E+06 | 6.4771213 | -1.65 | 0.35 | 4.73475 | 5.73475 | 2.3 | 4000 | -0.000392 | 6.47672948 |
| 3.00E+06 | 6.4771213 | -1.29 | 0.35 | 4.55207 | 5.55207 | 2.3 | 4000 | -0.000415 | 6.47670607 |
| 3.00E+06 | 6.4771213 | -0.84 | 0.35 | 4.3317 | 5.3317 | 2.3 | 4000 | 3.4E-05 | 6.47715526 |
| 3.00E+06 | 6.4771213 | -0.68 | 0.35 | 4.25478 | 5.25478 | 2.3 | 4000 | -0.000162 | 6.47695942 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -1.65 | 0.35 | 4.88766 | 5.88766 | 2.3 | 4000 | -0.000275 | 6.57950906 |
| 3.80E+06 | 6.57978360 | -1.29 | 0.35 | 4.70067 | 5.70067 | 2.3 | 4000 | -0.00029 | 6.57949344 |
| 3.80E+06 | 6.57978360 | -0.84 | 0.35 | 4.47485 | 5.47485 | 2.3 | 4000 | 3.32E-05 | 6.57981683 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -0.68 | 0.35 | 4.39692 | 5.39692 | 2.3 | 4000 | 0.000449 | 6.58023247 |
| | | | | | | | | | |
| 3.00E+06 | 6.4771213 | -1.65 | 0.35 | 4.16184 | 5.16184 | 2.3 | 6000 | -3.69E-05 | 6.47708435 |
| 3.00E+06 | 6.477121255 | -1.29 | 0.35 | 3.9958 | 4.9958 | 2.3 | 6000 | -4.18E-05 | 6.47707948 |
| 3.00E+06 | 6.477121255 | -0.84 | 0.35 | 3.79541 | 4.79541 | 2.3 | 6000 | 4.01E-05 | 6.4771614 |
| 3.00E+05 | 5.477121255 | -0.68 | 0.35 | 3.72573 | 4.72573 | 2.3 | 6000 | 0.999818 | 6.476939 |
| 3.80E+06 | 6.5797836 | -1.65 | 0.35 | 4.3009 | 5.3009 | 2.3 | 6000 | -1.25E-05 | 6.57977105 |
| 3.80E+06 | 6.579783597 | -1.29 | 0.35 | 4.13074 | 5.13074 | 2.3 | 6000 | -1.48E-05 | 6.57976877 |
| 3.80E+06 | 6.579783597 | -0.84 | 0.35 | 3.92521 | 4.92521 | 2.3 | 6000 | 3.84E-05 | 6.57982197 |
| 3.80E+05 | 5.579783597 | -0.68 | 0.35 | 3.85372 | 4.85372 | 2.3 | 6000 | 0.999823 | 6.579607 |

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (75, 80, 90 y 95%) S_o : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.5 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A5

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|----------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| | | | | | | | | | |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.65 | 0.35 | 4.654478 | 5.65448 | 2.3 | 2000 | -0.000868 | 5.7234081 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.29 | 0.35 | 4.474046 | 5.47405 | 2.3 | 2000 | -0.000917 | 5.72335896 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -0.84 | 0.35 | 4.257147 | 5.25715 | 2.3 | 2000 | 3.42E-05 | 5.72431006 |
| 7.60E+05 | 5.8808136 | -1.65 | 0.35 | 4.88649 | 5.88649 | 2.3 | 2000 | -0.000469 | 5.88034495 |
| 7.60E+05 | 5.8808136 | -1.29 | 0.35 | 4.699527 | 5.69953 | 2.3 | 2000 | -0.000493 | 5.88032091 |
| 7.60E+05 | 5.88081359 | -0.84 | 0.35 | 4.474046 | 5.47405 | 2.3 | 2000 | 4.54E-05 | 5.88085896 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.65 | 0.35 | 5.068473 | 6.06847 | 2.3 | 2000 | -0.000345 | 5.99965497 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.29 | 0.35 | 4.876406 | 5.87641 | 2.3 | 2000 | -0.000361 | 5.99963887 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -0.84 | 0.35 | 4.644437 | 5.64444 | 2.3 | 2000 | -1.17E-05 | 5.99998829 |
| | | | | | | | | | |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.65 | 0.35 | 3.720014 | 4.72001 | 2.3 | 4000 | -1.62E-05 | 5.72425964 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.29 | 0.35 | 3.567626 | 4.56763 | 2.3 | 4000 | -1.88E-05 | 5.72425709 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -0.84 | 0.35 | 3.384669 | 4.38467 | 2.3 | 4000 | 0.000489 | 5.72476472 |
| 7.60E+05 | 5.8808136 | -1.65 | 0.35 | 3.915858 | 4.91586 | 2.3 | 4000 | -0.000331 | 5.88048234 |
| 7.60E+05 | 5.8808136 | -1.29 | 0.35 | 3.757282 | 4.75728 | 2.3 | 4000 | -0.000349 | 5.88046455 |
| 7.60E+05 | 5.88081359 | -0.84 | 0.35 | 3.566856 | 4.56686 | 2.3 | 4000 | 0.000296 | 5.88110942 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.65 | 0.35 | 4.070576 | 5.07058 | 2.3 | 4000 | -0.000232 | 5.99976788 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.29 | 0.35 | 3.907267 | 4.90727 | 2.3 | 4000 | -0.000245 | 5.9997553 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -0.84 | 0.35 | 3.710492 | 4.71049 | 2.3 | 4000 | 4.46E-06 | 6.00000446 |
| | | | | | | | | | |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.65 | 0.35 | 3.242778 | 4.24278 | 2.3 | 6000 | -0.000971 | 5.72330507 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -1.29 | 0.35 | 3.107294 | 4.10729 | 2.3 | 6000 | -3.98E-06 | 5.72427189 |
| 5.30E+05 | 5.72427587 | -0.84 | 0.35 | 2.943281 | 3.94328 | 2.3 | 6000 | 3.56E-05 | 5.72431148 |
| 7.60E+05 | 5.8808136 | -1.65 | 0.35 | 3.419923 | 4.41992 | 2.3 | 6000 | -0.000251 | 5.88056289 |
| 7.60E+05 | 5.880813592 | -1.29 | 0.35 | 3.277377 | 4.27738 | 2.3 | 6000 | -0.00026 | 5.88055387 |
| 7.60E+05 | 5.88081359 | -0.84 | 0.35 | 3.106306 | 4.10631 | 2.3 | 6000 | 3.06E-05 | 5.88084423 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.65 | 0.35 | 3.559358 | 4.55936 | 2.3 | 6000 | -0.000167 | 5.99983281 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -1.29 | 0.35 | 3.412178 | 4.41218 | 2.3 | 6000 | -0.000175 | 5.99982541 |
| 1.00E+06 | 6.00000000 | -0.84 | 0.35 | 3.235312 | 4.23531 | 2.3 | 6000 | 2.67E-05 | 6.0000267 |

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (80, 90 y 95%) S_o : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.6 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A6

| W_{18} | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ | Z_R | S_o | SN | SN+1 | Δ PSI | M_R | Error | $\text{LOG}_{10}(W_{18})$ |
|----------|---------------------------|-------|-------|---------|---------|--------------|-------|-----------|---------------------------|
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.65 | 0.35 | 3.93047 | 4.93047 | 2.3 | 3000 | -1.69E-05 | 5.60204311 |
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.29 | 0.35 | 3.77147 | 4.77147 | 2.3 | 3000 | -1.79E-05 | 5.60204209 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 4.0563 | 5.0563 | 2.3 | 3000 | 7.49E-05 | 5.69904491 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.29 | 0.35 | 3.89344 | 4.89344 | 2.3 | 3000 | 7.89E-05 | 5.69904888 |
| 8.00E+05 | 5.90308999 | -1.65 | 0.35 | 4.33047 | 5.33047 | 2.3 | 3000 | -0.000185 | 5.90290509 |
| 8.00E+05 | 5.903089987 | -1.29 | 0.35 | 4.15944 | 5.15944 | 2.3 | 3000 | -0.000191 | 5.90289885 |
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.65 | 0.35 | 3.57213 | 4.57213 | 2.3 | 4000 | -1.93E-05 | 5.6020407 |
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.29 | 0.35 | 3.42454 | 4.42454 | 2.3 | 4000 | -2.03E-05 | 5.60203968 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 3.68901 | 4.68901 | 2.3 | 4000 | -1.53E-05 | 5.6989547 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.29 | 0.35 | 3.53762 | 4.53762 | 2.3 | 4000 | -1.62E-05 | 5.69895382 |
| 8.00E+05 | 5.90308999 | -1.65 | 0.35 | 3.94476 | 4.94476 | 2.3 | 4000 | -5.65E-05 | 5.90303345 |
| 8.00E+05 | 5.903089987 | -1.29 | 0.35 | 3.78531 | 4.78531 | 2.3 | 4000 | -5.98E-05 | 5.9030302 |
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.65 | 0.35 | 3.1112 | 4.1112 | 2.3 | 6000 | -0.000121 | 5.60193896 |
| 4.00E+05 | 5.60205999 | -1.29 | 0.35 | 2.97924 | 3.97924 | 2.3 | 6000 | -0.000123 | 5.60193677 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.65 | 0.35 | 3.21541 | 4.21541 | 2.3 | 6000 | -0.000571 | 5.69839946 |
| 5.00E+05 | 5.6989700 | -1.29 | 0.35 | 3.07983 | 4.07983 | 2.3 | 6000 | -0.000581 | 5.6983893 |
| 8.00E+05 | 5.90308999 | -1.65 | 0.35 | 3.44589 | 4.44589 | 2.3 | 6000 | -2.85E-05 | 5.90306145 |
| 8.00E+05 | 5.903089987 | -1.29 | 0.35 | 3.30248 | 4.30248 | 2.3 | 6000 | -2.98E-05 | 5.90306021 |

 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 5.7 : Análisis de fatiga.

Ruta : A1 (Alternativa 1)

| RUTA | E ₁ (kg/cm ²) | E ₂ (kg/cm ²) | U _{z : z=0} (pulg) | U _{z : z=0} (mm*10 ⁻²) | e _{t = (3.54)} | e _{c = (15.355)} | NF ₁ | ND |
|------|---|---|--------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------------|----------|
| A1 | 7042 | 28169 | 0.0325 | 82.550 | 1.15E-04 | 5.62E-04 | 3.79E+08 | 4.86E+05 |
| A1 | 7042 | 35211 | 0.0315 | 80.010 | 1.33E-04 | 5.16E-04 | 2.35E+08 | 7.12E+05 |
| A1 | 14085 | 28169 | 0.0296 | 75.184 | 6.08E-05 | 4.84E-04 | 1.71E+09 | 9.49E+05 |
| A1 | 14085 | 35211 | 0.0287 | 72.898 | 6.77E-05 | 4.45E-04 | 1.20E+09 | 1.38E+06 |

TABLA 5.8 : Análisis de fatiga.

Ruta : A1 (Alternativa 2)

| RUTA | E ₁ (kg/cm ²) | E ₂ (kg/cm ²) | U _{z : z=0} (pulg) | U _{z : z=0} (mm*10 ⁻²) | e _{t = (3.74)} | e _{c = (13.985)} | NF ₁ | ND |
|------|---|---|--------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------------|----------|
| A1 | 7042 | 28169 | 0.0335 | 85.090 | 1.13E-04 | 6.24E-04 | 4.02E+08 | 3.04E+05 |
| A1 | 7042 | 35211 | 0.0325 | 82.550 | 1.13E-04 | 5.72E-04 | 4.02E+08 | 4.49E+05 |
| A1 | 14085 | 28169 | 0.0303 | 76.962 | 5.50E-05 | 5.31E-04 | 2.38E+09 | 6.26E+05 |
| A1 | 14085 | 35211 | 0.0294 | 74.676 | 6.36E-05 | 4.88E-04 | 1.47E+09 | 9.14E+05 |

E₁ : módulo resiliente de la base (kg/cm²).E₂ : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm²).U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 423 kg/cm²

TABLA 5.9 : Análisis de fatiga.

Ruta : A2 (Alternativa 1)

| RUTA | E ₁ (kg/cm ²) | E ₂ (kg/cm ²) | U _{z : Z=0} (pulg) | U _{z : Z=0} (mm*10 ⁻²) | e _t = (3.74) | e _c = (18.315) | NF ₁ | ND |
|------|---|---|--------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------------|----------|
| A2 | 7042 | 28169 | 0.0364 | 92.456 | 1.00E-04 | 4.73E-04 | 6.01E+08 | 1.05E+06 |
| A2 | 7042 | 35211 | 0.0353 | 89.662 | 9.82E-05 | 4.32E-04 | 6.38E+08 | 1.58E+06 |
| A2 | 14085 | 28169 | 0.0334 | 84.836 | 5.40E-05 | 4.09E-04 | 2.53E+09 | 2.02E+06 |
| A2 | 14085 | 35211 | 0.0325 | 82.550 | 5.96E-05 | 3.76E-04 | 1.83E+09 | 2.94E+06 |

TABLA 5.10 : Análisis de fatiga.

Ruta : A2 (Alternativa 2)

| RUTA | E ₁ (kg/cm ²) | E ₂ (kg/cm ²) | U _{z : Z=0} (pulg) | U _{z : Z=0} (mm*10 ⁻²) | e _t = (3.94) | e _c = (16.535) | NF ₁ | ND |
|------|---|---|--------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------------|----------|
| A2 | 7042 | 28169 | 0.0358 | 90.932 | 9.13E-05 | 4.73E-04 | 8.11E+08 | 1.05E+06 |
| A2 | 7042 | 35211 | 0.0347 | 88.138 | 8.98E-05 | 4.27E-04 | 8.57E+08 | 1.66E+06 |
| A2 | 14085 | 28169 | 0.0328 | 83.312 | 4.73E-05 | 4.09E-04 | 3.91E+09 | 2.02E+06 |
| A2 | 14085 | 35211 | 0.0319 | 81.026 | 5.31E-05 | 3.71E-04 | 2.67E+09 | 3.12E+06 |

E₁ : módulo resiliente de la base (kg/cm²).E₂ : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm²).U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.11 : Análisis de fatiga.

Ruta : A3 (Alternativa 1)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_z : Z=0$ (pulg) | $U_z : Z=0$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (4.33)$ | $e_c = (18.505)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A3 | 7042 | 28169 | 0.034 | 86.360 | 7.25E-05 | 3.90E-04 | 1.73E+09 | 2.49E+06 |
| A3 | 7042 | 35211 | 0.0331 | 84.074 | 7.23E-05 | 3.53E-04 | 1.75E+09 | 3.90E+06 |
| A3 | 14085 | 28169 | 0.0311 | 78.994 | 3.46E-05 | 3.38E-04 | 1.09E+10 | 4.73E+06 |
| A3 | 14085 | 35211 | 0.0303 | 76.962 | 4.07E-05 | 3.08E-04 | 6.41E+09 | 7.18E+06 |

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.12 : Análisis de fatiga.

Ruta : A3 (Alternativa 2)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_z : Z=0$ (pulg) | $U_z : Z=0$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (3.94)$ | $e_c = (16.535)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A3 | 7042 | 28169 | 0.0291 | 73.914 | 8.28E-05 | 4.24E-04 | 1.12E+09 | 1.72E+06 |
| A3 | 7042 | 35211 | 0.0282 | 71.628 | 8.20E-05 | 3.84E-04 | 1.16E+09 | 2.67E+06 |
| A3 | 14085 | 28169 | 0.0282 | 71.628 | 4.35E-05 | 3.82E-04 | 5.15E+09 | 2.74E+06 |
| A3 | 14085 | 35211 | 0.0274 | 69.596 | 4.95E-05 | 3.48E-04 | 3.36E+09 | 4.15E+06 |

 E_1 : módulo resilente de la base (kg/cm²). E_2 : módulo resilente de la sub-base (kg/cm²). U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 423 kg/cm²

TABLA 5.13 : Análisis de fatiga.

Ruta : A4 (Alternativa 1)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_{z:z=0}$ (pulg) | $U_{z:z=0}$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (4.72)$ | $e_c = (18.895)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A4 | 7042 | 28169 | 0.0505 | 128.270 | 6.93E-05 | 4.40E-04 | 2.01E+09 | 1.45E+06 |
| A4 | 7042 | 35211 | 0.0493 | 125.222 | 6.92E-05 | 3.98E-04 | 2.02E+09 | 2.28E+06 |
| A4 | 14085 | 28169 | 0.0469 | 119.126 | 3.22E-05 | 3.84E-04 | 1.39E+10 | 2.67E+06 |
| A4 | 14085 | 35211 | 0.0458 | 116.332 | 3.85E-05 | 3.50E-04 | 7.69E+09 | 4.05E+06 |

Módulo de la sub-rasante = 176 kg/cm²

TABLA 5.14 : Análisis de fatiga.

Ruta : A4 (Alternativa 2)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_{z:z=0}$ (pulg) | $U_{z:z=0}$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (3.94)$ | $e_c = (18.115)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A4 | 7042 | 28169 | 0.0295 | 74.930 | 7.64E-05 | 3.77E-04 | 1.46E+09 | 2.90E+06 |
| A4 | 7042 | 35211 | 0.0286 | 72.644 | 7.52E-05 | 3.41E-04 | 1.54E+09 | 4.55E+06 |
| A4 | 14085 | 28169 | 0.027 | 68.580 | 4.00E-05 | 3.30E-04 | 6.78E+09 | 5.27E+06 |
| A4 | 14085 | 35211 | 0.0262 | 66.548 | 4.52E-05 | 3.01E-04 | 4.54E+09 | 7.95E+06 |

 E_1 : módulo resiliente de la base (kg/cm²). E_2 : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm²). U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

TABLA 5.15 : Análisis de fatiga.

Ruta : A5 (Alternativa 1)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_{z:Z=0}$ (pulg) | $U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²) | $e_{t=(3.54)}$ | $e_{c=(16.135)}$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A5 | 7042 | 28169 | 0.0393 | 99.822 | 1.07E-04 | 5.20E-04 | 4.81E+08 | 6.88E+05 |
| A5 | 7042 | 35211 | 0.038 | 96.520 | 1.03E-04 | 4.68E-04 | 5.45E+08 | 1.10E+06 |
| A5 | 14085 | 28169 | 0.0363 | 92.202 | 6.16E-05 | 4.53E-04 | 1.64E+09 | 1.28E+06 |
| A5 | 14085 | 35211 | 0.0353 | 89.662 | 6.57E-05 | 4.11E-04 | 1.33E+09 | 1.97E+06 |

Módulo de la sub-rasante = 282 kg/cm²

TABLA 5.16 : Análisis de fatiga.

Ruta : A5 (Alternativa 2)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_{z:Z=0}$ (pulg) | $U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²) | $e_{t=(3.15)}$ | $e_{c=(15.365)}$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A5 | 7042 | 28169 | 0.033 | 83.820 | 1.22E-04 | 5.41E-04 | 3.12E+08 | 5.76E+05 |
| A5 | 7042 | 35211 | 0.0319 | 81.026 | 1.17E-04 | 4.19E-04 | 3.59E+08 | 1.81E+06 |
| A5 | 14085 | 28169 | 0.0304 | 77.216 | 7.36E-05 | 4.74E-04 | 9.12E+08 | 1.04E+06 |
| A5 | 14085 | 35211 | 0.0295 | 74.930 | 7.72E-05 | 4.32E-04 | 7.79E+08 | 1.58E+06 |

 E_1 : módulo resiliente de la base (kg/cm²). E_2 : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm²). U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

TABLA 5.17 : Análisis de fatiga.

Ruta : A6 (Alternativa 1)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_z : z=0$ (pulg) | $U_z : z=0$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (3.54)$ | $e_c = (15.355)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A6 | 7042 | 28169 | 0.037 | 93.980 | 1.10E-04 | 5.37E-04 | 4.39E+08 | 5.96E+05 |
| A6 | 7042 | 35211 | 0.0359 | 91.186 | 1.06E-04 | 4.84E-04 | 4.96E+08 | 9.49E+05 |
| A6 | 14085 | 28169 | 0.0341 | 86.614 | 6.18E-05 | 4.66E-04 | 1.62E+09 | 1.12E+06 |
| A6 | 14085 | 35211 | 0.0331 | 84.074 | 6.66E-05 | 4.23E-04 | 1.27E+09 | 1.73E+06 |

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.18 : Análisis de fatiga.

Ruta : A6 (Alternativa 2)

| RUTA | E_1 (kg/cm ²) | E_2 (kg/cm ²) | $U_z : z=0$ (pulg) | $U_z : z=0$ (mm*10 ⁻²) | $e_t = (3.15)$ | $e_c = (14.965)$ | NF ₁ | ND |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------|
| A6 | 7042 | 28169 | 0.0349 | 88.646 | 1.34E-04 | 6.16E-04 | 2.29E+08 | 3.22E+05 |
| A6 | 7042 | 35211 | 0.0338 | 85.852 | 1.30E-04 | 5.61E-04 | 2.54E+08 | 4.90E+05 |
| A6 | 14085 | 28169 | 0.032 | 81.280 | 7.83E-05 | 5.35E-04 | 7.44E+08 | 6.06E+05 |
| A6 | 14085 | 35211 | 0.0311 | 78.994 | 8.33E-05 | 4.92E-04 | 6.07E+08 | 8.81E+05 |

 E_1 : módulo resiliente de la base (kg/cm²). E_2 : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm²). U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*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).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

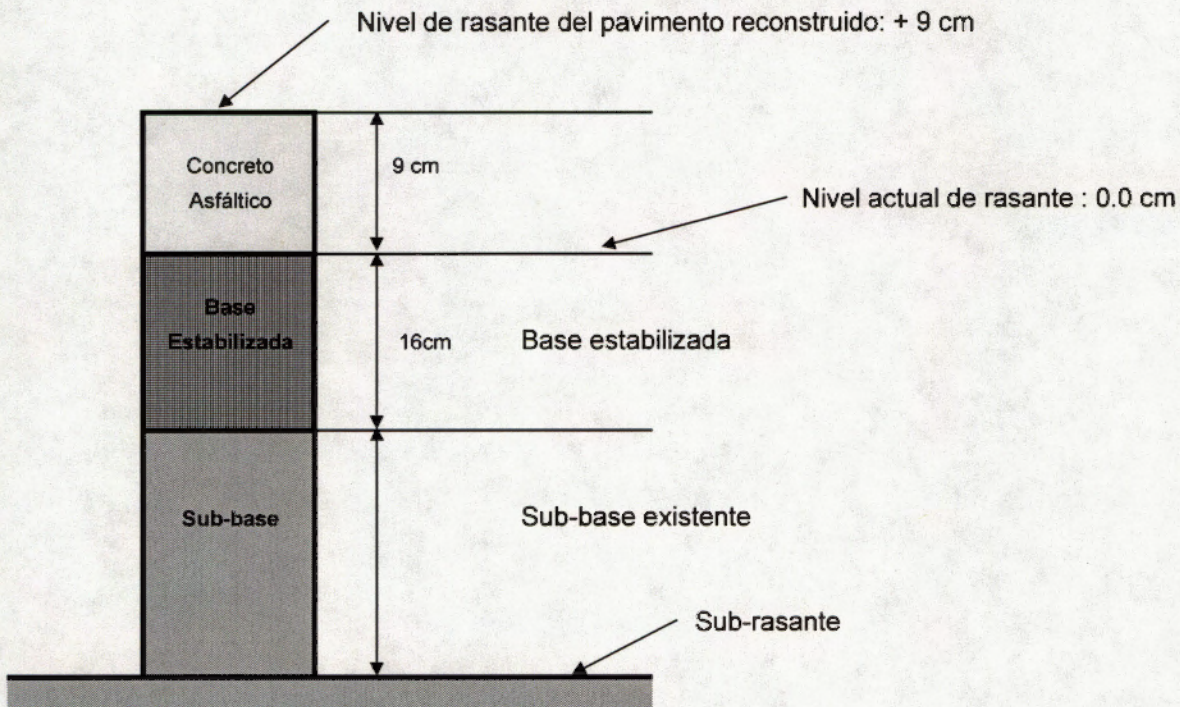
5.2 Diseño propuesto

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

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A1 : De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semaforos de Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar:

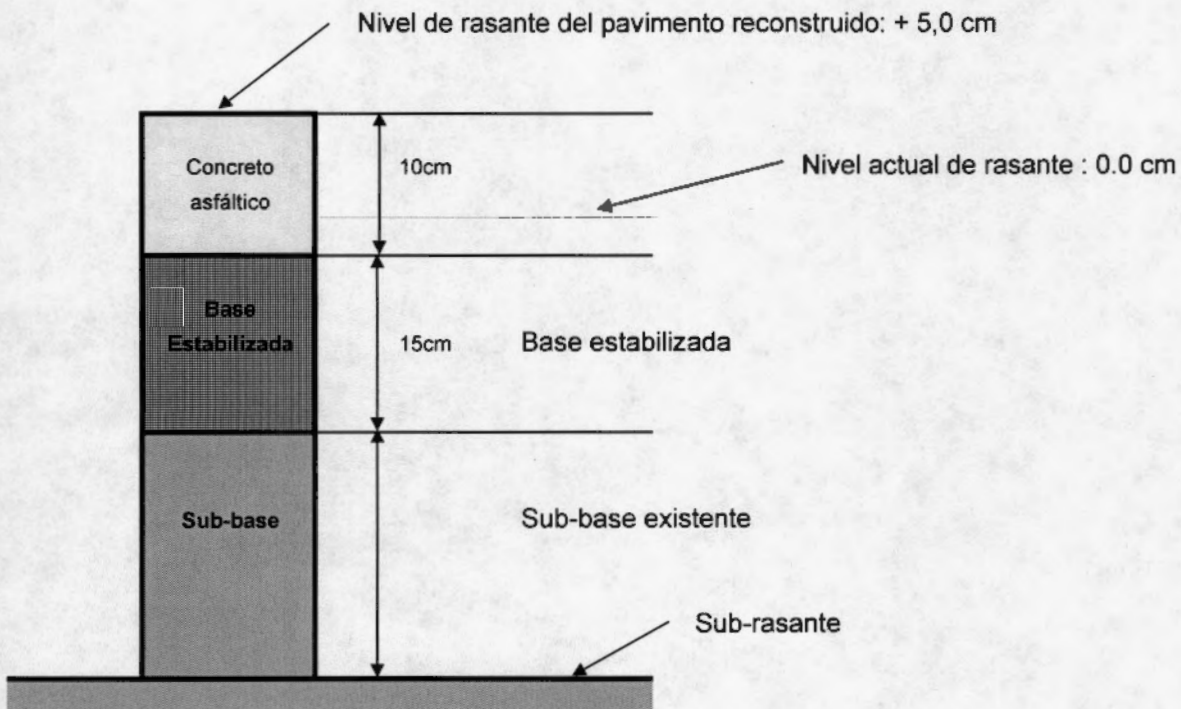
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 16 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9 cm.

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA A1 : De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semaforos de Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar :

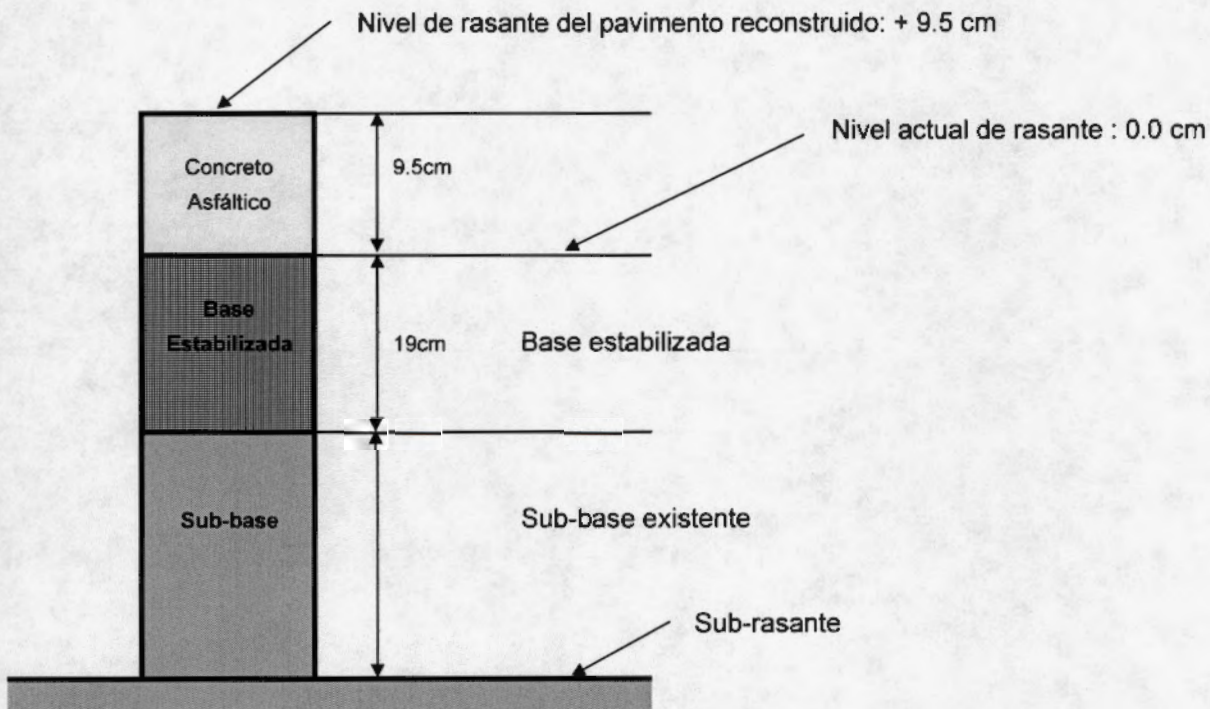
ALTERNATIVA 2

- Remover 5 cm del pavimento existente.
- Escarificar y estabilizar 15 cm del pavimento existente.
- Colocar 10,0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 5,0 cm.

PERFIL TÍPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A2 : Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación),
haci a el norte, hasta el límite con Hatillo 2

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar:

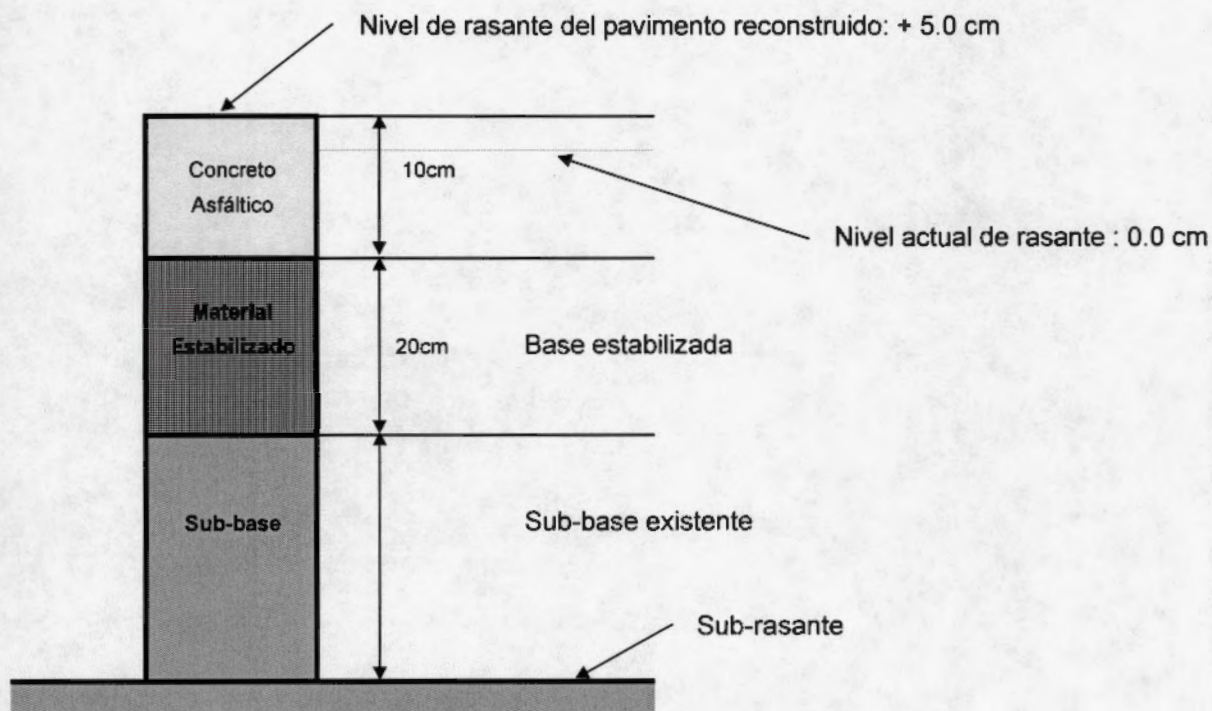
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 19 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.5 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9.5 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA A2 : Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación),
haci a el norte, hasta el límite con Hatillo 2**

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

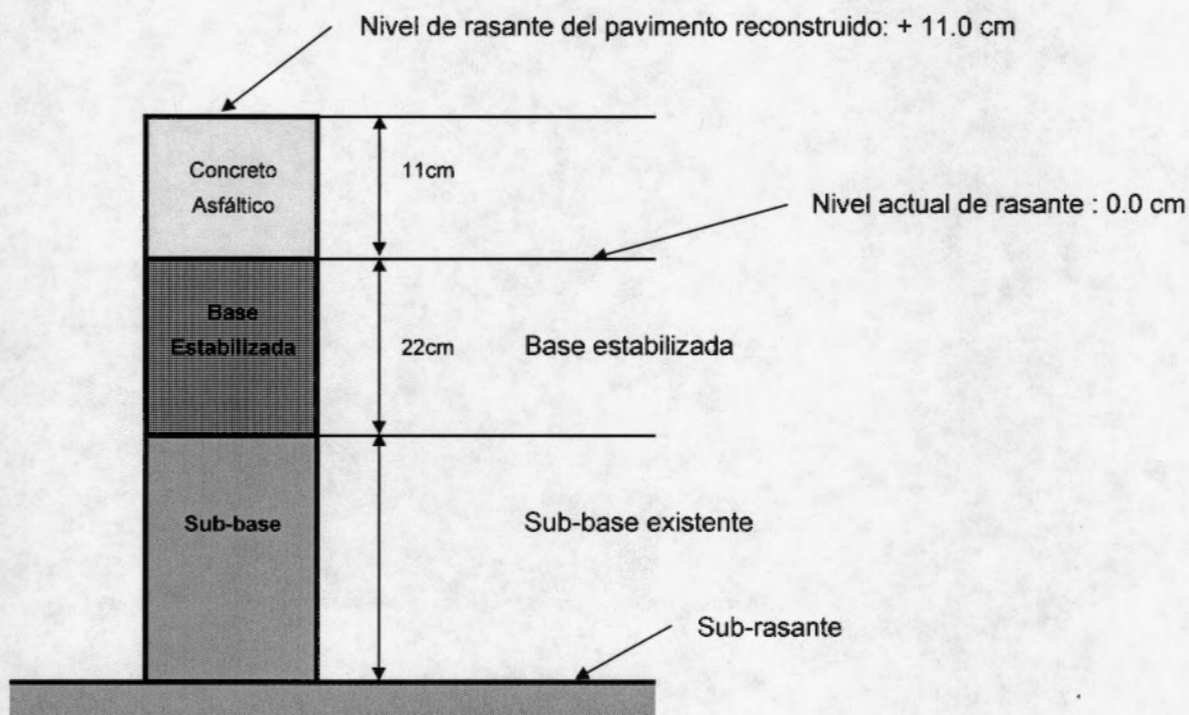
ALTERNATIVA 2

- Escarificar 5 cm del pavimento existente.
- Escarificar y estabilizar 20 cm de base estabilizada.
- Colocar 10.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 5.0 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A3 : De la soda La Irma hacia el este

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

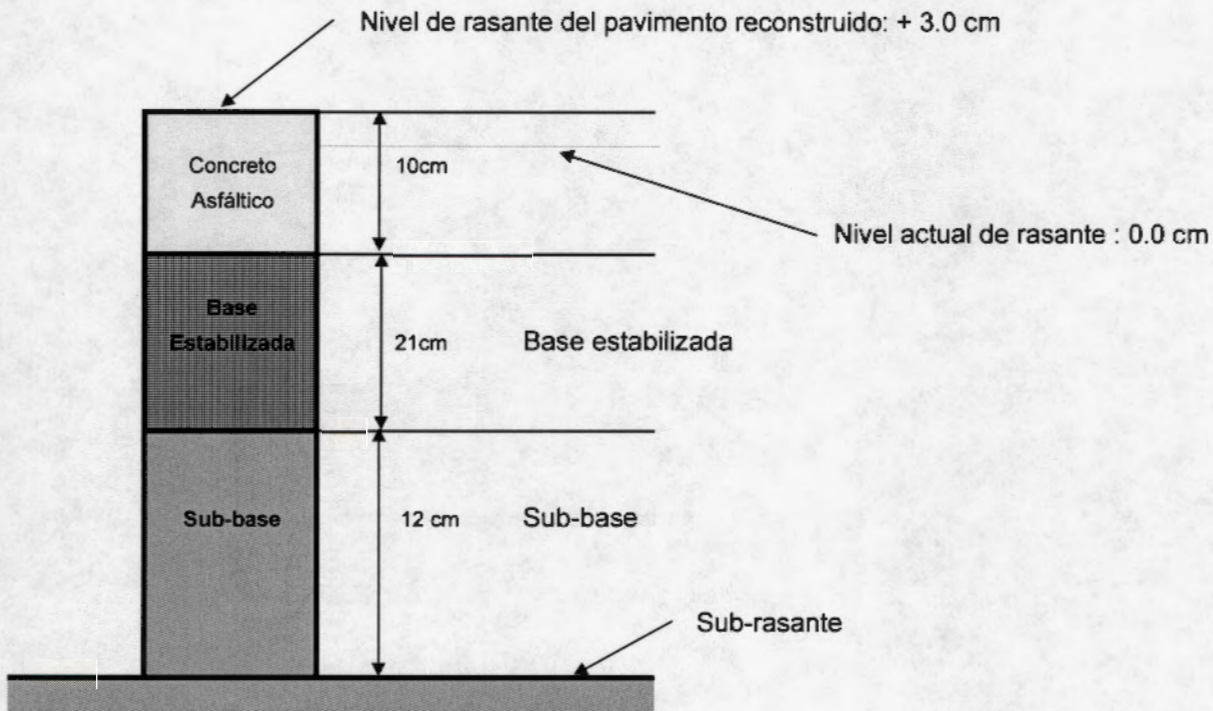
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 22 cm del pavimento existente.
- Colocar 11.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 11.0 cm.

PERFIL TIPOICO DEL PAVIMENTO

RUTA A3 : De la soda La Irma hacia el este

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

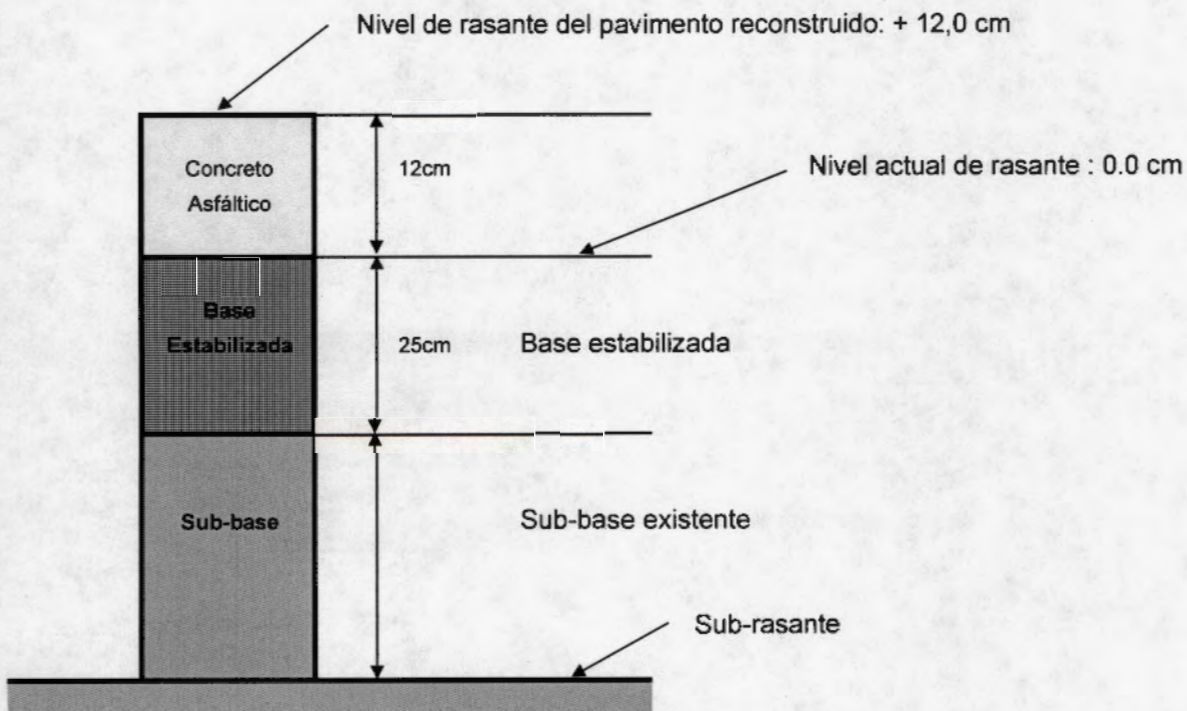
ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Colocar 12 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 21 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 3.0 cm.

PERFIL TÍPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A4 : Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (Hatillo 3)

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

ALTERNATIVA 1

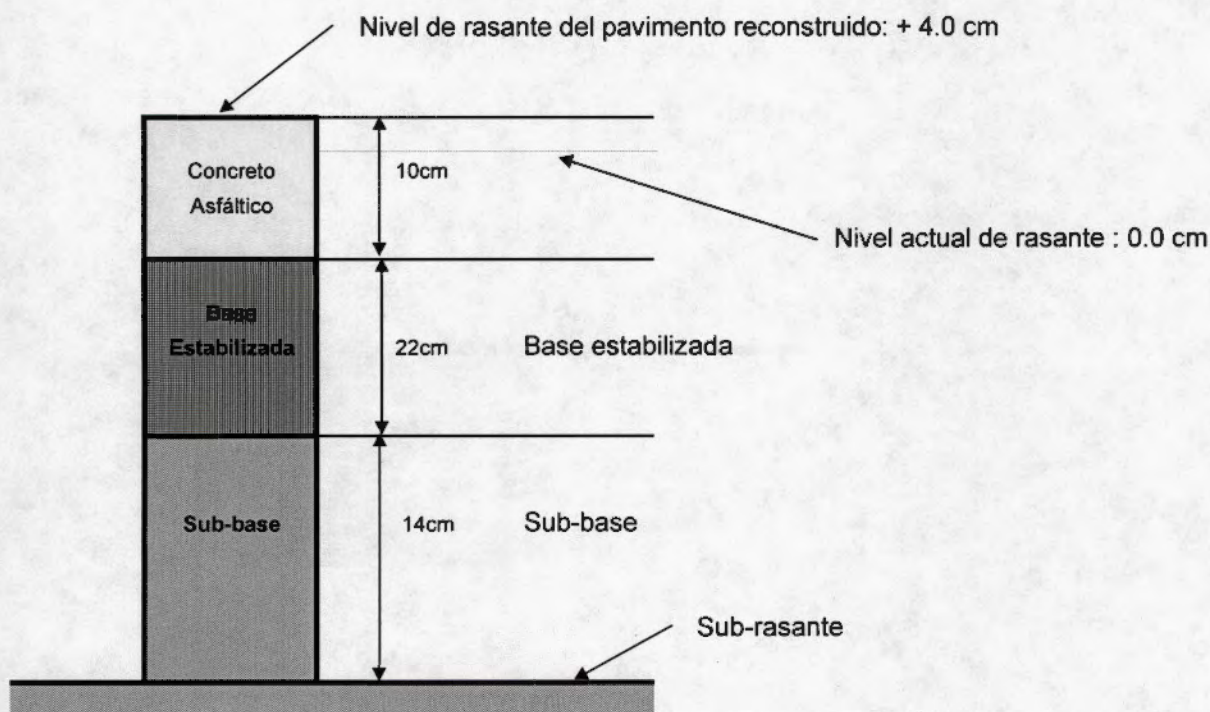
- Escarificar y estabilizar 25 cm del pavimento existente.
- Colocar 12.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 12.0 cm.

NOTA: Debido a la mala calidad de la sub-rasante, este diseño cumple para un nivel de confianza próximo al 80%. Además el nivel de rasante sube considerablemente (12.5cm).

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A4 : Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (Hatillo 3)

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 42 cm.
- Colocar y conformar 14 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 22 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 4.0 cm.

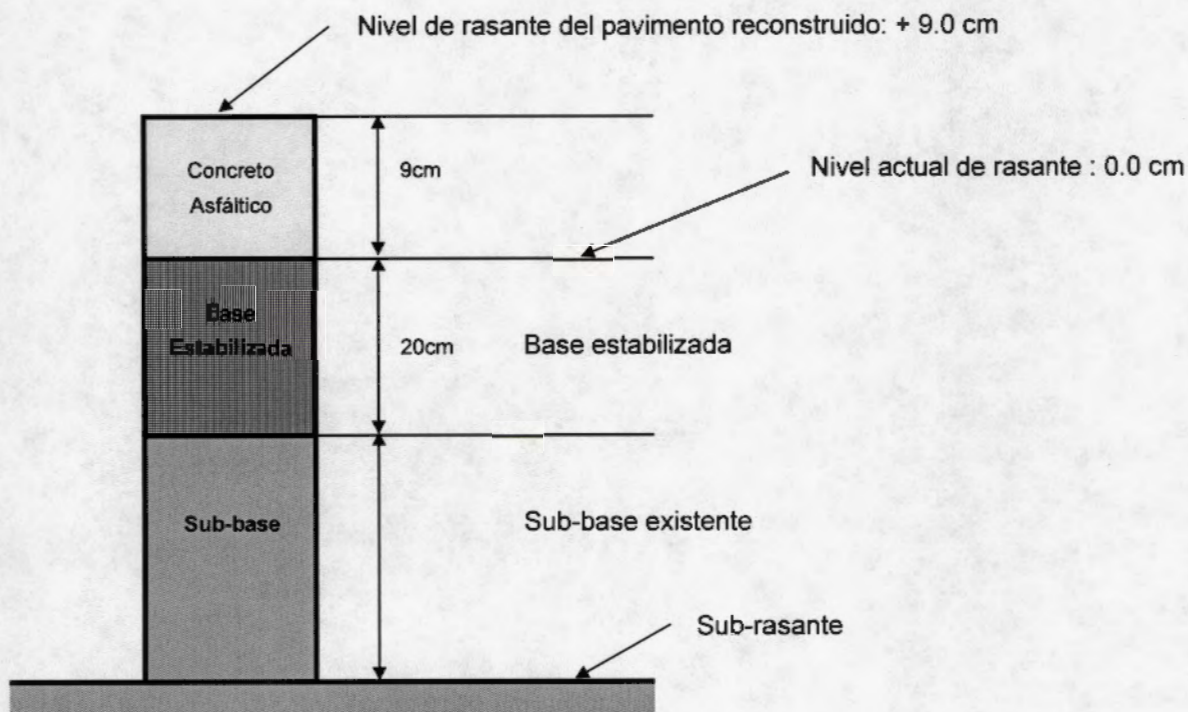
NOTA: a-) Debido a la mala calidad de la sub-rasante en esta vía, debe seguirse rigurosamente las indicaciones que al respecto se señalan en el capítulo 7.

b-) Este diseño tiene un nivel de confianza próximo al 90%, en contraposición con la alternativa N° 1

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A5 : De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

ALTERNATIVA 1

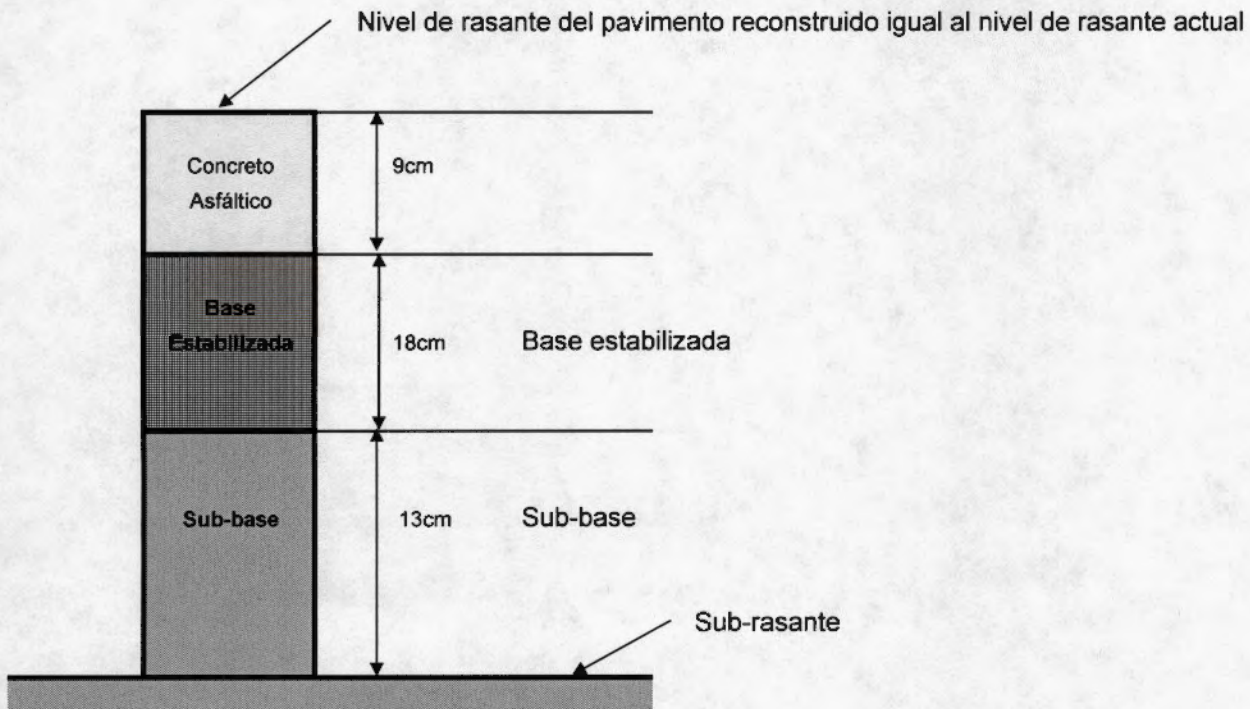
- Escarificar y estabilizar 20 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9.0 cm.

NOTA: Debido a la mala calidad de la sub-rasante, este diseño cumple para un nivel de confianza próximo al 80%.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A5 : De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Colocar y conformar 13 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 18 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 9 cm.
- El nivel de rasante actual no cambia.

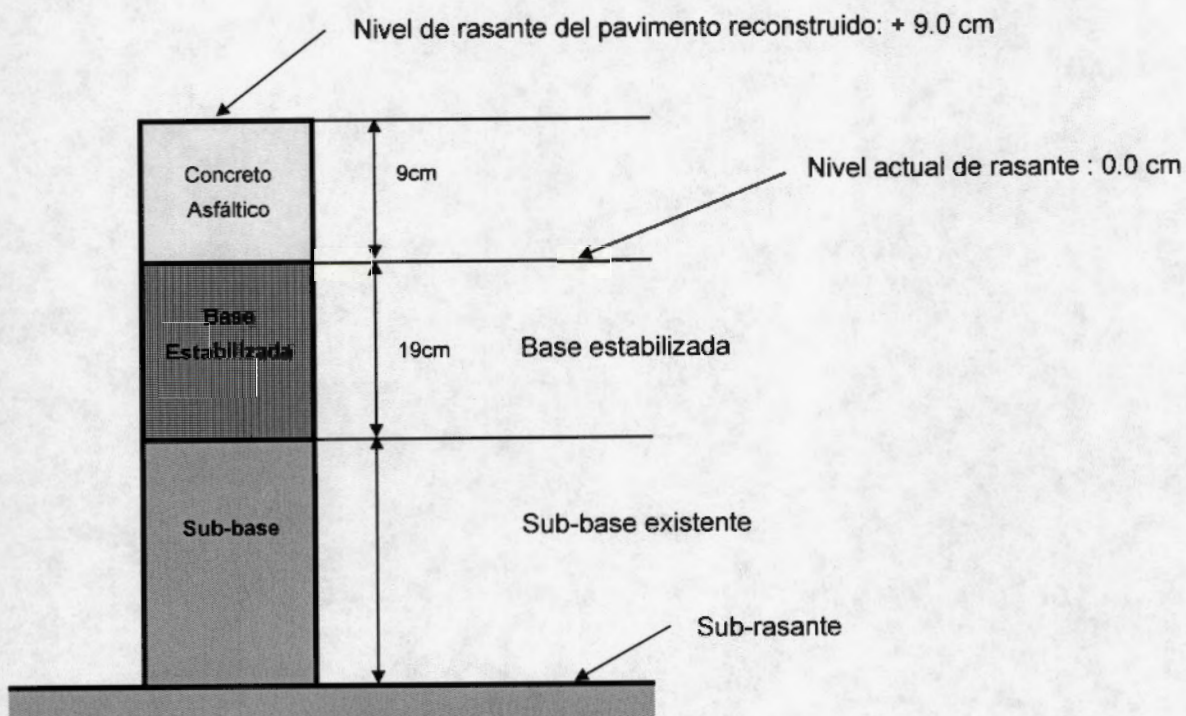
NOTA: a-) Debido a la mala calidad de la sub-rasante en esta vía, debe seguirse rigurosamente las indicaciones que al respecto se señalan en el capítulo 7.

b-) Este diseño tiene un nivel de confianza próximo al 90%, en contraposición con la alternativa N° 1

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A6 : De la taquería Costa Rica hacia el este.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

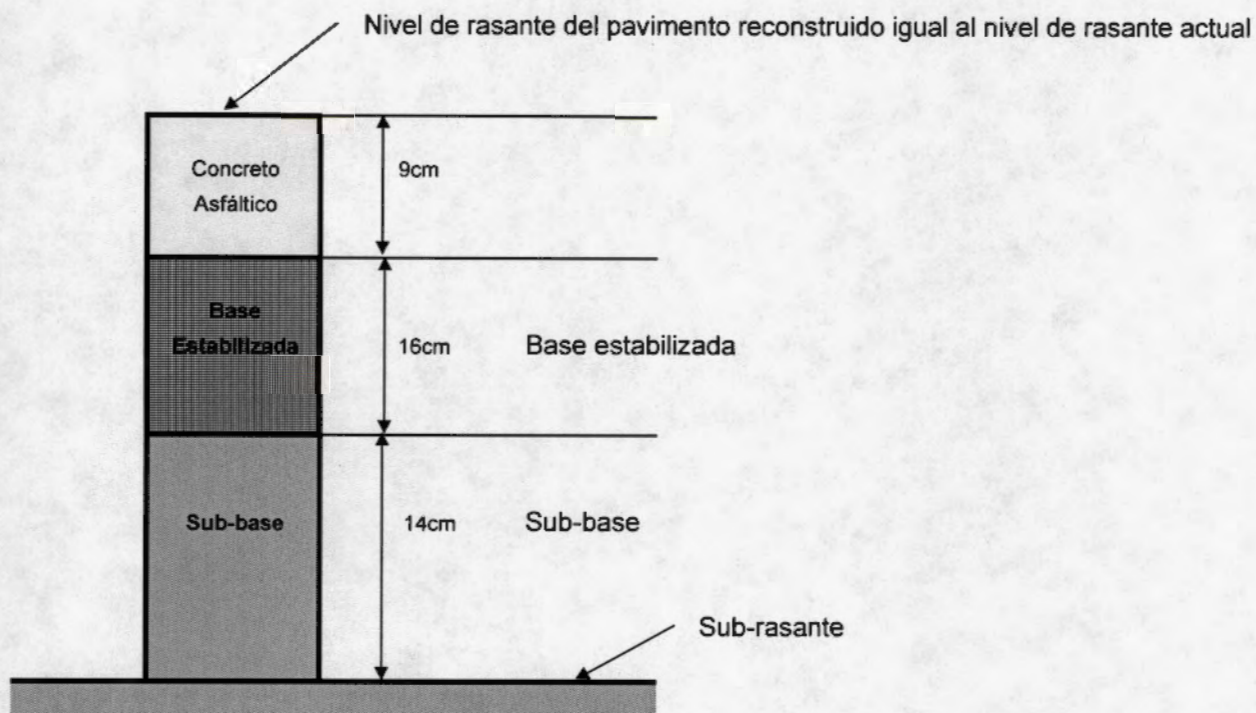
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 19 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante (sube + 9.0 cm).

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA A6 : De la taquería Costa Rica hacia el este.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 39 cm.
- Colocar y conformar 14 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 16.0 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 9 cm.
- El nivel de rasante actual no cambia.

6. CUADRO DE CANTIDADES

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

| RUTA : A1 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 8913 | 0.16 | 1426 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 8913 | 0.09 | 802 |

| RUTA : A1 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Remoción del pavimento existente | | 8913 | 0.05 | 446 |
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 8913 | 0.15 | 1337 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 8913 | 0.1 | 891 |

| RUTA : A2 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 15190 | 0.19 | 2886 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 15190 | 0.095 | 1443 |

| RUTA : A2 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Remoción del pavimento existente | | 15190 | 0.05 | 760 |
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 15190 | 0.2 | 3038 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 15190 | 0.1 | 1519 |

| RUTA : A3 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 8472 | 0.22 | 1864 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 8472 | 0.11 | 932 |

| RUTA : A3 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Excavación | | 8472 | 0.4 | 3389 |
| Colocación y conformación de sub-base | | 8472 | 0.12 | 1017 |
| Colocación y conformación de base estabilizada | | 8472 | 0.21 | 1779 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 8472 | 0.1 | 847 |

| RUTA : A4 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 14885 | 0.25 | 3721 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 14885 | 0.12 | 1786 |

| RUTA : A4 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Excavación | | 14885 | 0.42 | 6252 |
| Colocación y conformación de sub-base | | 14885 | 0.14 | 2084 |
| Colocación y conformación de base estabilizada | | 14885 | 0.22 | 3275 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 14885 | 0.1 | 1489 |

| RUTA : A5 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 6020 | 0.2 | 1204 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 6020 | 0.09 | 542 |

| RUTA : A5 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Excavación | | 6020 | 0.4 | 2408 |
| Colocación y conformación de sub-base | | 6020 | 0.13 | 783 |
| Colocación y conformación de base estabilizada | | 6020 | 0.18 | 1084 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 6020 | 0.09 | 542 |

| RUTA : A6 | ALTERNATIVA 1 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Escarificación y estabilización de pavimento existente | | 4045 | 0.19 | 769 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 4045 | 0.09 | 364 |

| RUTA : A6 | ALTERNATIVA 2 | area (m ²) | espesor (m) | cantidad (m ³) |
|--|---------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| Excavación | | 4045 | 0.39 | 1578 |
| Colocación y conformación de sub-base | | 4045 | 0.14 | 566 |
| Colocación y conformación de base estabilizada | | 4045 | 0.16 | 647 |
| Colocación y conformación de capa asfáltica | | 4045 | 0.09 | 364 |

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

ZONA : HATILLO**RUTA : A1****FECHA : 3-5-97**

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|--------------------------------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | Cordón del caño en malas condiciones |
| 8.1 | 250 | 2025 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 250 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.05 | 250 | 2013 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 500 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.15 | 300 | 2445 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 800 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.1 | 300 | 2430 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 1100 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 1100 | 8913 | | | |

ZONA : HATILLO**RUTA : A2****FECHA : 3-5-97**

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|---------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 150 | 1200 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 150 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 10.5 | 150 | 1575 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 300 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.1 | 200 | 1620 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 500 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 200 | 1600 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 700 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 6.2 | 900 | 5580 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 1600 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 300 | 2400 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 1900 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.1 | 150 | 1215 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 2050 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 2050 | 15190 | | | |

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A3

FECHA : 3-5-97

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|---------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 11.05 | 100 | 1105 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 100 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 11.05 | 300 | 3315 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 400 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 11.3 | 200 | 2260 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 600 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 11.2 | 160 | 1792 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 760 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 760 | 8472 | | | |

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A4

FECHA : 3-5-97

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.55 | 100 | 855 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 100 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 7.9 | 50 | 395 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 150 | Cordón ambos lados de la vía | Calle ampliada, Id, de 8,5 m |
| 7.9 | 50 | 395 | | Cordón ambos lados de la vía | mide 70 m |
| | | | 200 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 7.9 | 100 | 790 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 300 | Cordón ambos lados de la vía | Semaforos: comienza |
| 17.6 | 250 | 4400 | | Cordón ambos lados de la vía | boulevard 2 carriles, con isla |
| | | | 550 | Cordón ambos lados de la vía | de 6 m al centro |
| 17.6 | 250 | 4400 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 800 | Cordón ambos lados de la vía | Bahía para bus 6m (50m) |
| 17.6 | 150 | 2640 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 950 | Cordón ambos lados de la vía | Ampliación para giro |
| 20.2 | 50 | 1010 | | Cordón ambos lados de la vía | izquierdo |
| | | | 1000 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 1000 | 14885 | | | |

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

ZONA : HATILLO**RUTA : A5****FECHA : 3-5-97**

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|----------------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | Ampliación para giro |
| 20.2 | 100 | 2020 | | Cordón ambos lados de la vía | izquierdo (50 m) |
| | | | 100 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 100 | 800 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 200 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 80 | 640 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 280 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 20 | 160 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 300 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 150 | 1200 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 450 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8 | 150 | 1200 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 600 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 600 | 6020 | | | |

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

ZONA : HATILLO**RUTA : A6****FECHA : 3-5-97**

| ANCHO CALZADA (m) | LARGO (m) | AREA (m ²) | ESTACION | CARACTERISTICAS | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------|---------------------------|----------|------------------------------|--------------------------|
| | | | 0 | Cordón ambos lados de la vía | Cordón del caño en malas |
| 8.1 | 200 | 1620 | | Cordón ambos lados de la vía | condiciones |
| | | | 200 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.05 | 200 | 1610 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 400 | Cordón ambos lados de la vía | |
| 8.15 | 100 | 815 | | Cordón ambos lados de la vía | |
| | | | 500 | Cordón ambos lados de la vía | |
| TOTALES | 500 | 4045 | | | |

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), en general los pavimentos en estas rutas muestran un déficit importante de capacidad estructural. La ruta A1 es la que presenta mejores condiciones estructurales en el ensayo deflectométrico, no obstante la deflexión característica es mayor a $170 \text{ mm} \cdot 10^{-2}$.

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 (arcillas de alta plasticidad, materiales de mala graduación, capas granulares contaminadas con arcilla, inexistencia de algunas de las capas, etc).

3. En algunos sondeos solo se detectó una capa de base entre la sub-rasante y la capa asfáltica, construida con materiales fuera de especificación.

4. Los problemas más típicos que se detectaron a nivel de la sub-rasante en algunos sondeos fueron: falta de compactación, baja capacidad de soporte 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.
- Contaminación por finos arcillosos.
- Falta de compactación.

7. A nivel de base se encontró :

- Capas de poco espesor.
- En algunos casos se construyeron bases de lastre (tobas).
- Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, escasa compactación.
- Contaminación por finos arcillosos.
- Capas estabilizadas severamente agrietadas.

8. Capa asfáltica :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de espesor variable. El pavimento asfáltico muestra condiciones avanzadas de oxidación, desprendimientos y agrietamiento severo, con algunas deficiencias de conformación y de drenaje superficial. El nivel de deterioro y de deformaciones superficiales que se observan en la ruta A4, concuerdan con la escasa capacidad estructural del pavimento existente.

9. En general en estas rutas se presentan variaciones importantes respecto a la calidad de la sub-rasante, a lo largo de las rutas se detectan sucesivos cambios en el tipo y calidad del suelo, especialmente con presencia de arcillas expansivas de alta plasticidad. Como se indica en el capítulo 5 (Diseño Estructural), la alternativa de rehabilitar los pavimentos estabilizando las capas superiores, sin profundizar a nivel de sub-rasante tiene implícito el riesgo de que en algún punto de la ruta se presente algún problema directamente asociado con el fenómeno de expansión y retracción de las arcillas expansivas o por contaminación y bombeo de finos altamente plásticos.

En general en estas rutas, por su avanzado deterioro, por su escasa capacidad estructural y por la calidad deficiente de los materiales que conforman el pavimento (incluida la sub-rasante), requieren de acciones de reconstrucción.

10. 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.

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

- Por la variabilidad de los espesores, podría eventualmente presentarse la situación de que el espesor que se debe escarificar supere el espesor total del pavimento existente, lo que implica que se estaría llegando a nivel de la sub-rasante, en cuyo caso deben tomarse en el sitio las medidas que corresponda.
- Como es imposible detectar por medio de los sondeos, todas las posibles situaciones que presentan las capas inferiores y la sub-rasante, la opción de rehabilitación deja la incertidumbre de que no se tiene certeza absoluta de la calidad y propiedades de los materiales a dicho nivel del pavimento, especialmente en el caso de arcillas expansivas.
- La opción de estabilización obliga a un detallado estudio en laboratorio que garantice el comportamiento adecuado de dicha estabilización en el largo plazo, especialmente cuando se tritura concreto asfáltico o capas estabilizadas, condición que debe garantizarse con un adecuado estudio de laboratorio y con un estricto control de calidad durante la ejecución de la obras, haciéndose cumplir todos los requerimientos de calidad de la base estabilizada, incluido la granulometría y la homogeneidad del proceso constructivo (espesores, humedad, compactación, dosificación de aditivo, etc).
- Se recomienda utilizar la cal como aditivo estabilizante para evitar el problema de grietas por retracción que presenta el cemento. Otras opciones de estabilización pueden ser consideradas, siempre que tengan el debido soporte de laboratorio y que cumplan con los requerimientos estructurales equivalentes a una base estabilizada con cemento tipo BE-35 del CR-77.

12. 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.

13. 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 :

- 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 lo tanto debe preverse un ítem para sustitución y conformación de sub-rasante. Teniendo en cuenta que en algunos sondeos se detectó arcilla expansiva en la sub-rasante, se debe mantenerse una rigurosa vigilancia durante el proceso constructivo para sustituir estos materiales por otros de aceptable calidad.

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

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

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

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

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

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

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

La sub-base

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

- Verificar que el espesor de sub-base existente cumpla con los requerimientos del diseño.
- Verificar que no se presenten zonas blandas, contaminadas con suelo de la sub-rasante, saturadas, etc. Todo esto debe ser reparado de forma apropiada, previo a la colocación de las capas superiores.
- Verificar que la sub-base tenga una graduación apropiada, según el CR-77 y eliminar 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 existente presenta deficiencias de calidad, pueden escogerse entre las siguientes opciones :
 - Readecuar los materiales existentes eliminando lo que incumple con las especificaciones y adicionar 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 hacerse los análisis de laboratorio que así lo demuestren.
- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento en el largo plazo.
- Debe tener un módulo resiliente mayor a 20000 kg/cm².
- Pueden aceptarse opciones de estabilización, siempre que demuestren igual o mejores propiedades en términos de : resistencia a compresión, módulo resiliente, durabilidad a largo plazo y contracción por fraguado.
- Si por alguna circunstancia no se alcanzan las resistencias especificadas el diseñar la estabilización con cal (caso de materiales granulares con escasa cantidad de finos), debe entonces diseñarse en laboratorio una opción equivalente de estabilización, por ejemplo utilizando cal y cemento en iguales proporciones (50% de cal y 50% de cemento).

- Debe tenerse en consideración que la sobre dosificación de estos aditivos hidráulicos incrementa el riesgo de agrietamiento por contracción.

Capa de rodamiento

Debe ser una mezcla densa, graduación B (CR-77), que cumpla con los siguientes requerimientos :

- 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%.
- Equivalente de arena mayor a 50.

Asfalto : debe cumplir con la normativa nacional vigente.

Disposiciones Adicionales

- Previo a realizar cualquier cambio de fuente de materiales, se debe proceder a formular el nuevo diseño de mezcla, y hasta tanto este sea aprobado, no se puede colocar mezcla asfáltica.
- No se pueden realizar cambios en el diseño de mezcla aprobado, a no ser que así lo apruebe la inspección del proyecto.
- Toda mezcla que sea calentada en planta a una temperatura que sobrepase en $\pm 10^{\circ}\text{C}$ respecto a la temperatura de mezclado, no se puede colocar en el proyecto.
- Las tolerancias máximas permisibles en la granulometría de la mezcla, respecto a las cantidades establecidas en el diseño de mezcla, son las siguientes:
 - a- Sobre la malla de 19mm (incluida esta) $\pm 5.0\%$.
 - b- Entre las mallas de 19mm a la N° 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 : RUTA A1

TABLA #1.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A1 =HATILLO 7 | | Cap. Máxima |
|---------------|-----|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 586 | |
| 1999 | | 615 |
| 2000 | | 646 |
| 2001 | | 678 |
| 2002 | | 712 |
| 2003 | | 748 |
| 2004 | | 785 |
| 2005 | | 825 |
| 2006 | | 866 |
| 2007 | | 909 |
| 2008 | | 955 |
| 2009 | | 1002 |
| 2010 | | 1052 |
| SUMATORIA | | 9794 |

TABLA #1.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 77.5 | 3.5 | 15 | 4 |

TABLA #1.3 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 | 1.39E+03 | 6.26E+04 | 1.88E+04 | 8.22E+04 | 1.65E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A1

TABLA #2.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A1 =HATILLO 7 | | Cap. Máxima |
|---------------|-----|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 586 | |
| 1999 | | 615 |
| 2000 | | 646 |
| 2001 | | 678 |
| 2002 | | 712 |
| 2003 | | 748 |
| 2004 | | 785 |
| 2005 | | 825 |
| 2006 | | 866 |
| 2007 | | 909 |
| 2008 | | 955 |
| 2009 | | 1002 |
| 2010 | | 1052 |
| SUMATORIA | | 9794 |

TABLA #2.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 78 | 5 | 12 | 5 |

TABLA #2.3 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 | 1.39E+03 | 8.94E+04 | 1.50E+04 | 1.03E+05 | 2.09E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #3.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A2= HATILLO 8 | | Cap. Máxima |
|---------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2317 | |
| 1999 | | 2433 |
| 2000 | | 2554 |
| 2001 | | 2682 |
| 2002 | | 2816 |
| 2003 | | 2957 |
| 2004 | | 3105 |
| 2005 | | 3260 |
| 2006 | | 3423 |
| 2007 | | 3594 |
| 2008 | | 3774 |
| 2009 | | 3963 |
| 2010 | | 4161 |
| SUMATORIA | | 38724 |

TABLA #3.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 82 | 4 | 8 | 6 |

TABLA #3.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

| FACTOR CAMION | 0.001 | 1 | 0.07 | 1.15 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIPO VEHICULO | LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS | TOTAL |
| EJES EQUIVALENTES | 5.80E+03 | 2.83E+05 | 3.96E+04 | 4.88E+05 | 8.16E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #4.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A2= HATILLO 8 | | Cap. Máxima |
|---------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2317 | |
| 1999 | | 2433 |
| 2000 | | 2554 |
| 2001 | | 2682 |
| 2002 | | 2816 |
| 2003 | | 2957 |
| 2004 | | 3105 |
| 2005 | | 3260 |
| 2006 | | 3423 |
| 2007 | | 3594 |
| 2008 | | 3774 |
| 2009 | | 3963 |
| 2010 | | 4161 |
| SUMATORIA | | 38724 |

TABLA #4.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 79 | 6 | 7 | 8 |

TABLA #4.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

| FACTOR CAMION | 0.001 | 1 | 0.07 | 1.15 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIPO VEHICULO | LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS | TOTAL |
| EJES EQUIVALENTES | 5.58E+03 | 4.24E+05 | 3.46E+04 | 6.50E+05 | 1.11E+06 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #5.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A2 = HATILLO 8-2 | | Cap. Máxima |
|------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2049 | |
| 1999 | | 2151 |
| 2000 | | 2259 |
| 2001 | | 2372 |
| 2002 | | 2491 |
| 2003 | | 2615 |
| 2004 | | 2746 |
| 2005 | | 2883 |
| 2006 | | 3027 |
| 2007 | | 3179 |
| 2008 | | 3338 |
| 2009 | | 3504 |
| 2010 | | 3680 |
| SUMATORIA | | 34245 |

TABLA #5.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 80.5 | 5 | 10 | 4.5 |

TABLA #5.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

| FACTOR CAMION | 0.001 | 1 | 0.07 | 1.15 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIPO VEHICULO | LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS | TOTAL |
| EJES EQUIVALENTES | 5.03E+03 | 3.12E+05 | 4.37E+04 | 3.23E+05 | 6.85E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA # 6.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A2 = HATILLO 8-2 | | Cap. Máxima |
|------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2049 | |
| 1999 | | 2151 |
| 2000 | | 2259 |
| 2001 | | 2372 |
| 2002 | | 2491 |
| 2003 | | 2615 |
| 2004 | | 2746 |
| 2005 | | 2883 |
| 2006 | | 3027 |
| 2007 | | 3179 |
| 2008 | | 3338 |
| 2009 | | 3504 |
| 2010 | | 3680 |
| SUMATORIA | | 34245 |

TABLA #6.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 76 | 6.5 | 12 | 5.5 |

TABLA #6.3 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 | 4.75E+03 | 4.06E+05 | 5.25E+04 | 3.95E+05 | 8.59E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A3

TABLA #7.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A3= HATILLO 2 | | Cap. Máxima |
|---------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 5414 | |
| 1999 | | 5685 |
| 2000 | | 5969 |
| 2001 | | 6267 |
| 2002 | | 6581 |
| 2003 | | 6910 |
| 2004 | | 7255 |
| 2005 | | 7618 |
| 2006 | | 7999 |
| 2007 | | 8399 |
| 2008 | | 8819 |
| 2009 | | 9260 |
| 2010 | | 9723 |
| SUMATORIA | | 90484 |

TABLA #7.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 76.5 | 5.5 | 15 | 3 |

TABLA #7.3 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 | 1.26E+04 | 9.08E+05 | 1.73E+05 | 5.70E+05 | 1.66E+06 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A3

TABLA #8.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A3= HATILLO 2 | | Cap. Máxima |
|---------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 5414 | |
| 1999 | | 5685 |
| 2000 | | 5969 |
| 2001 | | 6267 |
| 2002 | | 6581 |
| 2003 | | 6910 |
| 2004 | | 7255 |
| 2005 | | 7618 |
| 2006 | | 7999 |
| 2007 | | 8399 |
| 2008 | | 8819 |
| 2009 | | 9260 |
| 2010 | | 9723 |
| SUMATORIA | | 90484 |

TABLA #8.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 76 | 7 | 12 | 5 |

TABLA #8.3 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 | 1.26E+04 | 1.16E+06 | 1.39E+05 | 9.50E+05 | 2.26E+06 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A4

TABLA #9.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A4 =MAS X MENOS | | Cap. Máxima |
|-----------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 9415 | |
| 1999 | | 9886 |
| 2000 | | 10380 |
| 2001 | | 10899 |
| 2002 | | 11444 |
| 2003 | | 12017 |
| 2004 | | 12617 |
| 2005 | | 13248 |
| 2006 | | 13911 |
| 2007 | | 14606 |
| 2008 | | 15337 |
| 2009 | | 16103 |
| 2010 | | 16909 |
| SUMATORIA | | 157358 |

TABLA #9.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|-----|---------|
| 87 | 5.5 | 3.5 | 4 |

TABLA #9.3 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 | 2.50E+04 | 1.58E+06 | 7.04E+04 | 1.32E+06 | 3.00E+06 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A4

TABLA # 10.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A4 =MAS X MENOS | | Cap. Máxima |
|-----------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 9415 | |
| 1999 | | 9886 |
| 2000 | | 10380 |
| 2001 | | 10899 |
| 2002 | | 11444 |
| 2003 | | 12017 |
| 2004 | | 12617 |
| 2005 | | 13248 |
| 2006 | | 13911 |
| 2007 | | 14606 |
| 2008 | | 15337 |
| 2009 | | 16103 |
| 2010 | | 16909 |
| SUMATORIA | | 157358 |

TABLA #10.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|-----|---------|
| 83.5 | 6.5 | 4.5 | 5.5 |

TABLA #10.3 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 | 2.40E+04 | 1.87E+06 | 9.05E+04 | 1.82E+06 | 3.80E+06 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A5

TABLA #11.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A5 =SEMAFOROS OESTE | | Cap. Máxima |
|---------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2136 | |
| 1999 | | 2243 |
| 2000 | | 2355 |
| 2001 | | 2473 |
| 2002 | | 2596 |
| 2003 | | 2726 |
| 2004 | | 2862 |
| 2005 | | 3006 |
| 2006 | | 3156 |
| 2007 | | 3314 |
| 2008 | | 3479 |
| 2009 | | 3653 |
| 2010 | | 3836 |
| SUMATORIA | | 35699 |

TABLA #11.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 78.5 | 3.5 | 15 | 3 |

TABLA #11.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

| FACTOR CAMION | 0.001 | 1 | 0.07 | 1.15 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIPO VEHICULO | LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS | TOTAL |
| EJES EQUIVALENTES | 5.11E+03 | 2.28E+05 | 6.84E+04 | 2.25E+05 | 5.26E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A5

TABLA #12.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A5 =SEMAFOROS OESTE | | Cap. Máxima |
|---------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 2136 | |
| 1999 | | 2243 |
| 2000 | | 2355 |
| 2001 | | 2473 |
| 2002 | | 2596 |
| 2003 | | 2726 |
| 2004 | | 2862 |
| 2005 | | 3006 |
| 2006 | | 3156 |
| 2007 | | 3314 |
| 2008 | | 3479 |
| 2009 | | 3653 |
| 2010 | | 3836 |
| SUMATORIA | | 35699 |

TABLA #12.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 78 | 5 | 12 | 5 |

TABLA #12.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

| FACTOR CAMION | 0.001 | 1 | 0.07 | 1.15 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIPO VEHICULO | LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS | TOTAL |
| EJES EQUIVALENTES | 5.08E+03 | 3.26E+05 | 5.47E+04 | 3.75E+05 | 7.60E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A6

TABLA #13.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A6= TAQUERIA COSTA RICA | | Cap. Máxima |
|-------------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 1169 | |
| 1999 | | 1227 |
| 2000 | | 1289 |
| 2001 | | 1353 |
| 2002 | | 1421 |
| 2003 | | 1492 |
| 2004 | | 1567 |
| 2005 | | 1645 |
| 2006 | | 1727 |
| 2007 | | 1814 |
| 2008 | | 1904 |
| 2009 | | 1999 |
| 2010 | | 2099 |
| SUMATORIA | | 19537 |

TABLA #13.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 76.5 | 3.5 | 15 | 5 |

TABLA #13.3 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 | 2.73E+03 | 1.25E+05 | 3.74E+04 | 2.05E+05 | 3.70E+05 |

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A6

TABLA #14.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

| A6= TAQUERIA COSTA RICA | | Cap. Máxima |
|-------------------------|------|-------------|
| TPD | | |
| ANO | | 5% |
| 1998 | 1169 | |
| 1999 | | 1227 |
| 2000 | | 1289 |
| 2001 | | 1353 |
| 2002 | | 1421 |
| 2003 | | 1492 |
| 2004 | | 1567 |
| 2005 | | 1645 |
| 2006 | | 1727 |
| 2007 | | 1814 |
| 2008 | | 1904 |
| 2009 | | 1999 |
| 2010 | | 2099 |
| SUMATORIA | | 19537 |

TABLA #14.2 COMPOSICION VEHICULAR

| LIVIANOS | BUSES | CL | PESADOS |
|----------|-------|----|---------|
| 77 | 5 | 12 | 6 |

TABLA #14.3 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 | 2.75E+03 | 1.78E+05 | 3.00E+04 | 2.46E+05 | 4.57E+05 |

ANEXO 2**SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DEL
PAVIMENTO EXISTENTE Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A1

MUESTRA : H7

FECHA : 21-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|--|
| 7.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 12.0 | BASE | Lastre gris, muy compactado. Tamaño máximo = 3.75cm (1.5") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 71,6 #40 = 36,8 #200 = 14,5 |
| 45.0 | SUB-BASE | Lastre gris compactado, aparente ligera contaminación de finos plásticos. Tamaño máximo = 10.0 cm (4") |
| | SUB-RASANTE | Arcilla de plasticidad media, color café claro. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 2.4% CBR sitio > 7% LL = 52,5 #4 = 97,1 LP = 25,2 #40 = 92,4 IP = 27,3 #200 = 83,8 |

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: HATILLO

TRAMO : A1

MUESTRA : X63

FECHA : 22-10-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|--|
| 6.5 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 22.0 | BASE | Lastre gris medianamente compactado. Tamaño máximo = 6.25cm (2.5") |
| 0.0 | SUB-BASE | NO EXISTE |
| | SUB-RASANTE | Arcilla de alta plasticidad, color café con vetas negruzcas. CBR sitio = 3% |

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: HATILLO

TRAMO : A2

MUESTRA : H1

FECHA : 22-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 4.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, muy agrietado |
| 12.5 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 17.5 | SUB-BASE | <p>Lastre color gris - café medianamente compactado. Tamaño máximo = 11,25 cm (4.5").</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 33,7 #4 = 69,6 LP = 25,3 #40 = 45,4 IP = 8,4 #200 = 33,0</p> |
| | SUB-RASANTE | <p>Arcilla color café claro.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 4.5% CBR sitio = 3.2%</p> <p>LL = 42,7 #4 = 97,6 LP = 24,9 #40 = 87,6 IP = 17,8 #200 = 76,1</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: HATILLO

TRAMO : A2

MUESTRA : H8

FECHA : 22-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|--|
| 3.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 14.5 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 25.0 | SUB-BASE | Material fino color gris y compactado. Tamaño máximo = 6,25 cm (2,5"). Material = No plástico <div style="text-align: center;"> GRANUL. (%PAS) #4 = 69,9 #40 = 39,7 #200 = 20,8 </div> |
| | SUB-RASANTE | Arcilla café, de plasticidad media. <div style="text-align: center;"> LIMITES LL = 41,3 LP = 22,7 IP = 18,5 </div> <div style="text-align: right;"> CBR Lab= 4.2% CBR sitio = 5.5% </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: HATILLO

TRAMO : A3

MUESTRA : H3

FECHA : 22-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 10.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, muy agrietado |
| 10.0 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 11.0 | SUB-BASE | <p>Lastre gris, ligeramente café, aparente presencia de finos arcillosos, y medianamente compactado. Tamaño máximo = 7,5cm (3"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 65,2 #40 = 39,1 #200 = 24,3</p> |
| | SUB-RASANTE | <p>Arcilla limosa de color café, plasticidad media.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 3.1% CBR sitio > 7%</p> <p>LL = 52,5 #4 = 99,8 LP = 28,8 #40 = 96,9 IP = 23,6 #200 = 82,8</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: HATILLO

TRAMO : A4

MUESTRA : H4

FECHA : 22-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 4.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, muy agrietado |
| 7.0 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 26.0 | SUB-BASE | <p>Lastre color café claro a gris, aparente contaminación de finos arcillosos y medianamente compactado. Tamaño máximo = 7,5cm (3,0"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS) #4 = 66,0 #40 = 36,5 #200 = 22,9</p> |
| | SUB-RASANTE | <p>Arcilla expansiva de color gris, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 1.45% CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 90,9 #4 = 100 LP = 20,5 #40 = 98,7 IP = 70,4 #200 = 93,2</p> |

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A4

MUESTRA : X13

FECHA : 22-10-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 9.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 28.0 | BASE | Lastre gris fino, ligera contaminación con arcilla, medianamente compactado. Tamaño máximo = 5.0 cm (2.0") |
| 0.0 | SUB-BASE | NO EXISTE |
| | SUB-RASANTE | Arcilla gris de alta plasticidad. CBR sitio < 2% |

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

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

ZONA: HATILLO

TRAMO: A5

MUESTRA : H6

FECHA : 22-4-97

*Carrilera**Sondeo:*

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 4.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 5.5 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 32.0 | SUB-BASE | <p>Lastre fino, color gris claro y compactado. Tamaño máximo = 7,5 cm (3"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS) #4 = 59,6 #40 = 34,8 #200 = 21,3</p> |
| | SUB-RASANTE | <p>Arcilla expansiva de color gris, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 1.3% CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 93,0 #4 = 100 LP = 20,6 #40 = 98,5 IP = 72,4 #200 = 93,4</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: HATILLO

TRAMO : A5

MUESTRA : X65

FECHA : 22-10-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|---|
| 5.0 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 10.0 | BASE | Estabilizada, agrietada |
| 17.0 | SUB-BASE | Lastre gris compactado. Tamaño máximo = 11.25cm (4.5") |
| | SUB-RASANTE | Arcilla de alta plasticidad, color café con vetas grices. CBR sitio = 5.3% |

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: HATILLO

TRAMO : A6

MUESTRA : H5

FECHA : 23-4-97

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--------------|-------------|--|
| 5.5 | PAVIMENTO | Concreto asfáltico, agrietado |
| 8.5 | BASE | <p>Lastre café claro, medianamente compactado. Tamaño máximo = 12,5cm (5").</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 37,2 #4 = 38,9 LP = 32,3 #40 = 18,5 IP = 5,0 #200 = 11,9</p> |
| 24.0 | SUB-BASE | Material arcilloso de alta plasticidad, revuelto con lastre, predomina la arcilla y medianamente compactado. |
| | SUB-RASANTE | <p>Arcilla expansiva de color gris con vetas color café, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 76,7 #4 = 99,6 LP = 26,8 #40 = 96,5 IP = 49,9 #200 = 89,9</p> |

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 9 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

A-1

HUECO: H7

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

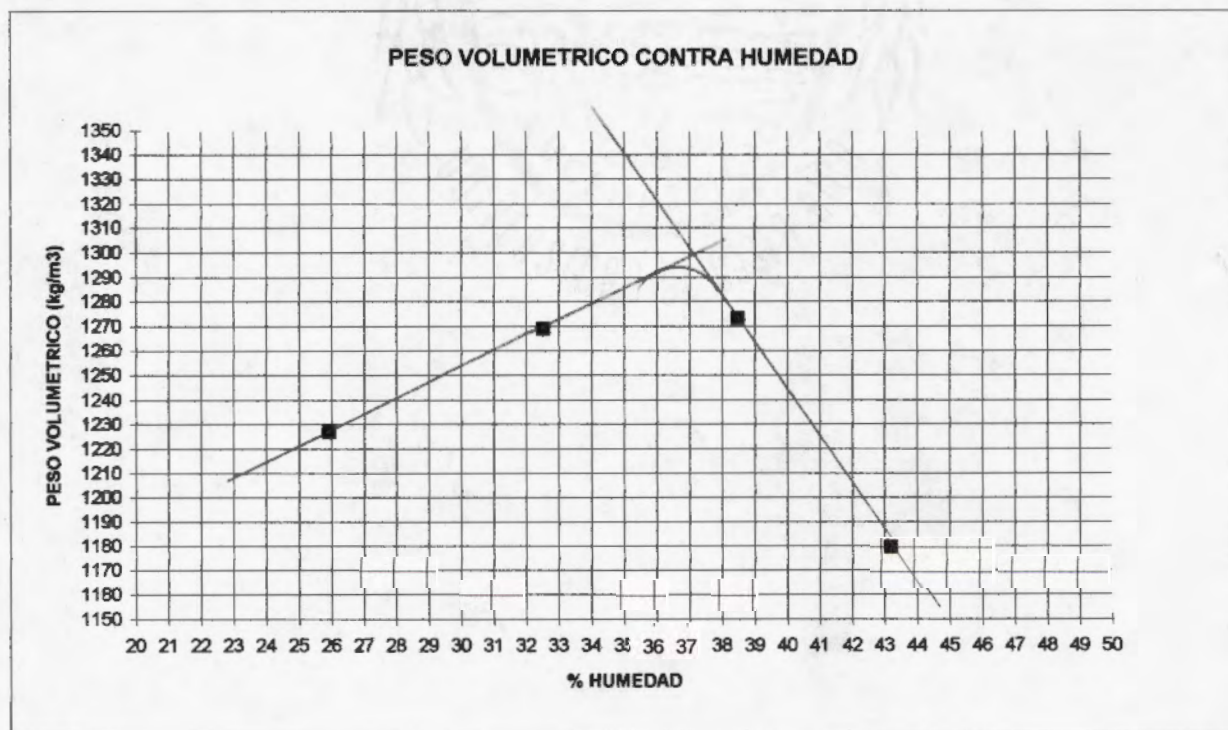
| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5799 | 5876 | 5808 | 5670 | | | |
| P molde | 4211 | 4211 | 4211 | 4211 | | | |
| Ww | 1588 | 1665 | 1597 | 1459 | | | |
| δ_w | 1682 | 1763 | 1691 | 1545 | | | |
| δ_s | 1269 | 1273 | 1180 | 1227 | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 7 | 22 | 16 | 9 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 468,6 | 531,6 | 530,9 | 409,3 |
| Ws + Wc | 384,8 | 413,4 | 408,2 | 351,2 |
| Ww | 83,8 | 118,2 | 122,7 | 58,1 |
| Wc | 127,2 | 106,4 | 124,9 | 127,3 |
| Ws | 257,6 | 307,0 | 283,3 | 223,9 |
| %W | 32,5 | 38,5 | 43,3 | 25,9 |

$$\delta_{max} = 1295 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 36.5 \%$$



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: A - 1 HUECO: #7
LOCALIZACION: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO

$\delta m = 1295$ $W_o = 36,5 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww | X m | X s | % C | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc | e | Ww | Ws | %W |
|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
| | | 10906 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | B | 7200 | 3706 | 1758 | 1294 | 99,9 | 24 | 284,5 | 236,4 | 105,2 | | 48,1 | 131,2 | 36,7 |
| | | 10543 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 21 | 7141 | 3402 | 1608 | 1183 | 91,4 | 4 | 288,9 | 247,2 | 125,3 | | 41,7 | 121,9 | 34,2 |
| | | 10297 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 32 | 7220 | 3077 | 1452 | 1069 | 82,5 | 28 | 311,8 | 255,7 | 103,4 | | 56,0 | 152,3 | 36,8 |
| | | | | | | | | | | | | | | 35,9 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|-------|------|----------------------|--------|--------|-----|-------------|-------|-------|-----|-------|
| | | | Lo | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| B | 8-may | 1:00 | 310,00 | 380,00 | 401,00 | - | 422,00 | 22,58 | 29,35 | - | 36,13 |
| 21 | 8-may | 1:00 | 374,00 | 451,00 | 451,00 | - | 458,00 | 20,59 | 20,59 | - | 22,46 |
| 32 | 8-may | 1:00 | 326,00 | 368,00 | 368,00 | - | 369,00 | 12,88 | 12,88 | - | 13,19 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

| MOLDE | Lo | 0,025 | 0,050 | 0,075 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,0 | 5,0 | 8,5 | 11,0 | 12,0 | 14,0 | 15,0 | 17,0 | 19,0 | 20,0 | 21,0 |
| B | 0,06 | 1,24 | 2,066 | 2,656 | 2,892 | 3,364 | 3,6 | 4,072 | 4,544 | 4,78 | 5,016 |
| | 0,0 | 2,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 |
| 21 | 0,06 | 0,65 | 1,004 | 1,122 | 1,24 | 1,476 | 1,712 | 1,948 | 2,066 | 2,184 | 2,302 |
| | 0,0 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 4,5 |
| 32 | 0,06 | 0,414 | 0,65 | 0,65 | 0,709 | 0,768 | 0,886 | 0,945 | 1,004 | 1,063 | 1,122 |

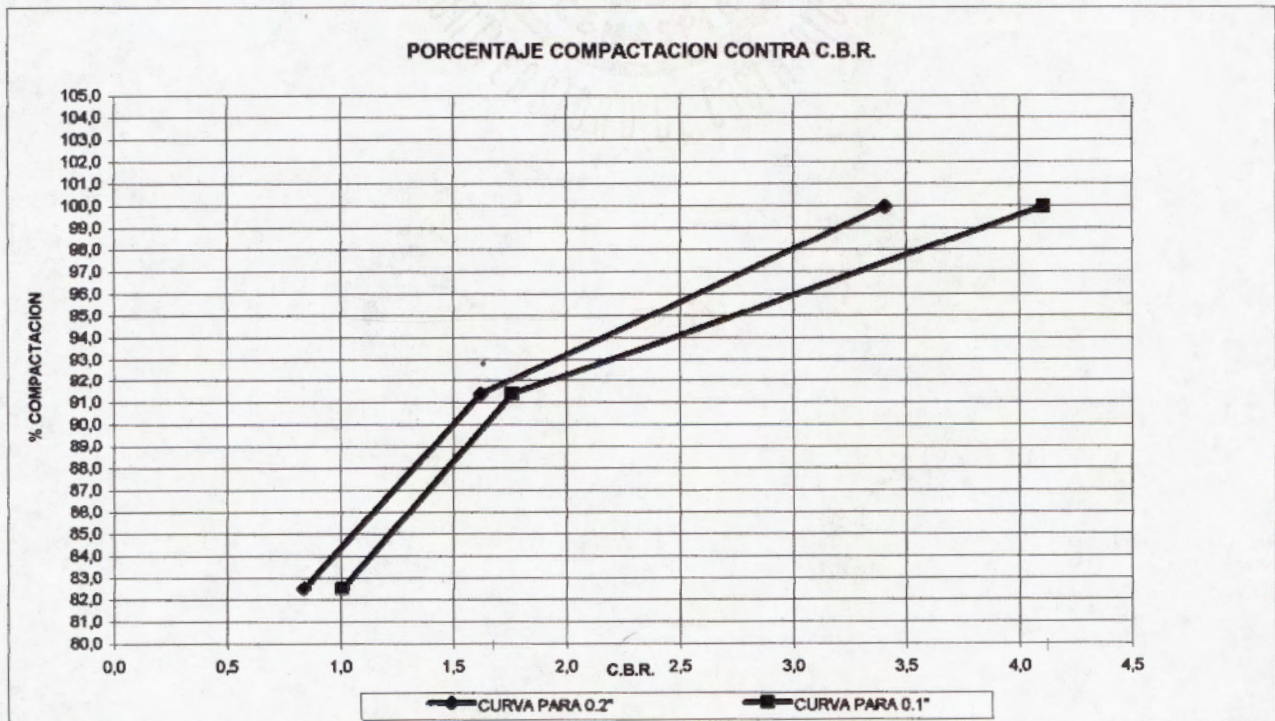
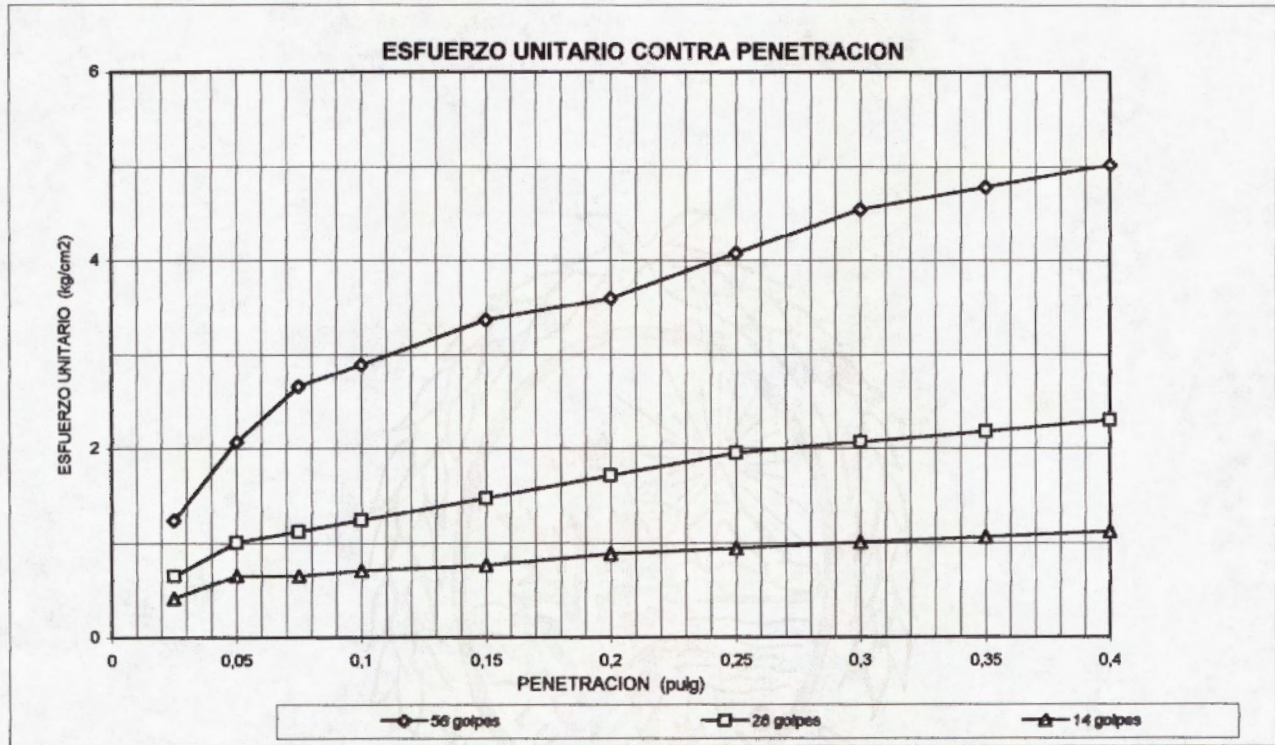
| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|------|-----------|------------|------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 2,89 | 3,60 | 99,9 | 4,11 | 3,41 |
| 28 | 1,24 | 1,71 | 91,4 | 1,76 | 1,62 |
| 14 | 0,71 | 0,89 | 82,5 | 1,01 | 0,84 |

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:
 MUESTRA No: A-1 HUECO: #7
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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: A - 2 HUECO: 1

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO

$\delta_m = 1376$

W_o: 33 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww | X m | X s | % C | CAP. | Ww + C | W _s + C | Wc | e | Ww | W _s | %W |
|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|--------|--------------------|-------|---|------|----------------|------|
| | | 10990 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 1 | 7135 | 3855 | 1820 | 1373 | 99,8 | 11 | 249,6 | 198,2 | 39,5 | | 51,4 | 158,7 | 32,4 |
| | | 10833 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 22 | 7167 | 3666 | 1745 | 1317 | 95,7 | 54 | 250,2 | 205,0 | 39,6 | | 53,2 | 165,2 | 32,2 |
| | | 10690 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 34 | 7307 | 3383 | 1607 | 1213 | 88,1 | 26 | 367,6 | 308,1 | 127,0 | | 59,5 | 181,1 | 32,8 |
| | | | | | | | | | | | | | | 32,5 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|-------|------|----------------------|--------|--------|-----|-------------|------|------|-----|------|
| | | | L _o | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 1 | 8-may | 3:45 | 323,00 | 336,00 | 337,00 | - | 338,00 | 4,02 | 4,33 | - | 4,64 |
| 22 | 8-may | 3:45 | 315,00 | 325,00 | 327,50 | - | 329,00 | 3,17 | 3,97 | - | 4,44 |
| 34 | 8-may | 3:45 | 276,00 | 284,00 | 284,00 | - | 284,00 | 2,90 | 2,90 | - | 2,90 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

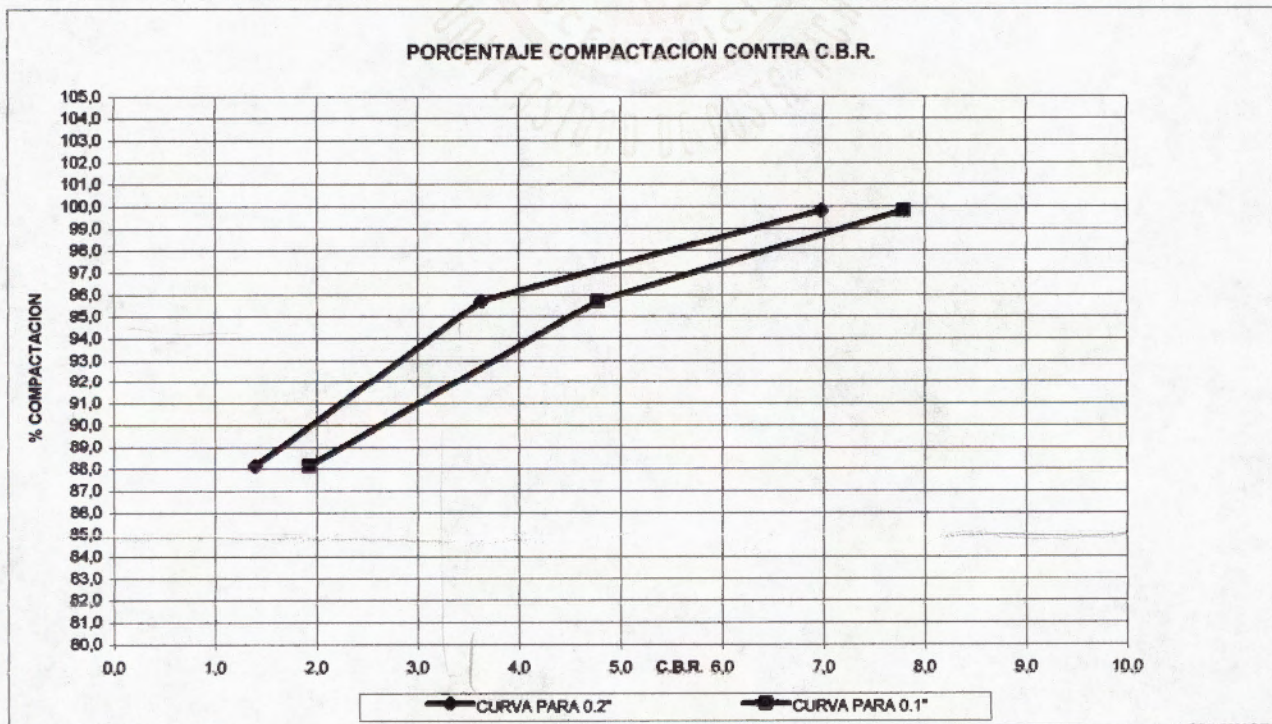
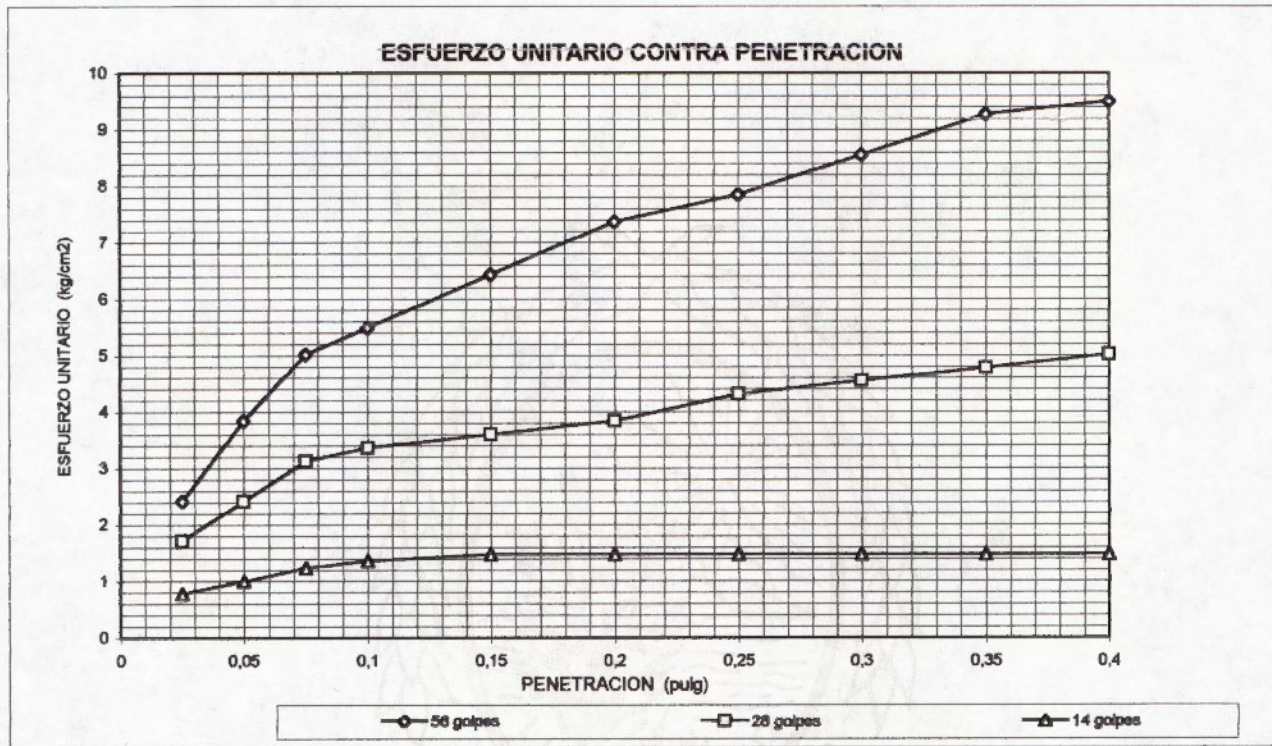
| MOLDE | L _o | 0,025 | 0,050 | 0,075 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 |
|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,0 | 10,0 | 16,0 | 21,0 | 23,0 | 27,0 | 31,0 | 33,0 | 36,0 | 39,0 | 40,0 |
| 1 | 0,06 | 2,42 | 3,836 | 5,016 | 5,488 | 6,432 | 7,376 | 7,848 | 8,556 | 9,264 | 9,5 |
| | 0,0 | 7,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 15,0 | 16,0 | 18,0 | 19,0 | 20,0 | 21,0 |
| 22 | 0,06 | 1,712 | 2,42 | 3,128 | 3,384 | 3,6 | 3,836 | 4,308 | 4,544 | 4,78 | 5,016 |
| | 0,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| 34 | 0,06 | 0,768 | 1,004 | 1,24 | 1,358 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 |

| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|------|-----------|------------|------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 5,49 | 7,38 | 99,8 | 7,80 | 6,98 |
| 28 | 3,36 | 3,84 | 95,7 | 4,78 | 3,63 |
| 14 | 1,36 | 1,48 | 88,1 | 1,33 | 1,40 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO
 MUESTRA No: A-2 HUECO: 1
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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: ARCILLA CAFE OSCURO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

A - 2 HUECO # 8

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

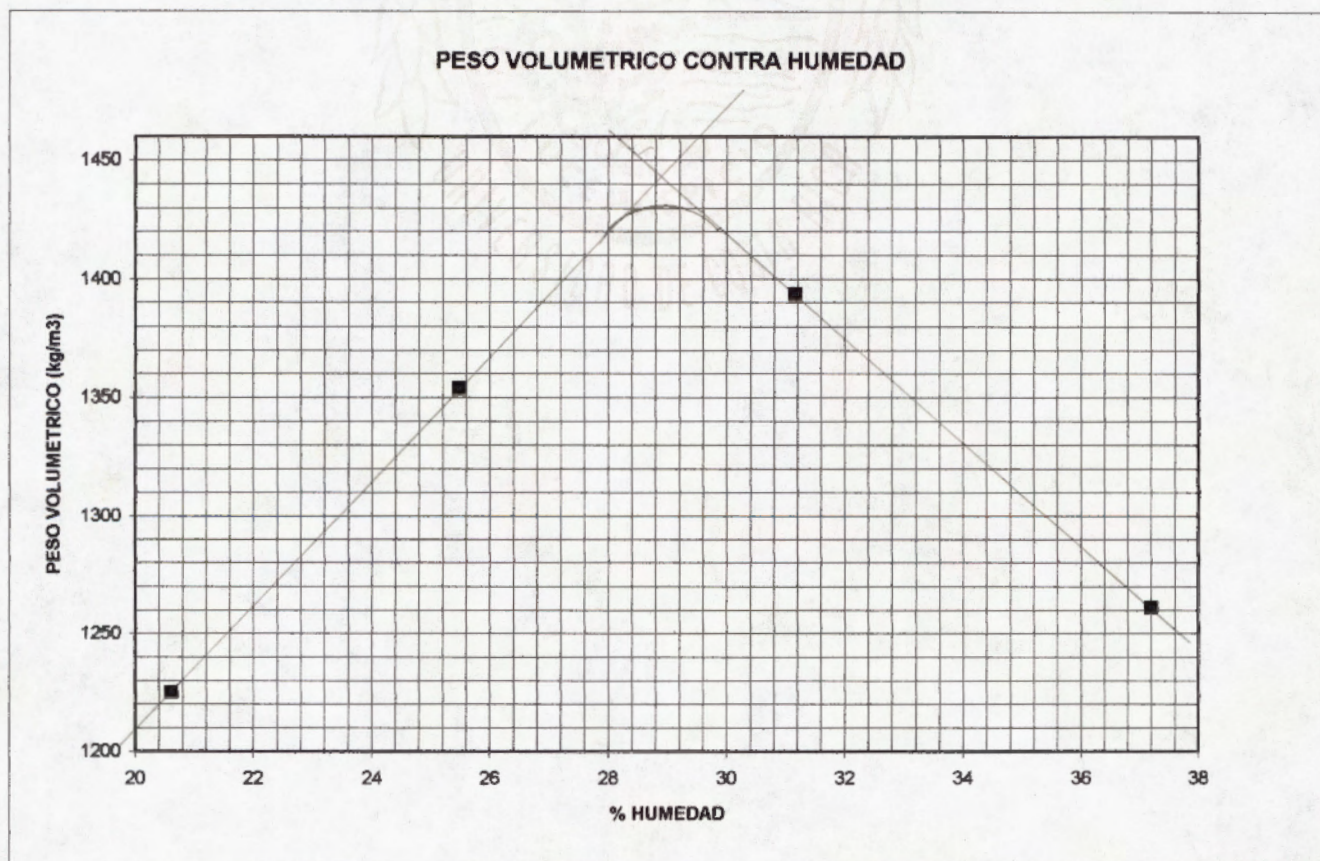
| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5614 | 5823 | 5945 | 5853 | | | |
| P molde | 4219 | 4219 | 4219 | 4219 | | | |
| Ww | 1395 | 1604 | 1726 | 1634 | | | |
| δw | 1477 | 1699 | 1828 | 1730 | | | |
| δs | 1225 | 1354 | 1394 | 1261 | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 26 | 3 | 42 | 25 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 448,2 | 480,6 | 491,2 | 586,3 |
| Ws + Wc | 393,3 | 404,6 | 403,1 | 459,1 |
| Ww | 54,9 | 76,0 | 88,1 | 127,2 |
| Wc | 127,0 | 106,4 | 120,4 | 117,2 |
| Ws | 266,3 | 298,2 | 282,7 | 341,9 |
| %W | 20,6 | 25,5 | 31,2 | 37,2 |

$$\delta_{max} = 1430 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 29\%$$



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: A 2 HUECO: # 8

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO

$\delta_m = 1430$

W_o: 29 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | W _w +M | W _w | X _m | X _s | % C | CAP. | W _w +C | W _s +C | W _c | e | W _w | W _s | %W |
|-------|-------|-------------------|----------------|----------------|----------------|------|------|-------------------|-------------------|----------------|---|----------------|----------------|------|
| | | 11166 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 3 | 7227 | 3939 | 1851 | 1416 | 99.0 | 52 | 231.1 | 186.3 | 38.2 | | 44.8 | 148.1 | 30.3 |
| | | 10955 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 8 | 7156 | 3799 | 1784 | 1365 | 95.4 | 46 | 191.1 | 154.9 | 37.7 | | 36.2 | 117.2 | 30.9 |
| | | 10857 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 14 | 7177 | 3680 | 1740 | 1331 | 93.1 | 12 | 314.8 | 269.3 | 122.7 | | 45.5 | 146.6 | 31.0 |
| | | | | | | | | | | | | | | 30.7 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|-------|------|----------------------|--------|--------|--------|-------------|------|------|------|------|
| | | | L _o | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 3 | 6-may | 2:00 | 412.00 | 418.00 | 420.00 | 420.00 | 420.00 | 1.46 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 8 | 6-may | 2:00 | 288.00 | 294.00 | 298.00 | 299.00 | 299.00 | 2.08 | 3.47 | 3.82 | 3.82 |
| 14 | 6-may | 2:00 | 286.00 | 293.00 | 297.00 | 297.00 | 297.00 | 2.45 | 3.85 | 3.85 | 3.85 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

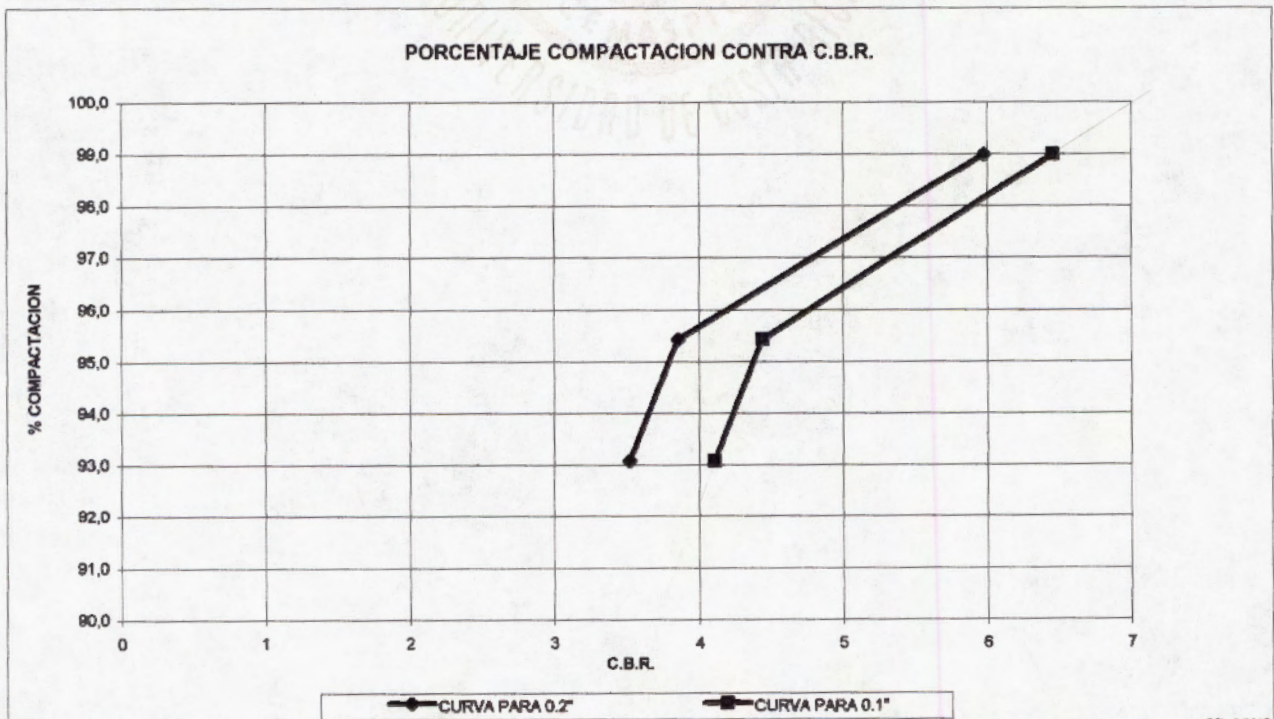
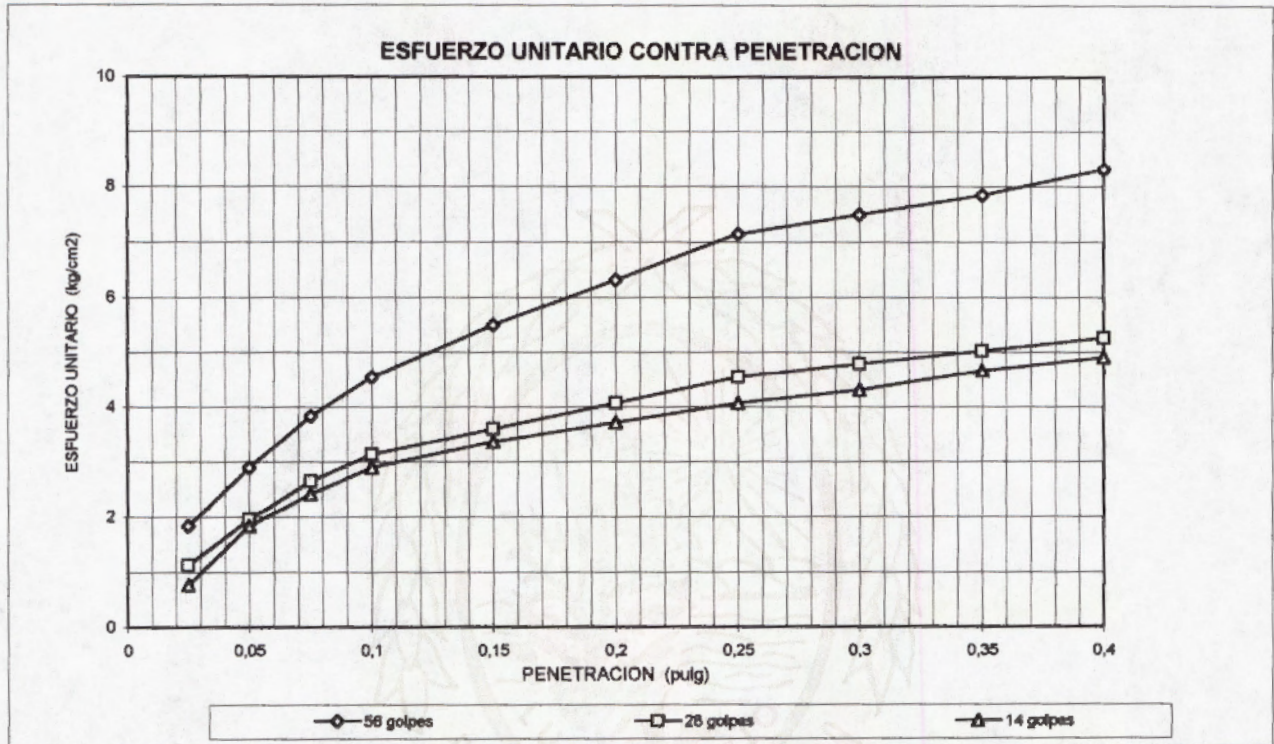
| MOLDE | L _o | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.0 | 7.5 | 12.0 | 16.0 | 19.0 | 23.0 | 26.5 | 30.0 | 31.5 | 33.0 | 35.0 |
| 3 | 0.06 | 1.83 | 2.892 | 3.836 | 4.544 | 5.488 | 6.314 | 7.14 | 7.494 | 7.848 | 8.32 |
| | 0.0 | 4.5 | 8.0 | 11.0 | 13.0 | 15.0 | 17.0 | 19.0 | 20.0 | 21.0 | 22.0 |
| 8 | 0.06 | 1.122 | 1.948 | 2.656 | 3.128 | 3.6 | 4.072 | 4.544 | 4.78 | 5.016 | 5.252 |
| | 0.0 | 3.0 | 7.5 | 10.0 | 12.0 | 14.0 | 15.5 | 17.0 | 18.0 | 19.5 | 20.5 |
| 14 | 0.06 | 0.768 | 1.83 | 2.42 | 2.892 | 3.364 | 3.718 | 4.072 | 4.308 | 4.662 | 4.896 |

| No. golpes | CALCULADOS: | | | CORREGIDOS | |
|------------|-------------|------|-----------|------------|------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 4,54 | 6,31 | 99,0 | 6,45 | 5,98 |
| 28 | 3,13 | 4,07 | 95,4 | 4,44 | 3,86 |
| 14 | 2,88 | 3,72 | 93,1 | 4,11 | 3,52 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO
 MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 28 de abril de 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE
 A-3 HUECO 3

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

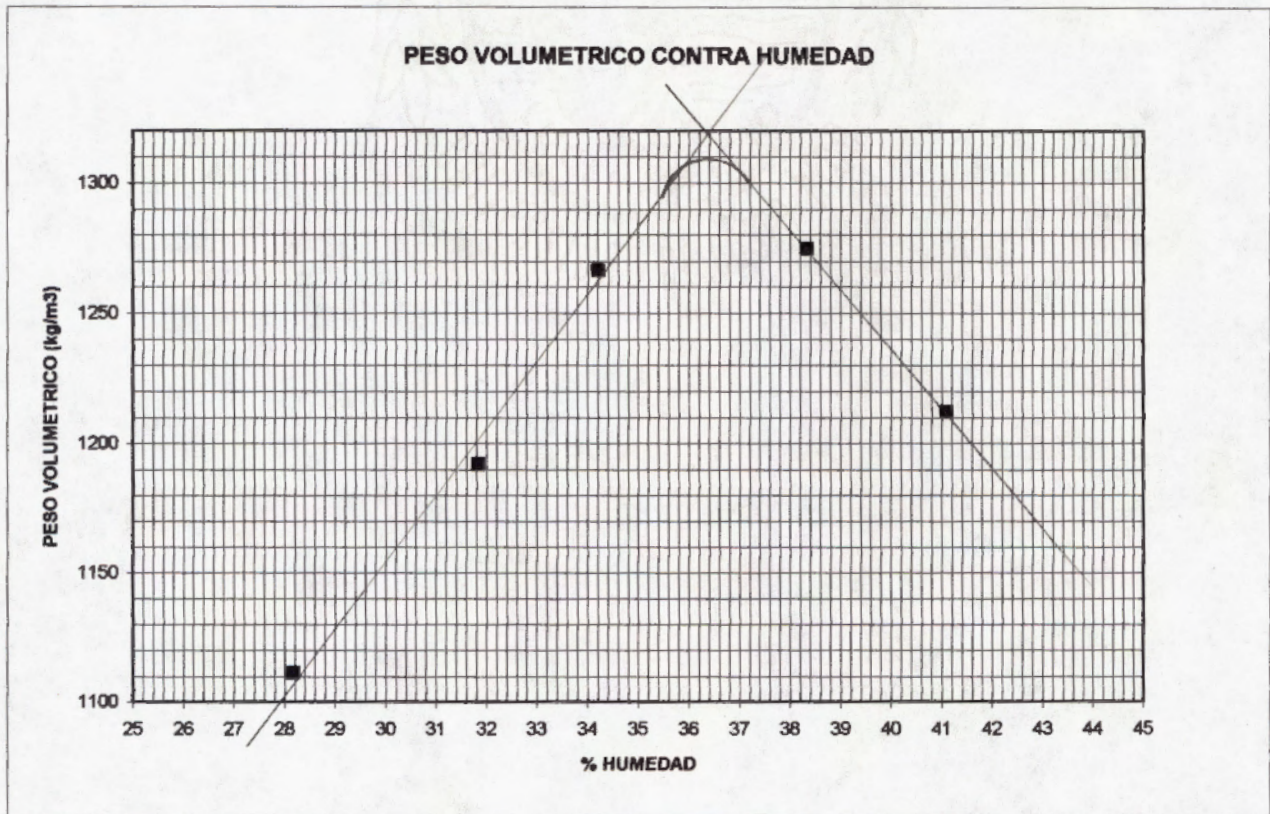
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|------|---|---|
| Ww + Pmolde | 5560 | 5699 | 5820 | 5880 | 5830 | | |
| P molde | 4215 | 4215 | 4215 | 4215 | 4215 | | |
| Ww | 1345 | 1484 | 1605 | 1665 | 1615 | | |
| δ w | 1424 | 1572 | 1700 | 1763 | 1710 | | |
| δ s | 1111 | 1192 | 1266 | 1275 | 1212 | | |

$\rho_{max} = 1310 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 36.4 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 3 | 47 | 50 | 45 | 12 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 292,5 | 239,4 | 226,9 | 307,2 | 358,9 |
| Ws + Wc | 251,6 | 190,8 | 179,1 | 249,0 | 290,1 |
| Ww | 40,9 | 48,6 | 47,8 | 58,2 | 68,8 |
| Wc | 106,4 | 38,2 | 39,4 | 97,2 | 122,7 |
| Ws | 145,2 | 152,6 | 139,7 | 151,8 | 167,4 |
| %W | 28,2 | 31,8 | 34,2 | 38,3 | 41,1 |



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: 7 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: A-3 HUECO: H-3 SUBRASANTE

LOCALIZACION:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta_m = 1310$ $W_o = 36,4 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww | X m | X s | % C | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc | e | Ww | Ws | %W |
|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|--------------|
| | | 11084 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 16 | 7357 | 3727 | 1764 | 1293 | 98,7 | 37 | 340,8 | 281,5 | 118,3 | | 59,2 | 163,3 | 36,3 |
| | | 10742 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 9 | 7170 | 3572 | 1887 | 1236 | 94,4 | 42 | 313,5 | 261,4 | 120,4 | | 52,1 | 141,0 | 36,9 |
| | | 10533 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 8 | 7168 | 3365 | 1580 | 1156 | 88,4 | 3 | 274,6 | 229,9 | 106,4 | | 44,7 | 123,5 | 36,2 36,5 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|-------|------|----------------------|--------|--------|-----|-------------|------|------|-----|------|
| | | | Lo | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 16 | 1-may | 2:40 | 272,00 | 272,00 | 283,00 | - | 286,00 | 0,00 | 4,04 | - | 5,15 |
| 9 | 1-may | 2:40 | 348,00 | 378,00 | 371,00 | - | 371,00 | 8,62 | 6,61 | - | 6,61 |
| 8 | 1-may | 2:40 | 295,00 | 311,00 | 303,00 | - | 304,00 | 5,42 | 2,71 | - | 3,05 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

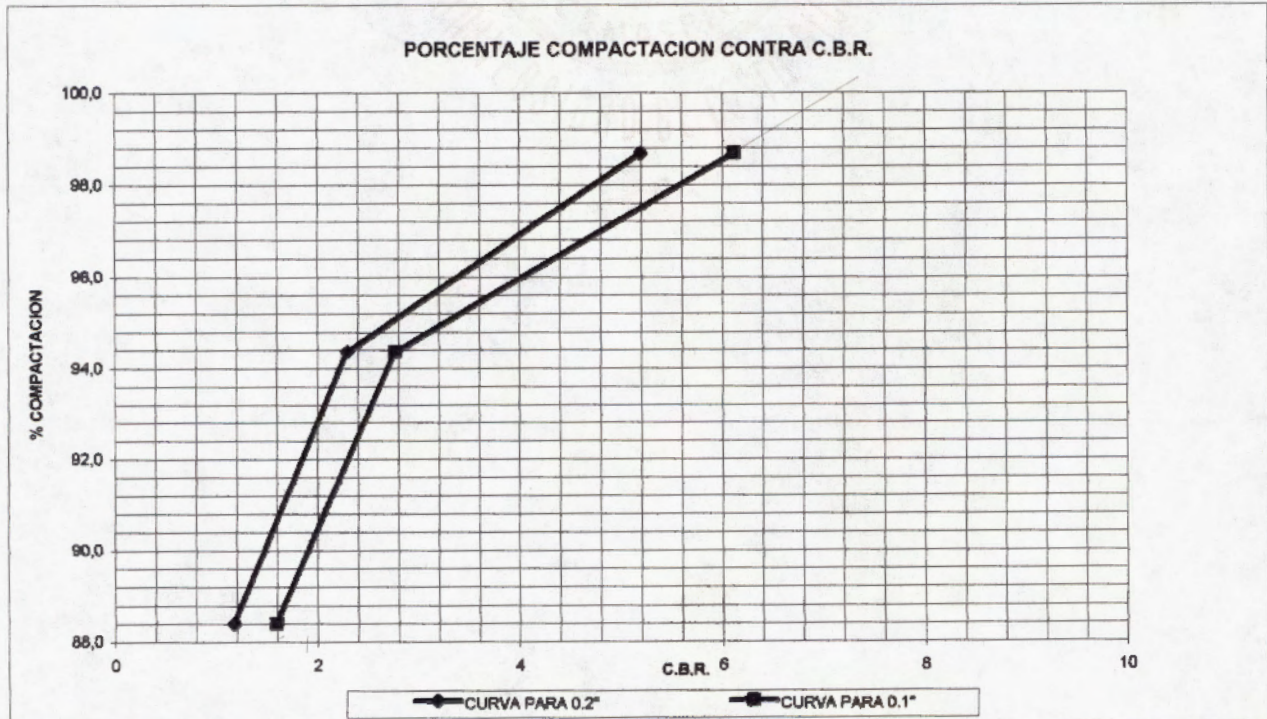
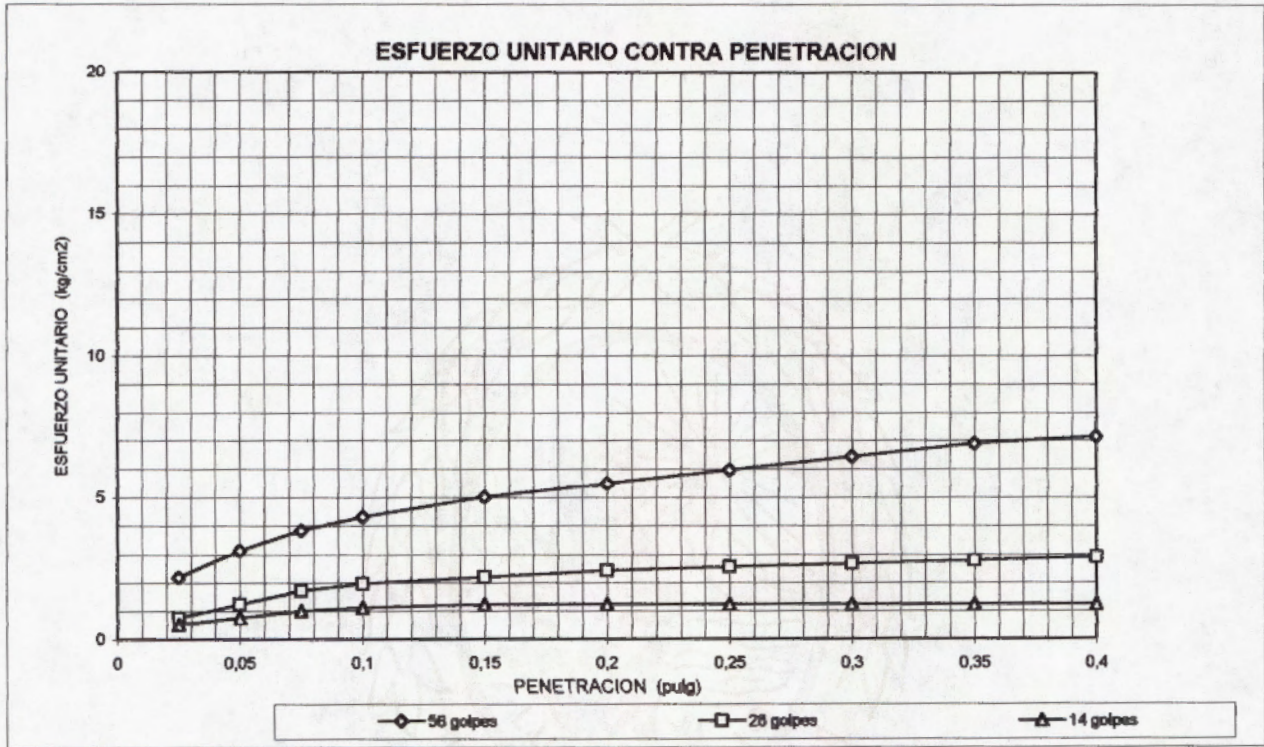
| MOLDE | Lo | 0,025 | 0,050 | 0,075 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,0 | 9,0 | 13,0 | 16,0 | 18,0 | 21,0 | 23,0 | 25,0 | 27,0 | 29,0 | 30,0 |
| 16 | 0,06 | 2,184 | 3,128 | 3,836 | 4,308 | 5,016 | 5,488 | 5,96 | 6,432 | 6,904 | 7,14 |
| | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,5 | 12,0 |
| 9 | 0,06 | 0,768 | 1,24 | 1,712 | 1,948 | 2,184 | 2,42 | 2,538 | 2,656 | 2,774 | 2,892 |
| | 0,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| 8 | 0,06 | 0,532 | 0,768 | 1,004 | 1,122 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 |

| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|------|-----------|------------|------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 4,31 | 5,49 | 98,7 | 6,12 | 5,20 |
| 28 | 1,95 | 2,42 | 94,4 | 2,77 | 2,29 |
| 14 | 1,12 | 1,24 | 88,4 | 1,59 | 1,17 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 7 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-3 HUECO: H-3
 LOCALIZACION:



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:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

A - 4 HUECO 4

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

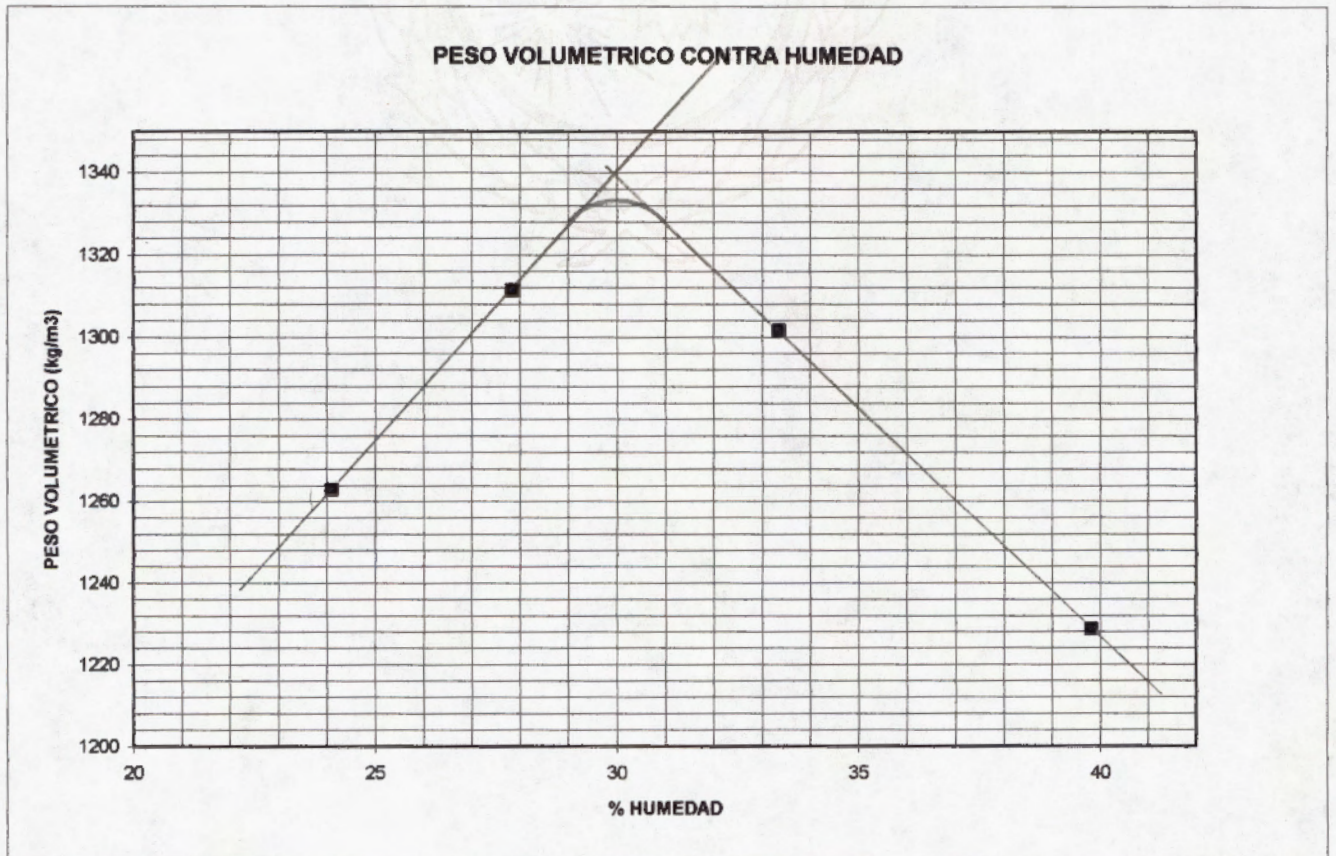
DETERMINACION 1 2 3 4 5 6 7

| | | | | |
|-------------|------|------|------|------|
| Ww + Pmolde | 5699 | 5802 | 5858 | 5841 |
| P molde | 4219 | 4219 | 4219 | 4219 |
| Ww | 1480 | 1583 | 1639 | 1622 |
| δ w | 1567 | 1676 | 1736 | 1718 |
| δ s | 1263 | 1311 | 1302 | 1229 |

$\gamma_{max} = 1334 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 30.0\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 41 | 70 | 69 | 38 |
| Ww + Wc | 524,5 | 473,8 | 465,7 | 571,4 |
| Ws + Wc | 447,5 | 391,9 | 374,5 | 443,8 |
| Ww | 77,0 | 81,9 | 91,2 | 127,6 |
| Wc | 128,0 | 97,8 | 101,1 | 123,3 |
| Ws | 319,5 | 294,1 | 273,4 | 320,5 |
| %W | 24,1 | 27,8 | 33,4 | 39,8 |



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: 17 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A - 4 HUECO: 4

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS MUY PLASTICA

$\delta m = 1334$

Wo: 30.0 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww+M | Ww | Xm | Xs | % C | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc | e | Ww | Ws | %W |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
| | | 10858 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 14 | 7178 | 3680 | 1740 | 1304 | 97,8 | 8 | 373,3 | 309,0 | 117,0 | | 64,3 | 192,0 | 33,5 |
| | | 11859 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 15E | 8396 | 3463 | 1630 | 1222 | 91,6 | 3 | 311,4 | 259,3 | 102,5 | | 52,1 | 156,8 | 33,2 |
| | | 12667 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 12A | 9528 | 3139 | 1487 | 1115 | 83,6 | 82 | 342,1 | 282,7 | 105,2 | | 59,4 | 177,5 | 33,5 |
| | | | | | | | | | | | | | | 33,4 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | | % EXPANSION | | | |
|-------|--------|------|----------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|
| | | | Lo | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 14 | 13-may | 2:00 | 332,00 | 458,00 | 486,00 | 489,00 | 498,00 | 37,95 | 46,39 | 47,29 | 50,00 |
| 15E | 13-may | 2:00 | 331,00 | 472,00 | 512,00 | 519,00 | 548,00 | 42,60 | 54,68 | 56,80 | 65,56 |
| 12A | 13-may | 2:00 | 310,00 | 488,00 | 522,00 | 543,00 | 551,00 | 57,42 | 68,39 | 75,16 | 77,74 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

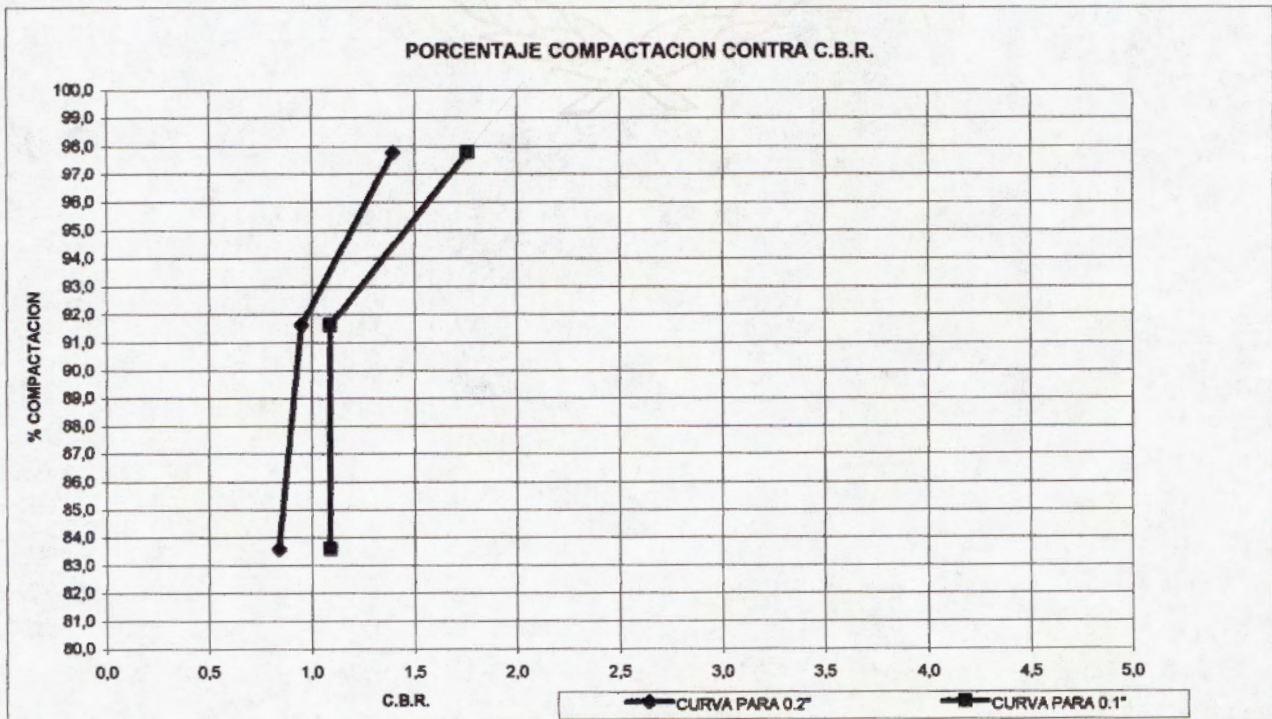
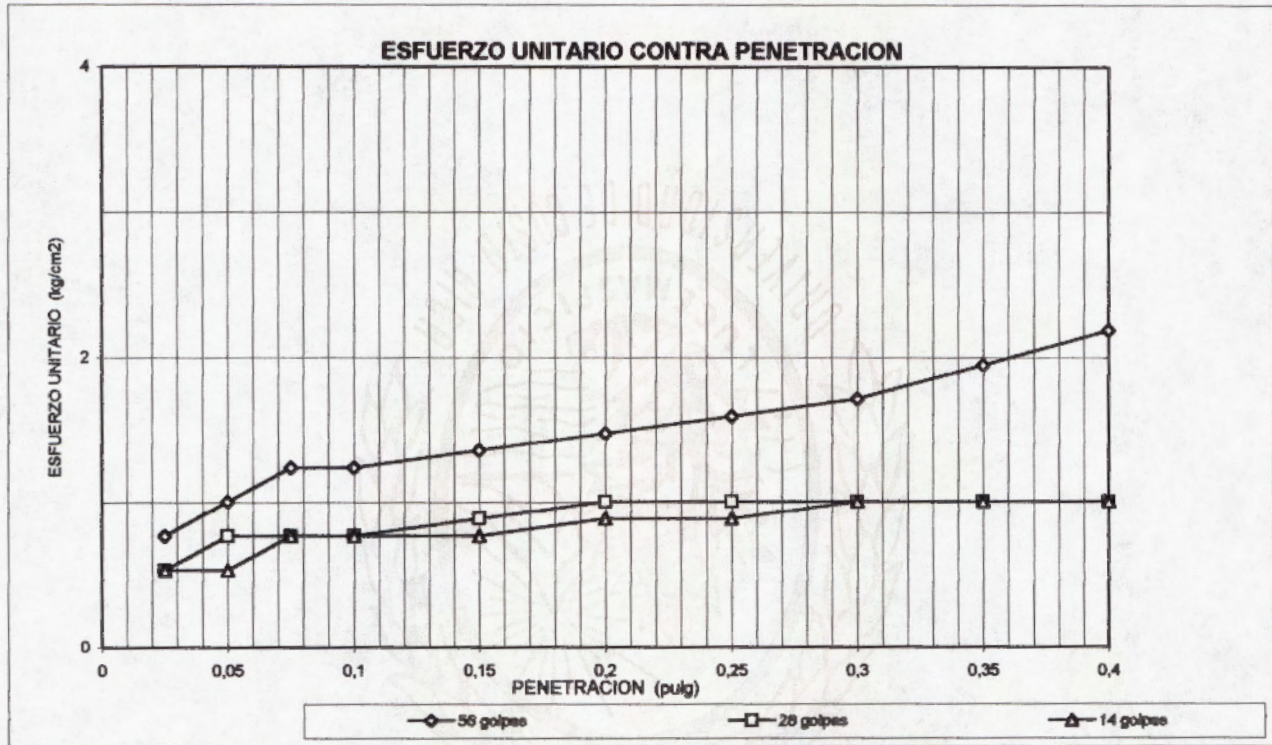
| MOLDE | Lo | 0,025 | 0,050 | 0,075 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 9,0 |
| 14 | 0,06 | 0,768 | 1,004 | 1,24 | 1,24 | 1,358 | 1,476 | 1,594 | 1,712 | 1,948 | 2,184 |
| | 0,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| 15E | 0,06 | 0,532 | 0,768 | 0,768 | 0,768 | 0,886 | 1,004 | 1,004 | 1,004 | 1,004 | 1,004 |
| | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| 12A | 0,06 | 0,532 | 0,532 | 0,768 | 0,768 | 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 | 1,24 | 1,48 | 97,8 | 1,76 | 1,40 |
| 28 | 0,77 | 1,00 | 91,6 | 1,09 | 0,95 |
| 14 | 0,77 | 0,89 | 83,6 | 1,09 | 0,84 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 17 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA GRIS MUY PLASTICA
 MUESTRA No: A - 4 HUECO: 4
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 9 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEA
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: A-5 HUECO 6

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

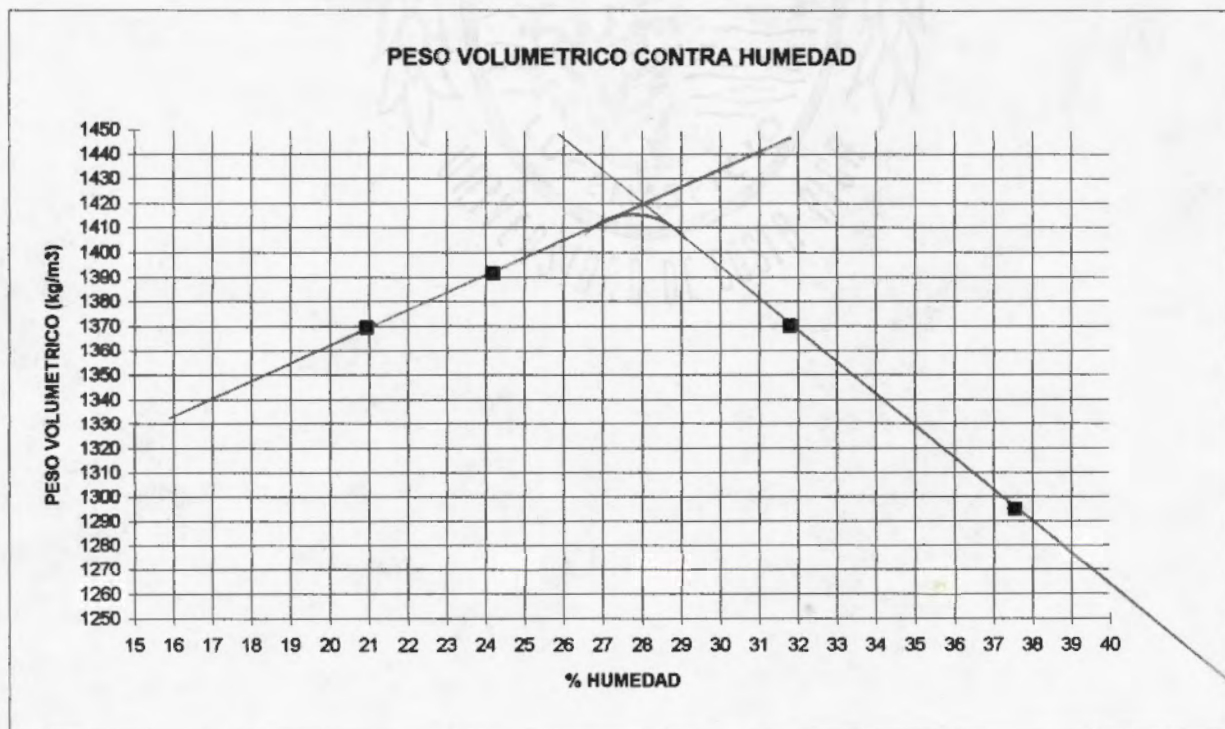
| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5774 | 5842 | 5915 | 5892 | | | |
| P molde | 4210 | 4210 | 4210 | 4210 | | | |
| Ww | 1564 | 1632 | 1705 | 1682 | | | |
| δw | 1656 | 1728 | 1806 | 1781 | | | |
| δs | 1369 | 1391 | 1370 | 1295 | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 6 | 31 | 38 | 9 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 373,3 | 330,7 | 335,2 | 337,1 |
| Ws + Wc | 326,9 | 286,9 | 284,1 | 275,1 |
| Ww | 46,4 | 43,8 | 51,1 | 62,1 |
| Wc | 105,4 | 105,8 | 123,3 | 109,9 |
| Ws | 221,5 | 181,0 | 160,8 | 165,2 |
| %W | 21,0 | 24,2 | 31,8 | 37,6 |

$$\gamma_{\text{máx}} = 1415 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 28\%$$



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:

17 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A - 5 HUECO: 6
LOCALIZACION: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEO

$\delta_m = 1415$ $W_o = 28.0 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww | Xm | Xs | % C | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc | e | Ww | Ws | %W |
|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|--------|--------|------|---|------|-------|------|
| | | 10988 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 32 | 7220 | 3768 | 1778 | 1382 | 97.7 | 45 | 255.2 | 207.4 | 40.4 | | 47.8 | 167.0 | 28.6 |
| | | 10697 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | B | 7168 | 3529 | 1675 | 1302 | 92.0 | 51 | 277.0 | 224.0 | 39.6 | | 53.0 | 164.4 | 28.8 |
| | | 10418 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 22 | 7167 | 3251 | 1547 | 1203 | 85.0 | 46 | 289.0 | 233.2 | 37.8 | | 55.8 | 195.5 | 28.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | 28.6 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|--------|------|----------------------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Lo | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 32 | 12-may | 5:00 | 381.00 | 562.00 | 578.00 | 616.00 | 639.00 | 47.51 | 51.71 | 61.68 | 67.72 |
| B | 12-may | 5:00 | 312.00 | 525.00 | 547.00 | 588.00 | 607.00 | 68.27 | 75.32 | 88.46 | 94.55 |
| 22 | 12-may | 5:00 | 349.00 | 661.00 | 662.00 | 688.00 | 671.00 | 89.40 | 89.68 | 91.40 | 92.26 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

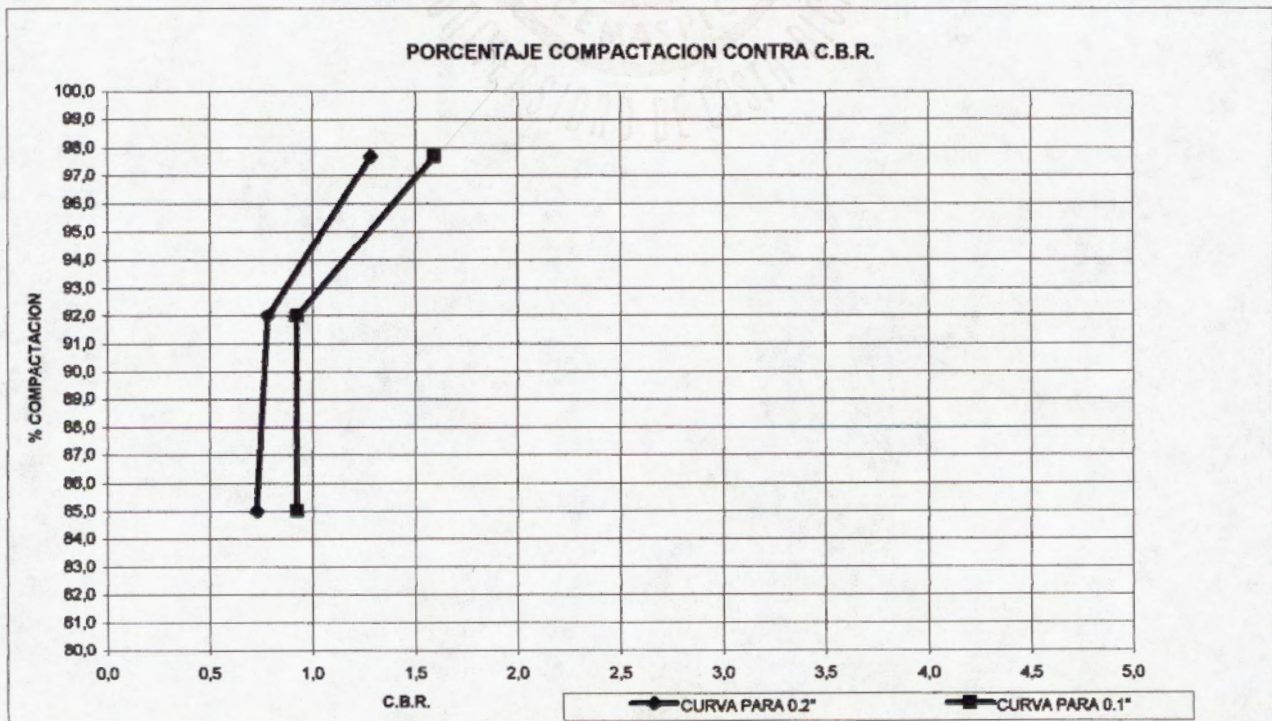
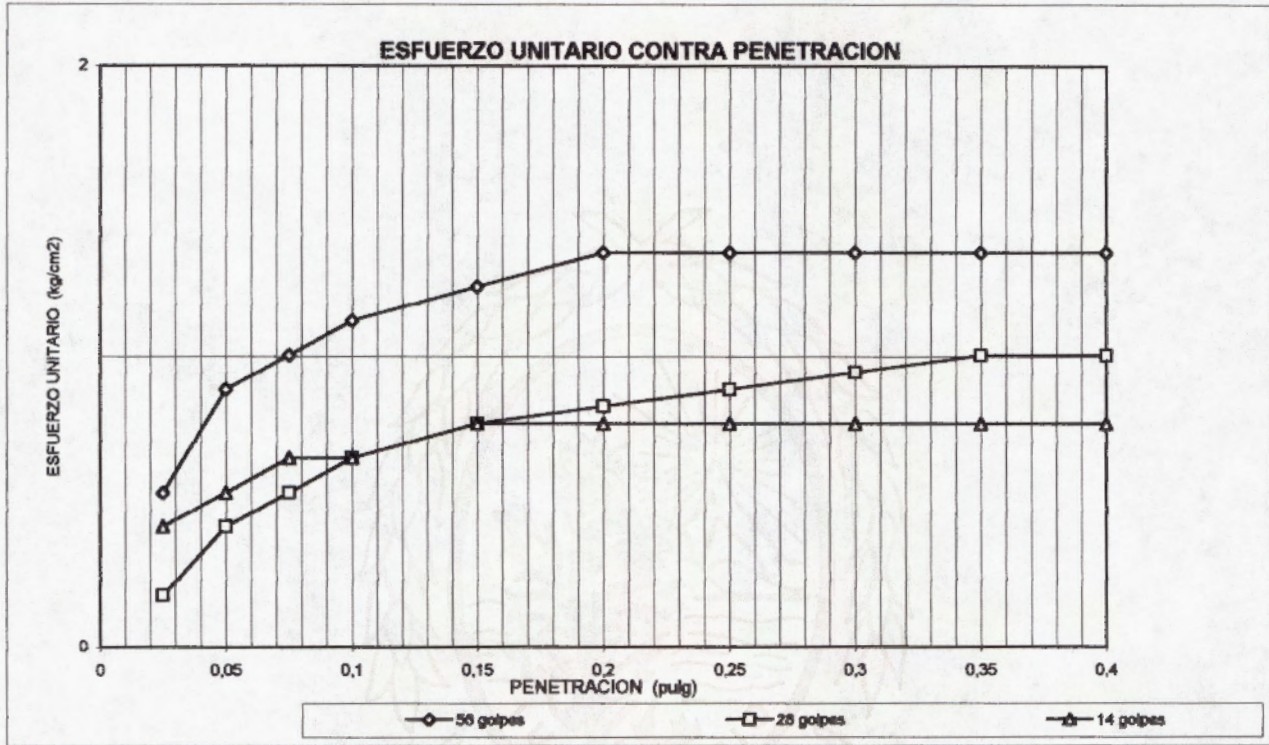
| MOLDE | Lo | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.0 | 2.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| 32 | 0.06 | 0.532 | 0.886 | 1.004 | 1.122 | 1.24 | 1.358 | 1.358 | 1.358 | 1.358 | 1.358 |
| | 0.0 | 0.5 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.3 | 3.5 | 3.8 | 4.0 | 4.0 |
| B | 0.06 | 0.178 | 0.414 | 0.532 | 0.65 | 0.788 | 0.827 | 0.886 | 0.945 | 1.004 | 1.004 |
| | 0.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 22 | 0.06 | 0.414 | 0.532 | 0.65 | 0.65 | 0.768 | 0.768 | 0.768 | 0.788 | 0.768 | 0.768 |

| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|------|-----------|------------|------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 1.12 | 1.38 | 97,7 | 1.59 | 1.29 |
| 28 | 0.65 | 0.83 | 92,0 | 0.92 | 0.78 |
| 14 | 0.65 | 0.77 | 85,0 | 0.92 | 0.73 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 17 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEO
 MUESTRA No: A - 5 HUECO: 6
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 17 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

A - 2

HUECO 1

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

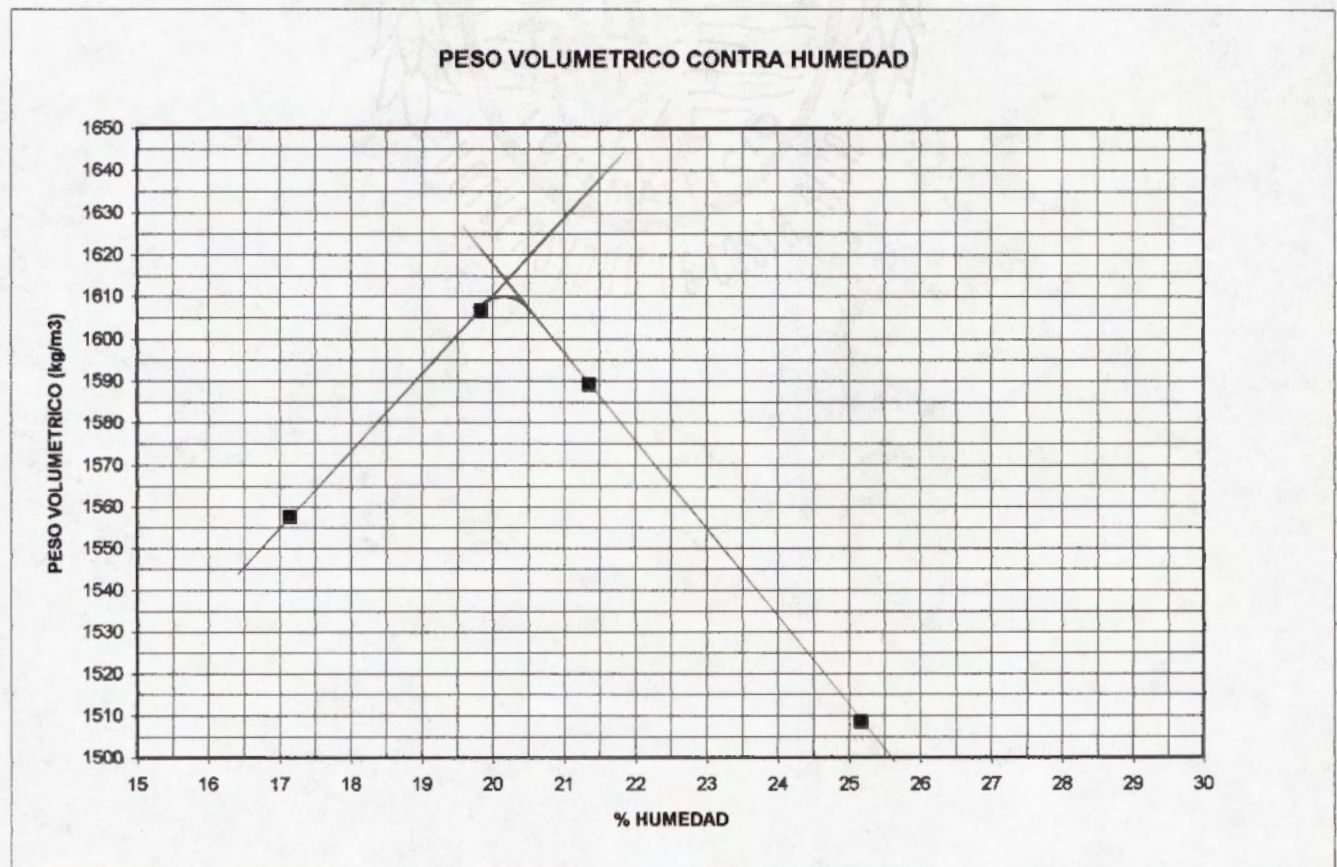
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5935 | 6030 | 6033 | 5995 | | | |
| P molde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | | |
| Ww | 1723 | 1818 | 1821 | 1783 | | | |
| δ_w | 1825 | 1925 | 1928 | 1888 | | | |
| δ_s | 1558 | 1607 | 1589 | 1508 | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 41 | 26 | 24 | 38 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 492,8 | 644,8 | 542,2 | 559,2 |
| Ws + Wc | 439,4 | 559,1 | 485,3 | 471,5 |
| Ww | 53,4 | 85,7 | 76,9 | 87,7 |
| Wc | 128,0 | 127,0 | 105,2 | 123,3 |
| Ws | 311,4 | 432,1 | 360,1 | 348,2 |
| %W | 17,1 | 19,8 | 21,4 | 25,2 |

$\gamma_{max} = 1610 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 20,2 \%$



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: A-2 HUECO 8

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

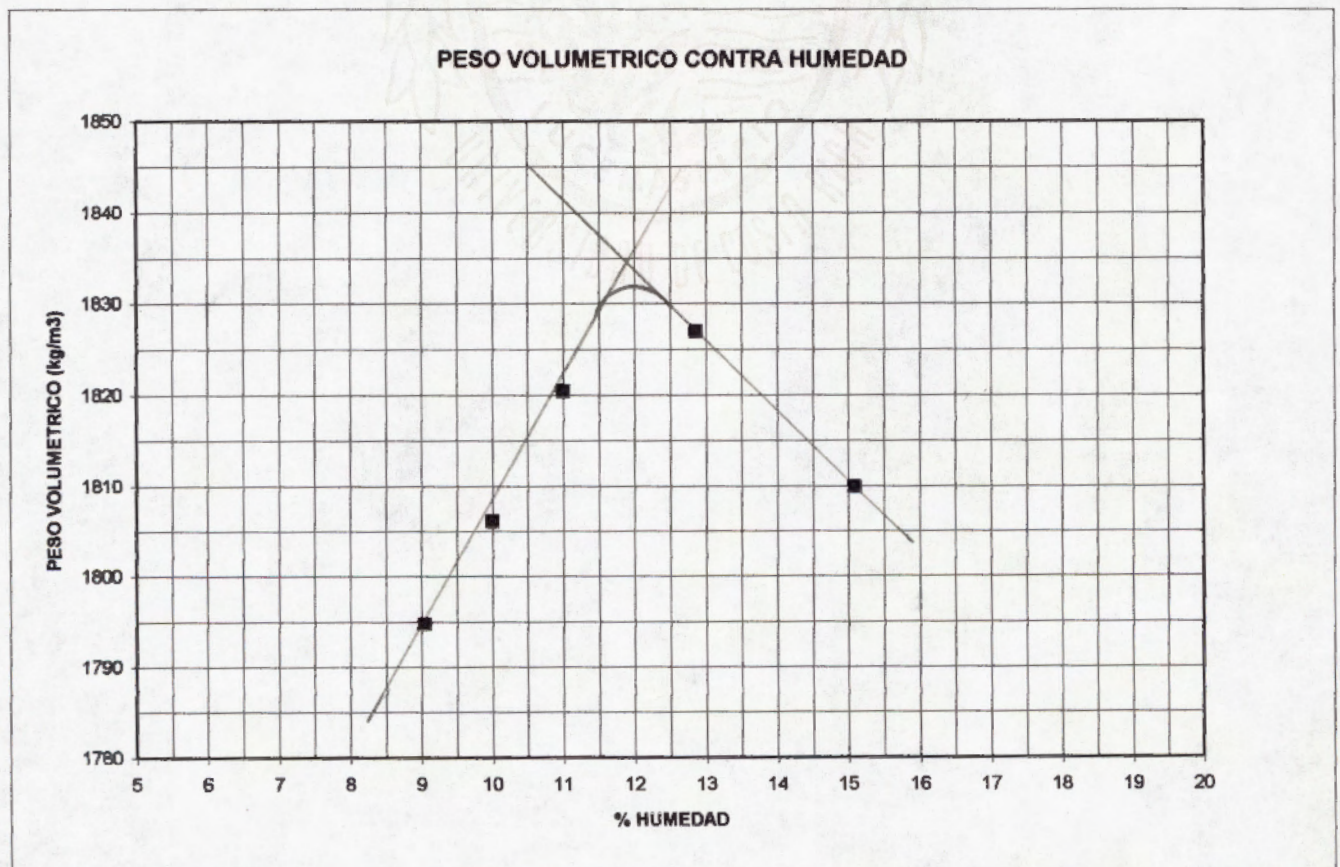
| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|------|---|---|
| Ww + Pmolde | 6088 | 6060 | 6120 | 6159 | 6179 | | |
| P molde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | |
| Ww | 1876 | 1848 | 1908 | 1947 | 1967 | | |
| δ_w | 1987 | 1957 | 2021 | 2062 | 2083 | | |
| δ_s | 1806 | 1795 | 1820 | 1827 | 1810 | | |

$$\gamma_{\max} = 1832 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 12\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 8 | 36 | 12 | 63 | 41 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 514,0 | 519,3 | 512,3 | 701,6 | 785,5 |
| Ws + Wc | 478,9 | 486,9 | 473,7 | 633,4 | 699,2 |
| Ww | 35,1 | 32,4 | 38,6 | 68,2 | 86,3 |
| Wc | 127,6 | 128,6 | 122,7 | 103,1 | 127,3 |
| Ws | 351,3 | 358,3 | 351,0 | 530,3 | 571,9 |
| %W | 10,0 | 9,0 | 11,0 | 12,9 | 15,1 |



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 MAYO DE 1997

MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
LOCALIZACION: SUBBASE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE GRIS

$\delta m = 1832$ Wo: 12 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww+M | Ww | X m | X s | % C | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc | e | Ww | Ws | %W |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
| | | 13707 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 12A | 9528 | 4179 | 1980 | 1783 | 97.3 | 38 | 451.0 | 418.6 | 123.3 | | 32.4 | 295.3 | 11.0 |
| | | 11249 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | B | 7194 | 4055 | 1924 | 1732 | 94.6 | 1 | 499.6 | 462.1 | 125.4 | | 37.5 | 336.7 | 11.1 |
| | | 11098 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 22 | 7167 | 3931 | 1871 | 1684 | 91.9 | 3 | 460.3 | 425.0 | 106.4 | | 35.3 | 318.6 | 11.1 |
| | | | | | | | | | | | | | | 11.1 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | % EXPANSION | | | | |
|-------|--------|------|----------------------|--------|-----|--------|-------------|-------|-----|-------|------|
| | | | Lo | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 12A | 23-may | 8:00 | 378.00 | 373.00 | - | 373.00 | 378.00 | -1.32 | - | -1.32 | 0.00 |
| B | 23-may | 8:00 | 776.00 | 791.00 | - | 792.00 | 795.00 | 1.93 | - | 2.06 | 2.45 |
| 22 | 23-may | 8:00 | 232.00 | 232.00 | - | 232.00 | 232.00 | 0.00 | - | 0.00 | 0.00 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

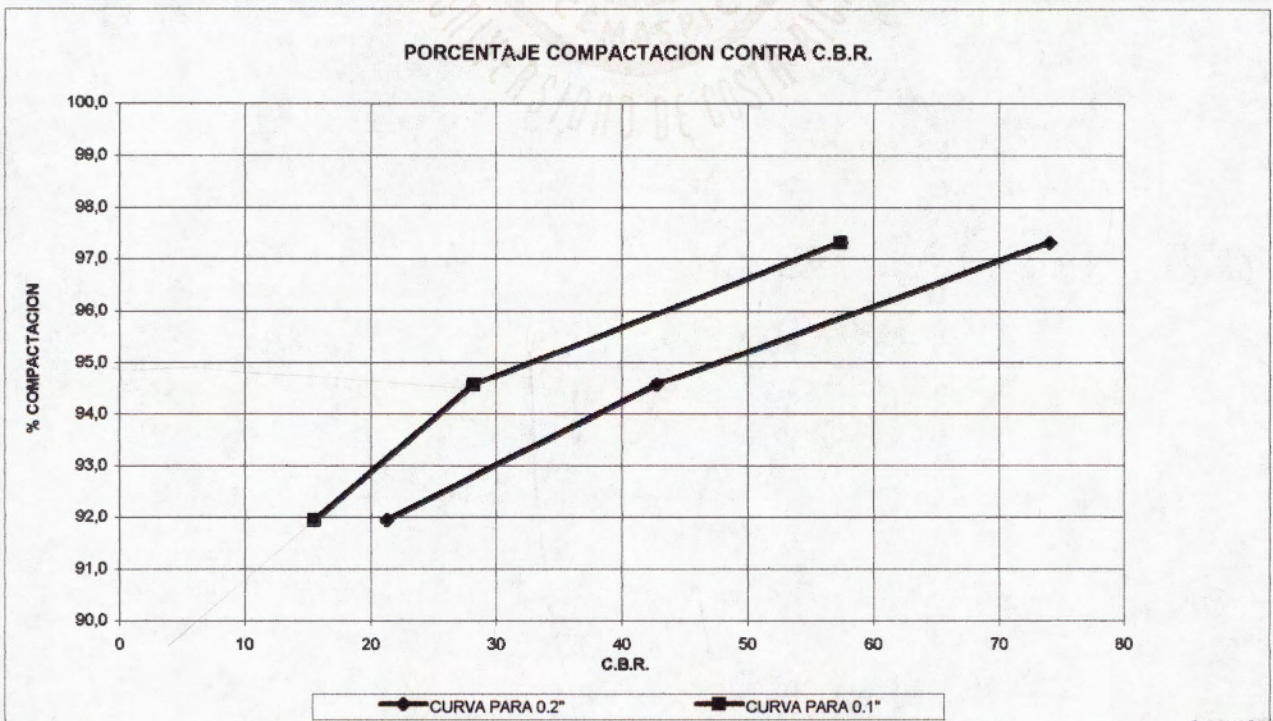
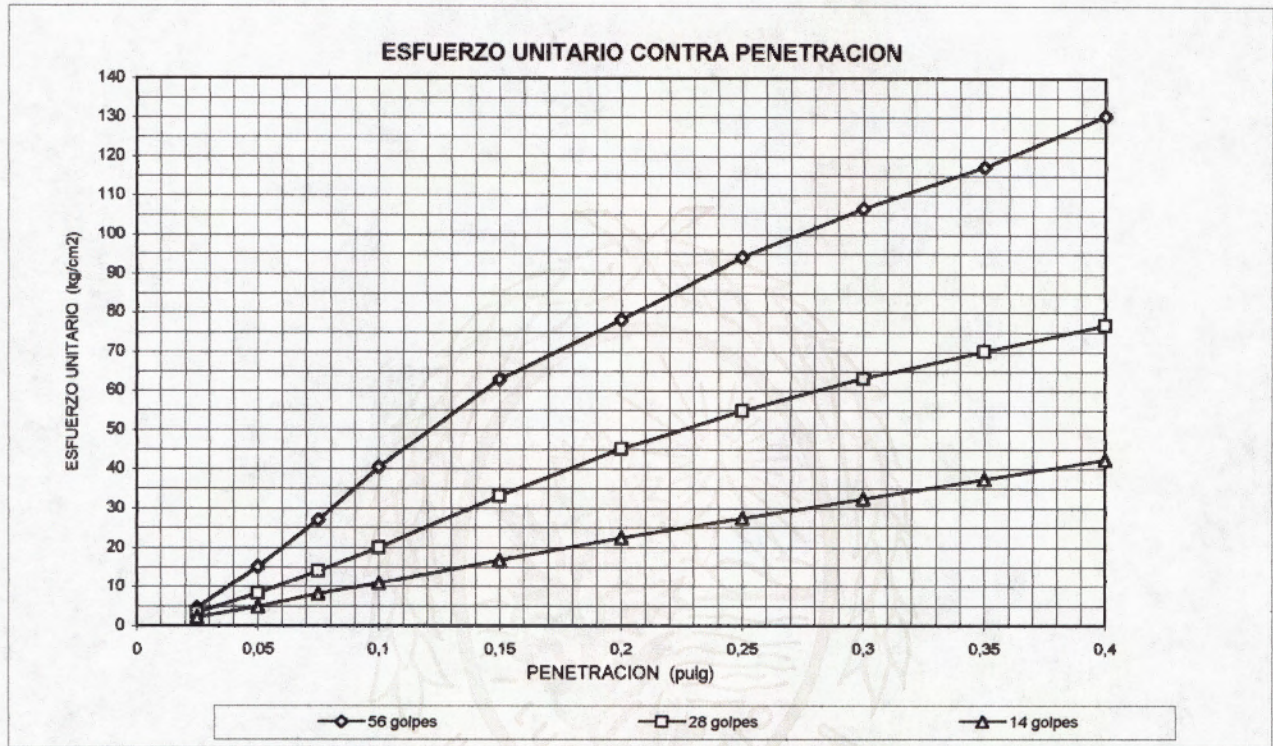
| MOLDE | Lo | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| | 0.0 | 19.0 | 64.0 | 114.0 | 171.0 | 266.0 | 331.0 | 399.0 | 452.0 | 497.0 | 552.0 |
| 12A | 0.06 | 4,544 | 15,164 | 26,964 | 40,416 | 62,836 | 78,176 | 94,224 | 106,732 | 117,35 | 130,332 |
| | 0.0 | 14.0 | 35.0 | 59.0 | 84.0 | 140.0 | 191.0 | 232.0 | 267.0 | 297.0 | 325.0 |
| B | 0.06 | 3,364 | 8,32 | 13,984 | 19,884 | 33,1 | 45,136 | 54,812 | 63,072 | 70,152 | 76,76 |
| | 0.0 | 9.0 | 20.0 | 34.0 | 46.0 | 71.0 | 95.0 | 116.0 | 137.0 | 158.0 | 179.0 |
| 22 | 0.06 | 2,184 | 4,78 | 8,064 | 10,916 | 16,816 | 22,48 | 27,436 | 32,392 | 37,348 | 42,304 |

| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMPACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 40,42 | 78,18 | 97,3 | 57,41 | 74,03 |
| 28 | 19,88 | 45,14 | 94,6 | 28,24 | 42,74 |
| 14 | 10,92 | 22,48 | 91,9 | 15,51 | 21,29 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 28 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS
 MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
 LOCALIZACION: SUBBASE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 20 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

A-4

HUECO

4

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

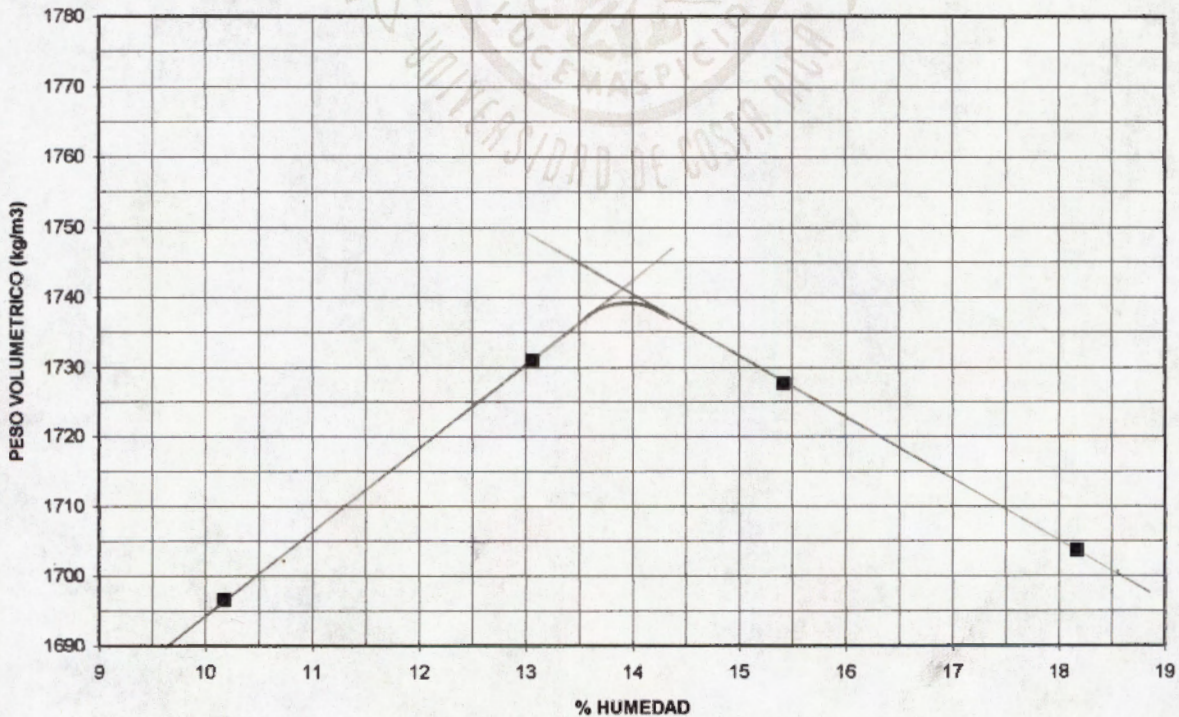
| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5977 | 6060 | 6095 | 6113 | | | |
| P molde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | | |
| Ww | 1765 | 1848 | 1883 | 1901 | | | |
| δ w | 1869 | 1957 | 1994 | 2013 | | | |
| δ s | 1697 | 1731 | 1728 | 1704 | | | |

$\delta_{max} = 1739 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 13.9\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 31 | 33 | 22 | 1 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 370,2 | 406,5 | 392,8 | 583,4 |
| Ws + Wc | 345,8 | 371,9 | 354,4 | 513,0 |
| Ww | 24,4 | 34,6 | 38,4 | 70,4 |
| Wc | 105,8 | 107,2 | 105,8 | 125,4 |
| Ws | 240,0 | 264,8 | 248,6 | 387,6 |
| %W | 10,2 | 13,1 | 15,4 | 18,2 |

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: 28 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A-4 HUECO: 4

LOCALIZACION: SUBBASE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE GRIS CLARO

$\delta m = 1739$

W_o: 13.9 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | W _w + M | W _w | X _m | X _s | % C | CAP. | W _w + C | W _s + C | W _c | e | W _w | W _s | %W |
|-------|-------|--------------------|----------------|----------------|----------------|------|------|--------------------|--------------------|----------------|---|----------------|----------------|------|
| | | 11212 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | N | 7173 | 4039 | 1911 | 1691 | 97.3 | 45 | 427.6 | 389.7 | 97.2 | | 37.9 | 292.5 | 13.0 |
| | | 11187 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 2 | 7348 | 3839 | 1806 | 1598 | 91.9 | 20 | 432.6 | 397.0 | 121.1 | | 35.6 | 275.9 | 12.9 |
| | | 10835 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 8 | 7168 | 3667 | 1722 | 1524 | 87.6 | 45X | 321.9 | 289.2 | 40.4 | | 32.7 | 248.8 | 13.1 |
| | | | | | | | | | | | | | | 13.0 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO | | | | | % EXPANSION | | | |
|-------|--------|------|----------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|
| | | | L _o | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| N | 20-may | 5:15 | 374.00 | 373.00 | 371.00 | 371.00 | 341.00 | -0.27 | -0.80 | -0.80 | -8.82 |
| 2 | 20-may | 5:15 | 357.50 | 385.00 | 385.00 | 385.00 | 385.00 | 7.69 | 7.69 | 7.69 | 7.69 |
| 8 | 20-may | 5:15 | 339.00 | 334.00 | 334.00 | 334.00 | 334.00 | -1.47 | -1.47 | -1.47 | -1.47 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

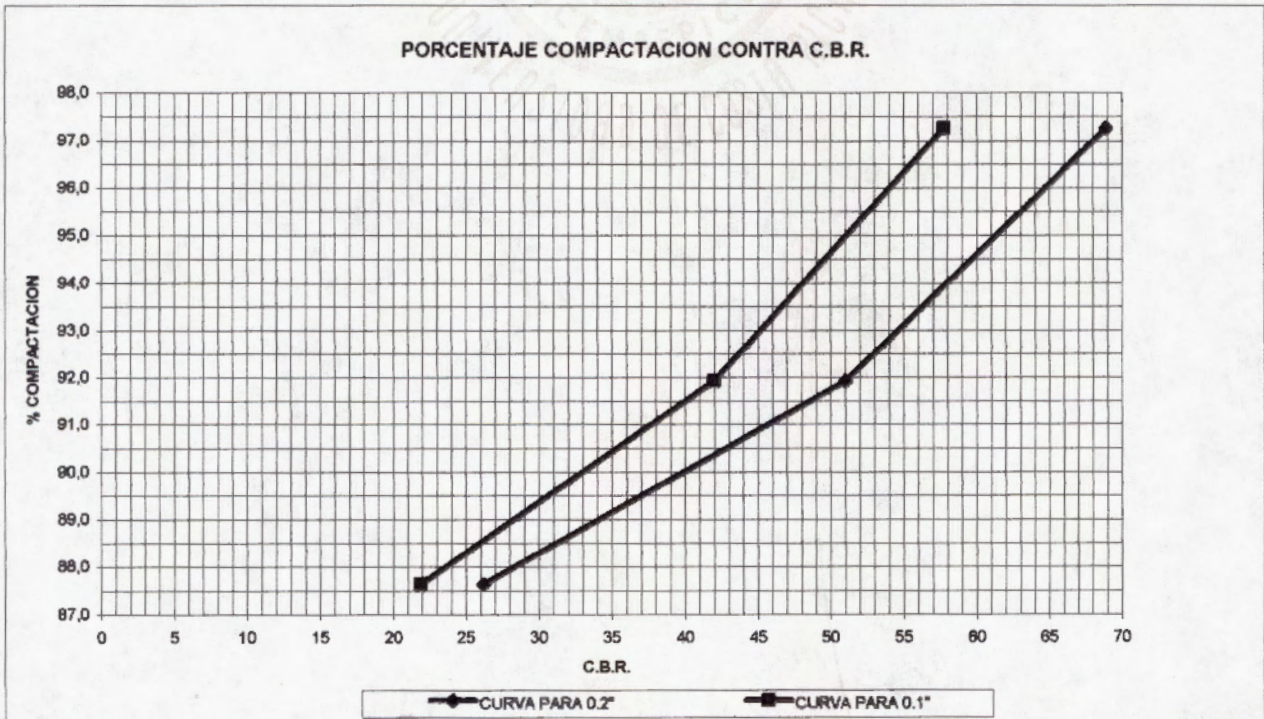
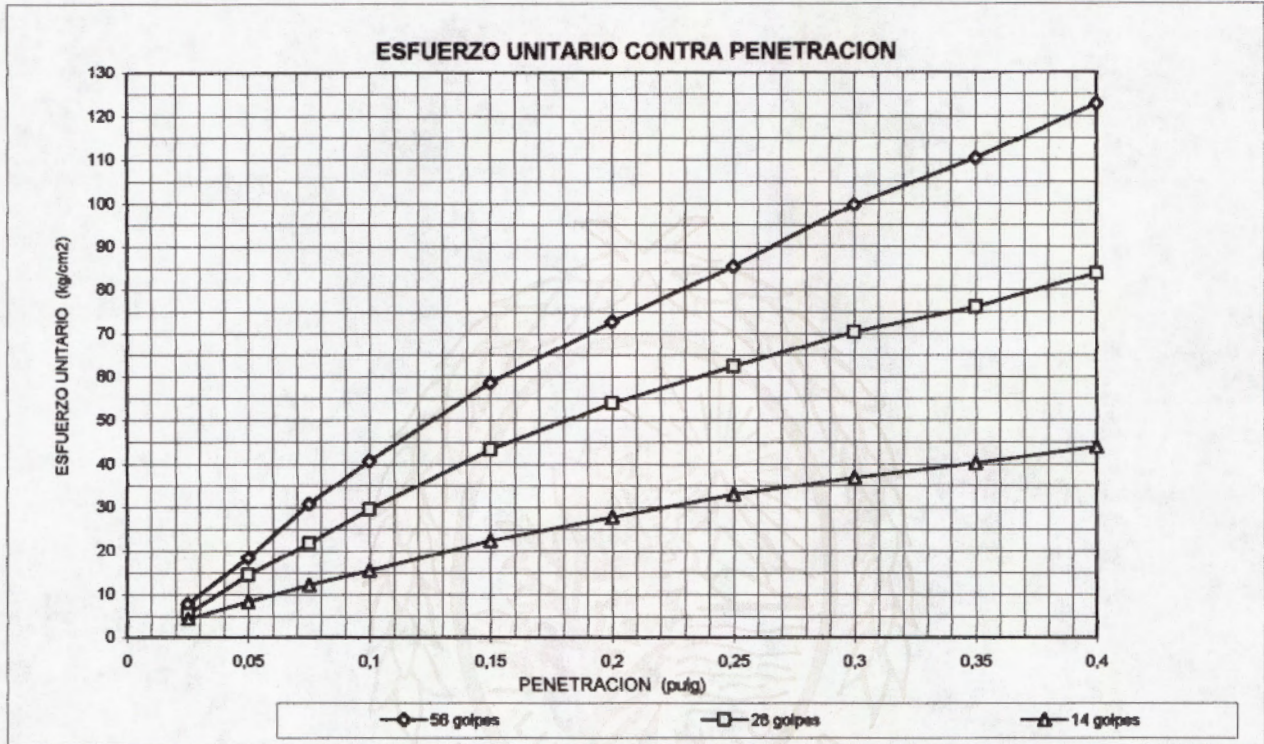
| MOLDE | L _o | 0,025 | 0,050 | 0,075 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 | 0,350 | 0,400 |
|-------|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,0 | 33,0 | 78,0 | 130,0 | 172,0 | 248,0 | 308,0 | 362,0 | 422,0 | 467,0 | 520,0 |
| N | 0,06 | 7,848 | 18,468 | 30,74 | 40,652 | 58,588 | 72,75 | 85,492 | 99,652 | 110,27 | 122,78 |
| | 0,0 | 23,0 | 61,0 | 92,0 | 125,0 | 183,0 | 228,0 | 284,0 | 298,0 | 322,0 | 355,0 |
| 2 | 0,06 | 5,488 | 14,456 | 21,772 | 29,56 | 43,248 | 53,868 | 62,364 | 70,388 | 76,052 | 83,64 |
| | 0,0 | 18,0 | 35,0 | 51,0 | 65,0 | 94,5 | 117,0 | 139,0 | 156,0 | 170,0 | 186,0 |
| 8 | 0,06 | 4,308 | 8,32 | 12,096 | 15,4 | 22,36 | 27,672 | 32,864 | 36,876 | 40,18 | 43,956 |

| No. golpes | CALCULADOS | | | CORREGIDOS | |
|------------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| | 0,1 | 0,2 | %COMFACT. | 0,1 | 0,2 |
| 56 | 40,65 | 72,75 | 97,3 | 67,74 | 68,89 |
| 28 | 29,56 | 53,67 | 91,9 | 41,99 | 51,01 |
| 14 | 15,40 | 27,67 | 87,6 | 21,88 | 26,20 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 28 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-4 HUECO: 4
 LOCALIZACION:



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 29 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: A-5 HUECO 6

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

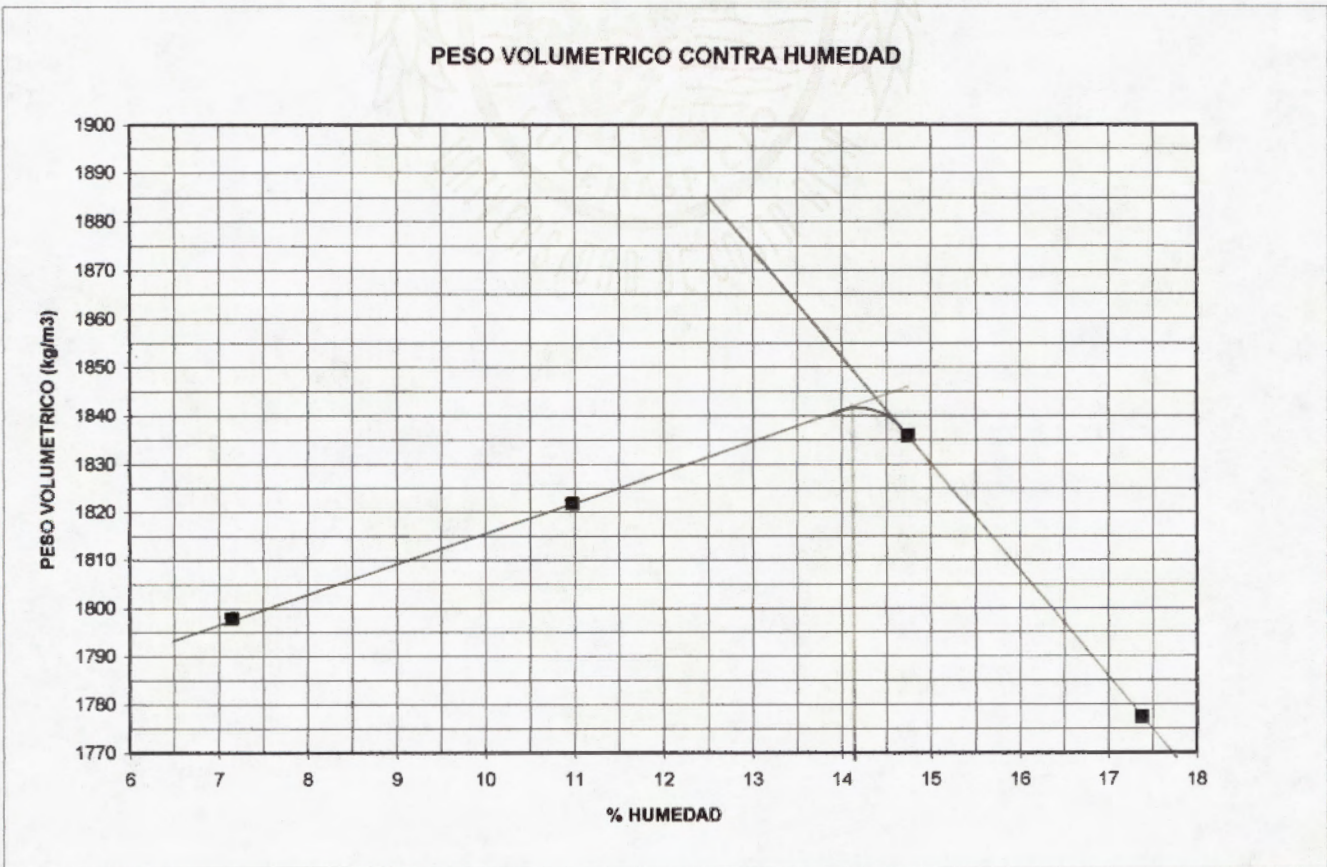
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 6031 | 6121 | 6201 | 6182 | | | |
| P molde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | | |
| Ww | 1819 | 1909 | 1989 | 1970 | | | |
| δ w | 1926 | 2022 | 2106 | 2086 | | | |
| δ s | 1798 | 1822 | 1836 | 1777 | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 65 | 18 | 4 | 16 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 431,2 | 503,9 | 464,6 | 558,5 |
| Ws + Wc | 409,4 | 466,5 | 421,0 | 494,3 |
| Ww | 21,8 | 37,4 | 43,8 | 64,2 |
| Wc | 104,5 | 125,7 | 125,3 | 125,0 |
| Ws | 304,9 | 340,8 | 295,7 | 369,3 |
| %W | 7,1 | 11,0 | 14,7 | 17,4 |

γ_{max} = 1842 kg/m³
W_{opt} = 14.1%



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 19 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:
 LOCALIZACION: SUBBASE
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: LASTRE GRIS
 MUESTRA No: A-6 HUECO # 5 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

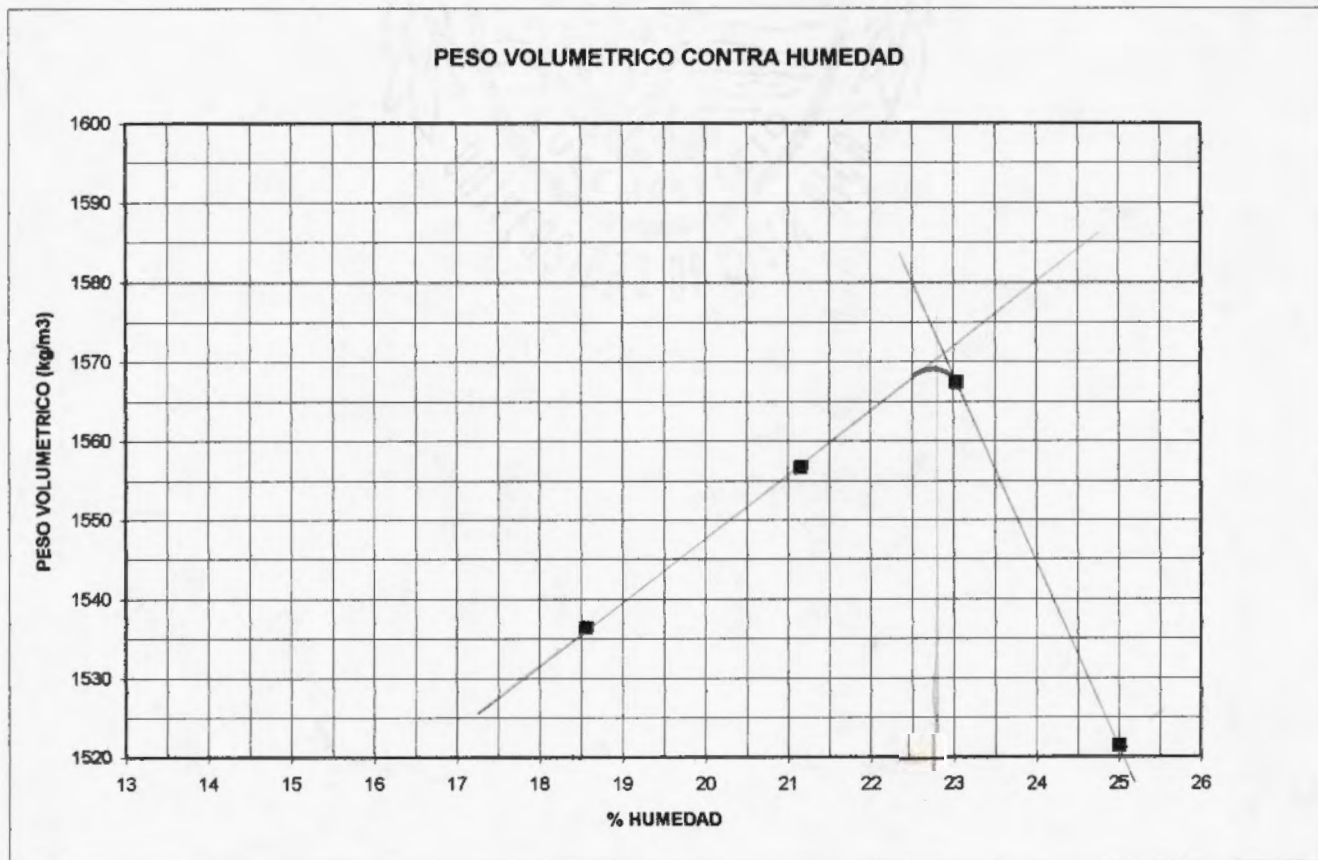
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 5932 | 5993 | 6093 | 6008 | | | |
| P molde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | | |
| Ww | 1720 | 1781 | 1821 | 1796 | | | |
| δ w | 1821 | 1886 | 1928 | 1902 | | | |
| δ s | 1536 | 1557 | 1567 | 1521 | | | |

$\gamma_{max} = 1568 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 22.8 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 53 | 51 | 49 | 19 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 308,7 | 446,7 | 412,3 | 587,1 |
| Ws + Wc | 266,2 | 375,6 | 342,6 | 495,4 |
| Ww | 42,5 | 71,1 | 69,7 | 91,7 |
| Wc | 37,5 | 39,6 | 40,0 | 128,8 |
| Ws | 228,7 | 336,0 | 302,6 | 366,6 |
| %W | 18,6 | 21,2 | 23,0 | 25,0 |



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 27 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

BASE

A - 1

HUECO

7

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

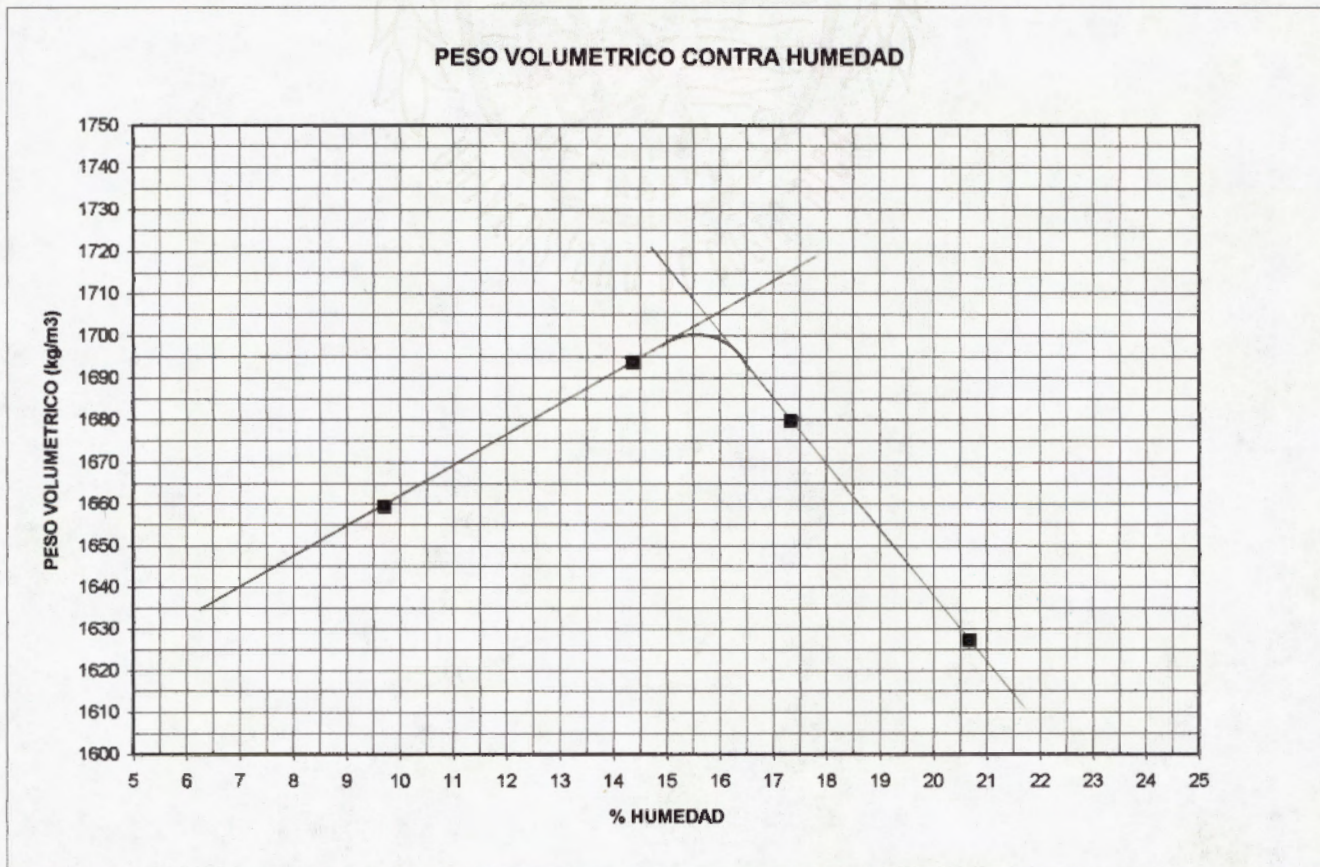
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde | 6066 | 5931 | 6041 | 6073 | | | |
| Pmolde | 4212 | 4212 | 4212 | 4212 | | | |
| Ww | 1854 | 1719 | 1829 | 1861 | | | |
| δ w | 1963 | 1820 | 1937 | 1971 | | | |
| δ s | 1627 | 1659 | 1693 | 1680 | | | |

$\gamma_{max} = 1700 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 15.5 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 36 | 70 | 27 | 73 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc | 484,9 | 513,0 | 459,8 | 401,2 |
| Ws + Wc | 408,6 | 478,7 | 418,2 | 347,8 |
| Ww | 76,3 | 34,3 | 41,6 | 53,4 |
| Wc | 39,6 | 125,4 | 128,8 | 39,8 |
| Ws | 369,0 | 353,3 | 289,4 | 308,0 |
| %W | 20,7 | 9,7 | 14,4 | 17,3 |



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: Base Fecha: 21-4-97
 Localización: A-1 Descripción Material: Lastre gris claro
 Remitido por: Espesor 12.0cms Profundidad: — Huevo: — 7

Límite Líquido :

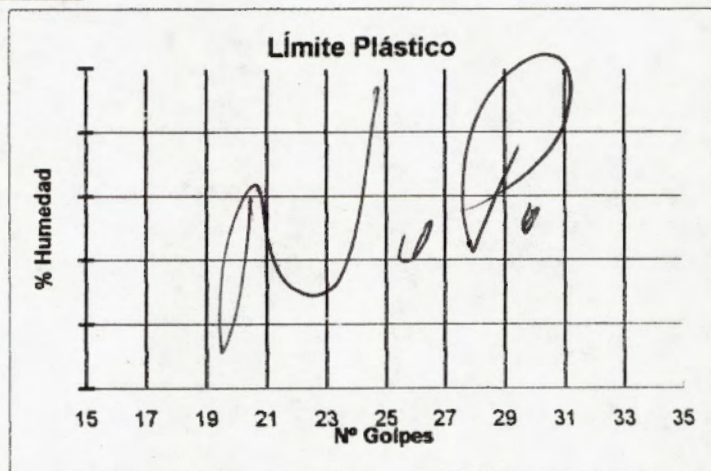
| Determinación N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---|---|---|---|---|
| Capsula N° | | | | | |
| N° de golpes | | | | | |
| Wc + Ww (g) | | | | | |
| Wc + Ws (g) | | | | | |
| W (g) | | | | | |
| Wc (g) | | | | | |
| Ws (g) | | | | | |
| %W (g) | | | | | |

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 : 9-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Firma] Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **19 DE MAYO DE 1997**
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

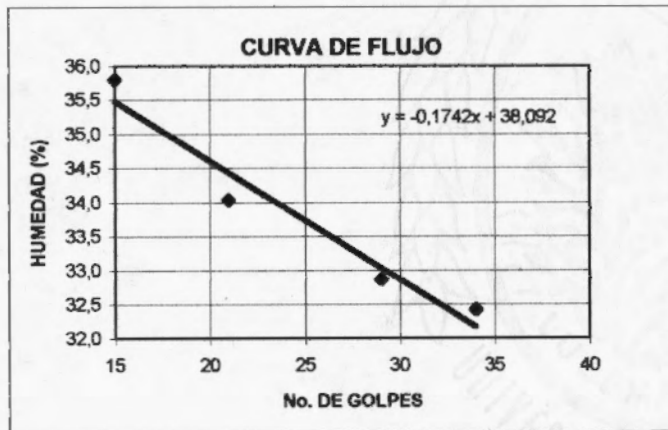
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: **A-2**
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBBASE**
 HUECO No: **1**

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 34 | 29 | 21 | 15 | |
| Wc + Ww (gr.) | 42,99 | 40,88 | 40,67 | 42,22 | |
| Wc + Ws (gr.) | 39,53 | 37,72 | 37,53 | 38,62 | |
| Ww | 3,462 | 3,154 | 3,135 | 3,598 | |
| Wc | 28,85 | 28,13 | 28,32 | 28,57 | |
| Ws | 10,68 | 9,595 | 9,21 | 10,05 | |
| % W | 32,4 | 32,9 | 34,0 | 35,8 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 57 | 53 | 4 |
| Wc + Ww (gr.) | 14,01 | 14,5 | 14,38 |
| Wc + Ws (gr.) | 13,48 | 13,83 | 13,73 |
| Ww | 0,534 | 0,669 | 0,652 |
| Wc | 11,05 | 11,19 | 11,15 |
| Ws | 2,425 | 2,646 | 2,575 |
| % W | 22,0 | 25,3 | 25,3 |
| PROMEDIO | | | 25,3 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 33,7 |
| LIMITE PLASTICO | 25,3 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 8,4 |

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **8 DE MAYO DE 1997**
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

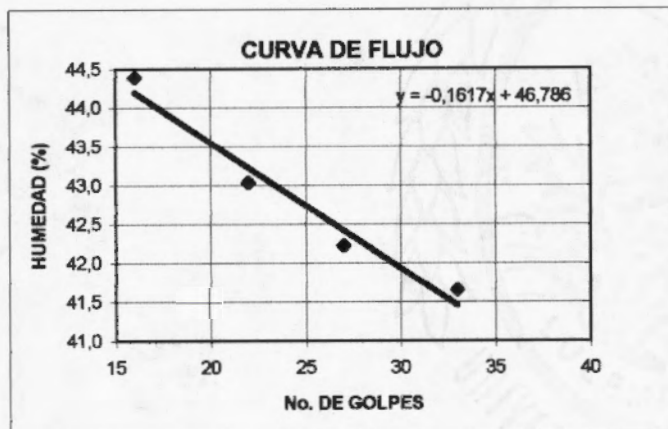
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No: **A-2**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **1**

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 33 | 27 | 22 | 16 | |
| Wc + Ww (gr.) | 43,97 | 43,15 | 41,98 | 42,42 | |
| Wc + Ws (gr.) | 39,53 | 38,76 | 37,95 | 38,25 | |
| Ww | 4,442 | 4,392 | 4,037 | 4,172 | |
| Wc | 28,87 | 28,36 | 28,57 | 26,85 | |
| Ws | 10,67 | 10,4 | 9,38 | 9,398 | |
| % W | 41,6 | 42,2 | 43,0 | 44,4 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 5 | 13 | 21 |
| Wc + Ww (gr.) | 10,14 | 11,89 | 11,04 |
| Wc + Ws (gr.) | 9,522 | 10,86 | 10,25 |
| Ww | 0,618 | 1,027 | 0,792 |
| Wc | 7,045 | 6,774 | 7,037 |
| Ws | 2,477 | 4,086 | 3,208 |
| % W | 24,9 | 25,1 | 24,7 |
| PROMEDIO | | | 24,9 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 42,7 |
| LIMITE PLASTICO | 24,9 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 17,8 |

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° _____ FECHA 22-4-97
 LOCALIZACION Mano. San Jose
 MUESTRA N° A-2 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #8
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre gris claro muy fino

LIMITE LIQUIDO

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

NO MENCLATURA

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

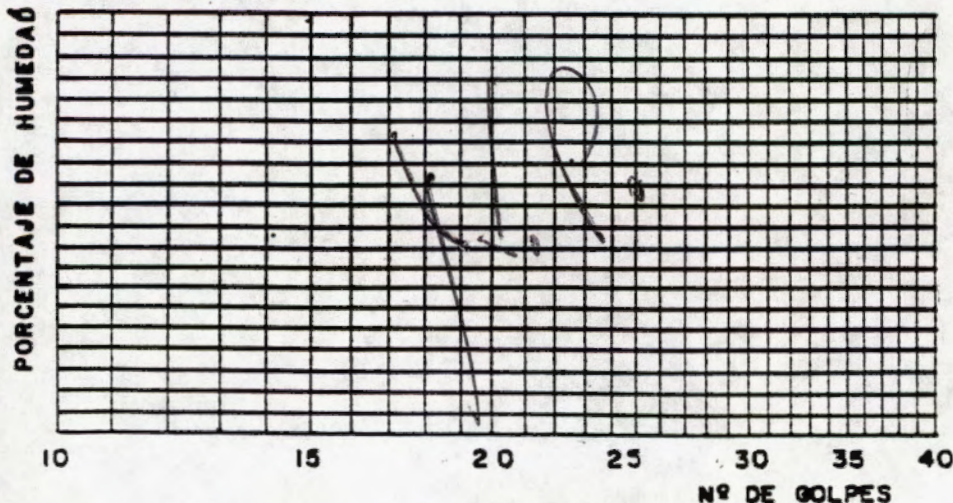
LIMITE PLASTICO

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

LIMITE DE CONTRACCION

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

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

| |
|------|
| LL = |
| LP = |
| IP = |
| LC = |

OBSERVACIONES: _____

 EXPERIMENTADOR: _____
 REVISADO POR: _____

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

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

20-5-97
 Mano

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

LIMITES DE ATTERBERG

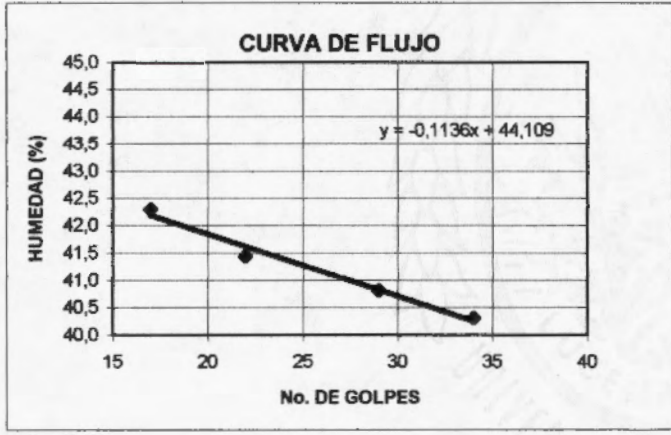
FECHA: 14 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO MEDIANA PLASTICIDAD
 MUESTRA No: A - 2
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 HUECO No: # 8

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 34 | 29 | 22 | 17 | |
| Wc + Ww (gr.) | 31,32 | 33,82 | 33,18 | 35,07 | |
| Wc + Ws (gr.) | 27,05 | 29,37 | 28,90 | 30,19 | |
| Ww | 4,274 | 4,446 | 4,278 | 4,881 | |
| Wc | 16,44 | 18,48 | 18,58 | 18,65 | |
| Ws | 10,61 | 10,89 | 10,32 | 11,54 | |
| % W | 40,3 | 40,8 | 41,4 | 42,3 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 55 | 3 | 43 |
| Wc + Ww (gr.) | 14,48 | 14,31 | 14,06 |
| Wc + Ws (gr.) | 13,84 | 13,68 | 13,51 |
| Ww | 0,634 | 0,635 | 0,548 |
| Wc | 11,05 | 10,89 | 11,1 |
| Ws | 2,788 | 2,793 | 2,411 |
| % W | 22,7 | 22,7 | 22,7 |
| PROMEDIO | | | 22,7 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 41,3 |
| LIMITE PLASTICO | 22,7 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 18,5 |

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA Nº Munic. San José FECHA —
 LOCALIZACION —
 MUESTRA Nº A-3 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #3
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre amarillento (poco fino)

LIMITE LIQUIDO

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

NO MENCLATURA

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

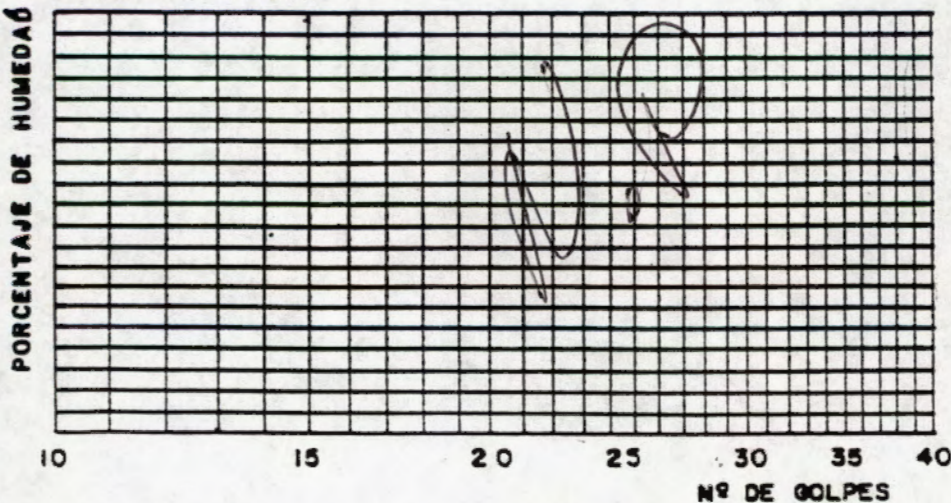
LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION Nº | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|
| RECIPIENTE Nº | | | |
| Wc + Ww (gr.) | | | |
| Wc + Ws | | | |
| W | | | |
| Wc | | | |
| Ws | | | |
| % W | | | |

LIMITE DE CONTRACCION

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

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

| |
|------|
| LL = |
| LP = |
| IP = |
| LC = |

OBSERVACIONES: _____

 EXPERIMENTADOR: _____
 REVISADO POR: _____

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

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

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **8 DE MAYO DE 1997**
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

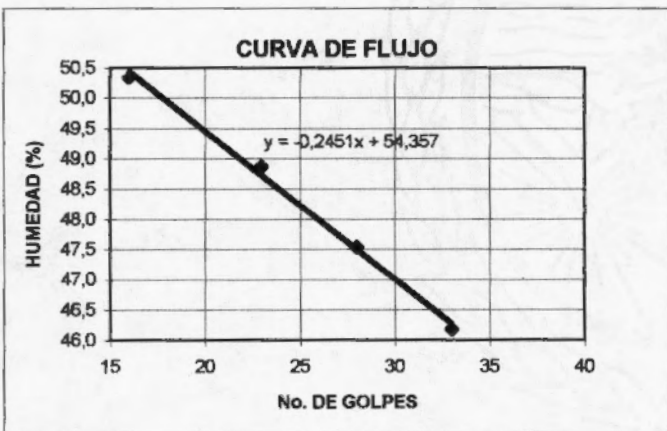
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO CAFE OSCURO**
MUESTRA No: **A-3**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **3**

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 33 | 28 | 23 | 16 | |
| Wc + Ww (gr.) | 33,08 | 31,83 | 31,69 | 32,94 | |
| Wc + Ws (gr.) | 28,59 | 27,56 | 26,69 | 28,18 | |
| Ww | 4,493 | 4,271 | 5,005 | 4,765 | |
| Wc | 18,86 | 18,58 | 16,44 | 18,71 | |
| Ws | 9,729 | 8,985 | 10,24 | 9,466 | |
| % W | 46,2 | 47,5 | 48,9 | 50,3 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 54 | 57 | 4 |
| Wc + Ww (gr.) | 13,65 | 14,41 | 14,91 |
| Wc + Ws (gr.) | 12,72 | 13,66 | 14,07 |
| Ww | 0,938 | 0,751 | 0,842 |
| Wc | 9,453 | 11,05 | 11,15 |
| Ws | 3,262 | 2,608 | 2,914 |
| % W | 28,8 | 28,8 | 28,9 |
| PROMEDIO | | | 28,8 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 52,5 |
| LIMITE PLASTICO | 28,8 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 23,6 |

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: 14-5-97
 Localización: A-4 Descripción Material: lastro varaduzco
 Remitido por: Esp. 26.0 Profundidad: _____ Huevo: #4

Límite Líquido :

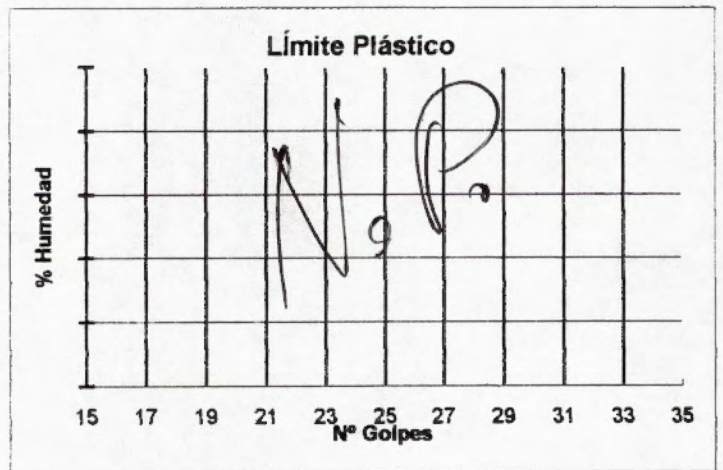
| Determinación N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---|---|---|---|---|
| Capsula N° | | | | | |
| N° de golpes | | | | | |
| Wc + Ww (g) | | | | | |
| Wc + Ws (g) | | | | | |
| W (g) | | | | | |
| Wc (g) | | | | | |
| Ws (g) | | | | | |
| %W (g) | | | | | |

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 : 19-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : Mango Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 15 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

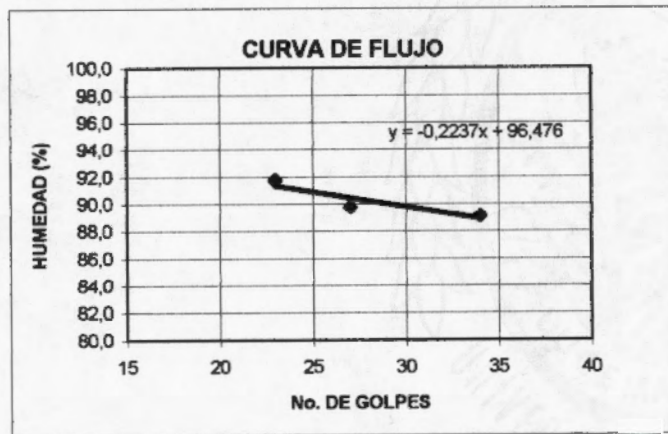
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No: A-4
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: # 4

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 34 | 27 | 23 | 17 | |
| Wc + Ww (gr.) | 32,88 | 31,09 | 32,21 | 31,44 | |
| Wc + Ws (gr.) | 26,14 | 24,16 | 25,82 | 25,13 | |
| Ww | 6,737 | 6,928 | 6,39 | 6,309 | |
| Wc | 18,58 | 16,44 | 18,86 | 18,71 | |
| Ws | 7,56 | 7,718 | 6,964 | 6,417 | |
| % W | 89,1 | 89,8 | 91,8 | 98,3 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 13 | 5 | 21 |
| Wc + Ww (gr.) | 9,919 | 9,609 | 9,724 |
| Wc + Ws (gr.) | 9,396 | 9,168 | 9,262 |
| Ww | 0,523 | 0,441 | 0,462 |
| Wc | 6,774 | 7,045 | 7,037 |
| Ws | 2,622 | 2,123 | 2,225 |
| % W | 19,9 | 20,8 | 20,8 |
| PROMEDIO | | | 20,5 |



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 90,9
LIMITE PLASTICO 20,5
INDICE DE PLASTICIDAD 70,4

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: 14-5-97
 Localización: A-5 Descripción Material: León gris-blancuzco
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Huevo: #6

Límite Líquido :

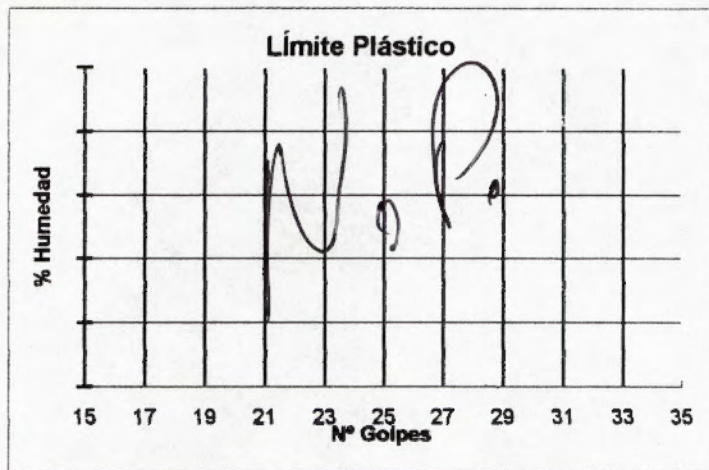
| Determinación N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---|---|---|---|---|
| Capsula N° | | | | | |
| N° de golpes | | | | | |
| Wc + Ww (g) | | | | | |
| Wc + Ws (g) | | | | | |
| W (g) | | | | | |
| Wc (g) | | | | | |
| Ws (g) | | | | | |
| %W (g) | | | | | |

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 : 19-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Signature] Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 13 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

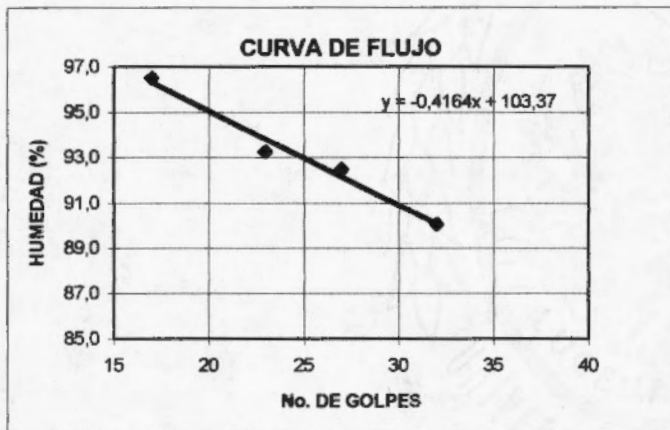
DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO ALTA PLASTICIDAD GRIS OSCURO
 MUESTRA No: A - 5
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 HUECO No: # 6

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 32 | 27 | 23 | 17 | |
| Wc + Ww (gr.) | 36,06 | 31,47 | 30,81 | 31,82 | |
| Wc + Ws (gr.) | 30,06 | 25,41 | 24,91 | 25,39 | |
| Ww | 6,008 | 6,059 | 5,903 | 6,439 | |
| Wc | 23,38 | 18,86 | 18,58 | 18,71 | |
| Ws | 6,673 | 6,552 | 6,331 | 6,672 | |
| % W | 90,0 | 92,5 | 93,2 | 96,5 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 54 | 4 | 57 |
| Wc + Ww (gr.) | 12,68 | 14,09 | 14,51 |
| Wc + Ws (gr.) | 12,14 | 13,57 | 13,93 |
| Ww | 0,546 | 0,519 | 0,575 |
| Wc | 9,453 | 11,15 | 11,05 |
| Ws | 2,685 | 2,418 | 2,879 |
| % W | 20,3 | 21,5 | 20,0 |
| PROMEDIO | | | 20,6 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 93,0 |
| LIMITE PLASTICO | 20,6 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 72,4 |

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 CLARO**
 MUESTRA No: **A-8**
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**
 HUECO No: **# 5**

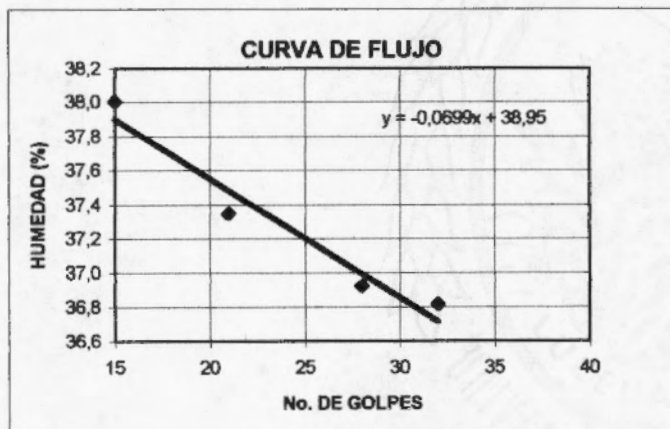
LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 32 | 28 | 21 | 15 | |
| Wc + Ww (gr.) | 31,3 | 30,25 | 32,13 | 30,72 | |
| Wc + Ws (gr.) | 27,9 | 27,18 | 28,52 | 27,45 | |
| Ww | 3,405 | 3,063 | 3,609 | 3,265 | |
| Wc | 18,65 | 18,89 | 18,86 | 18,86 | |
| Ws | 9,249 | 8,296 | 9,663 | 8,591 | |
| % W | 36,8 | 36,9 | 37,3 | 38,0 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 43 | 37 | 55 |
| Wc + Ww (gr.) | 14,44 | 12,3 | 14,27 |
| Wc + Ws (gr.) | 13,63 | 11,51 | 13,5 |
| Ww | 0,814 | 0,79 | 0,777 |
| Wc | 11,1 | 9,094 | 11,05 |
| Ws | 2,523 | 2,419 | 2,441 |
| % W | 32,3 | 32,7 | 31,8 |

PROMEDIO 32,3



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 37,2
 LIMITE PLASTICO 32,3
 INDICE DE PLASTICIDAD 5,0

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 15 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

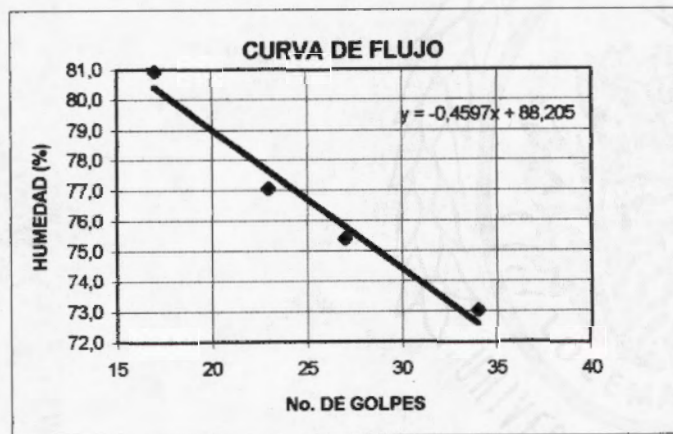
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-6
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 HUECO No: # 5

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES | 34 | 27 | 23 | 17 | |
| Wc + Ww (gr.) | 30,99 | 32,04 | 38,49 | 31,82 | |
| Wc + Ws (gr.) | 25,71 | 26,39 | 31,87 | 25,96 | |
| Ww | 5,279 | 5,654 | 6,618 | 5,851 | |
| Wc | 18,48 | 18,89 | 23,28 | 18,73 | |
| Ws | 7,23 | 7,5 | 8,588 | 7,23 | |
| % W | 73,0 | 75,4 | 77,1 | 80,9 | |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No. | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No. | 36 | 37 | 53 |
| Wc + Ww (gr.) | 12,68 | 12,59 | 14,54 |
| Wc + Ws (gr.) | 11,99 | 11,85 | 13,83 |
| Ww | 0,698 | 0,747 | 0,706 |
| Wc | 9,354 | 9,094 | 11,19 |
| Ws | 2,632 | 2,752 | 2,644 |
| % W | 26,5 | 27,1 | 26,7 |
| PROMEDIO | | | 26,8 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 76,7 |
| LIMITE PLASTICO | 26,8 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 49,9 |

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 : A-1 HUECO: 7

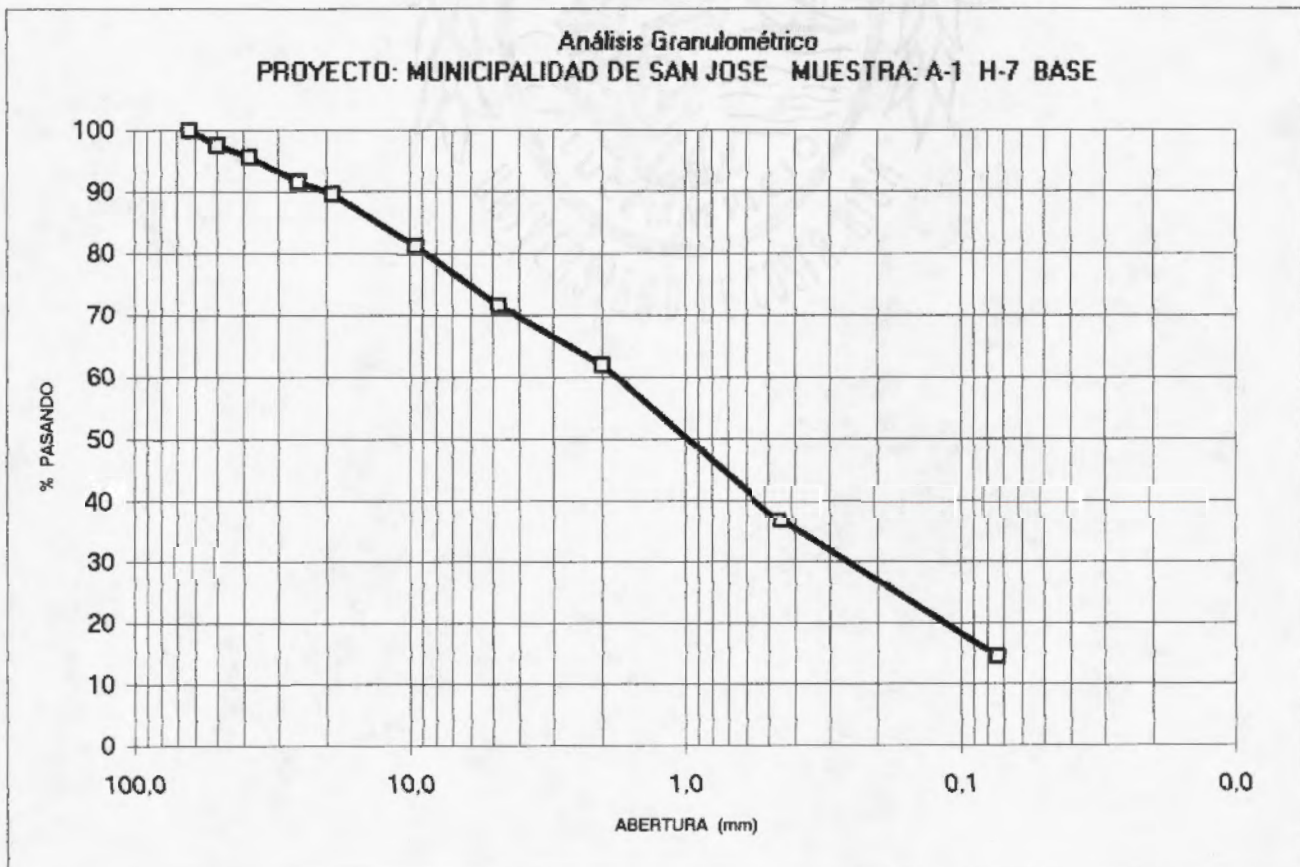
MUESTRA : BASE LASTRE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 17164,0 g.

PESO FINAL: 14691,8 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 2 1/2" | 63,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2" | 50,0 | 417,3 | 2,4 | 2,4 | 97,6 |
| 1 1/2" | 38,1 | 328,7 | 1,9 | 4,3 | 95,7 |
| 1" | 25,4 | 705,4 | 4,1 | 8,5 | 91,5 |
| 3/4" | 19,1 | 320,1 | 1,9 | 10,3 | 89,7 |
| 3/8" | 9,5 | 1452,4 | 8,5 | 18,8 | 81,2 |
| #4 | 4,75 | 1645,3 | 9,6 | 28,4 | 71,6 |
| #10 | 2,00 | 1640,3 | 9,6 | 37,9 | 62,1 |
| #40 | 0,45 | 4337,0 | 25,3 | 63,2 | 36,8 |
| #200 | 0,074 | 3833,9 | 22,3 | 85,5 | 14,5 |



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 : A-1 HUECO: H 7

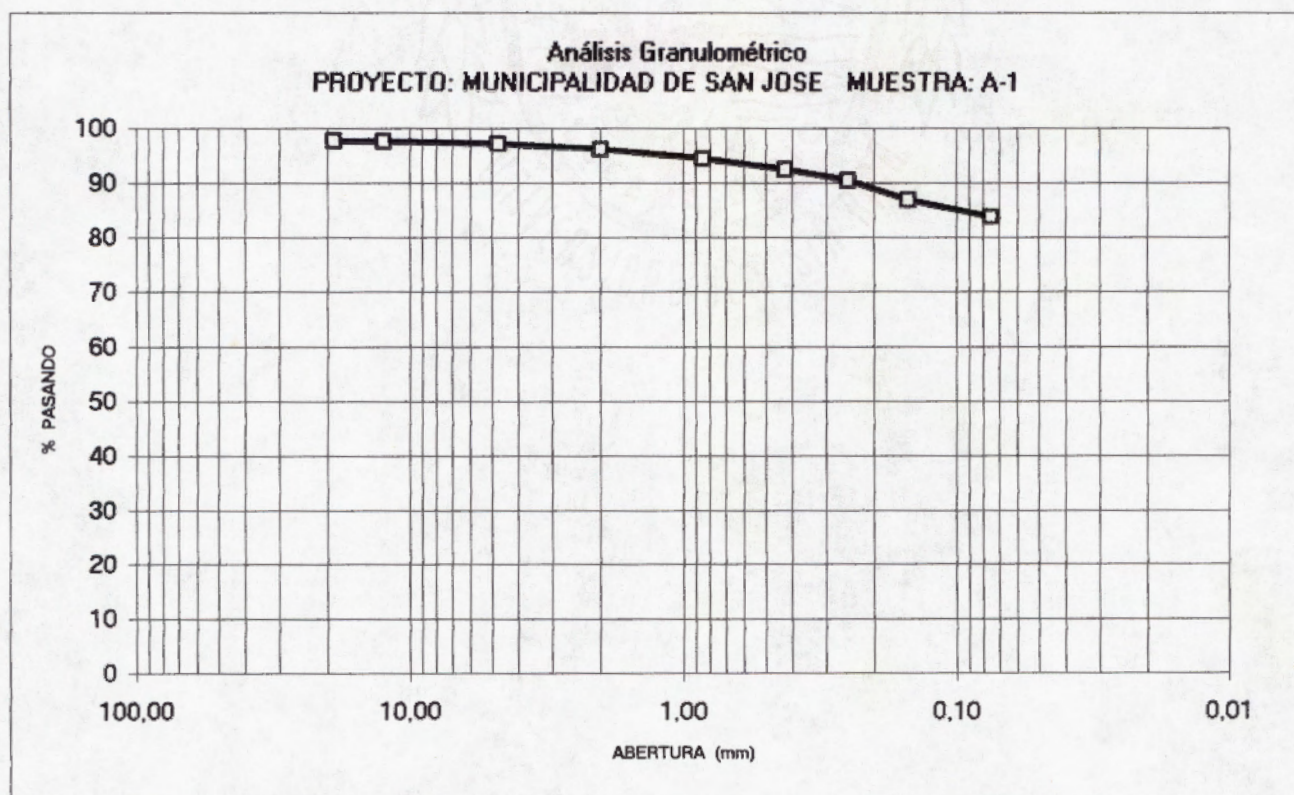
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 561,4 g.

PESO FINAL: 90,5 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 3/4 | 19,00 | 12,7 | 2,3 | 2,3 | 97,7 |
| 1/2 | 12,50 | 0,7 | 0,1 | 2,4 | 97,6 |
| #4 | 4,75 | 2,6 | 0,5 | 2,9 | 97,1 |
| #10 | 2,00 | 5,6 | 1,0 | 3,8 | 96,2 |
| #20 | 0,85 | 9,9 | 1,8 | 5,6 | 94,4 |
| #40 | 0,43 | 11,2 | 2,0 | 7,6 | 92,4 |
| #60 | 0,25 | 11,0 | 2,0 | 9,6 | 90,4 |
| #100 | 0,15 | 19,9 | 3,5 | 13,1 | 86,9 |
| #200 | 0,075 | 17,3 | 3,1 | 16,2 | 83,8 |



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 : A-2 HUECO: 1

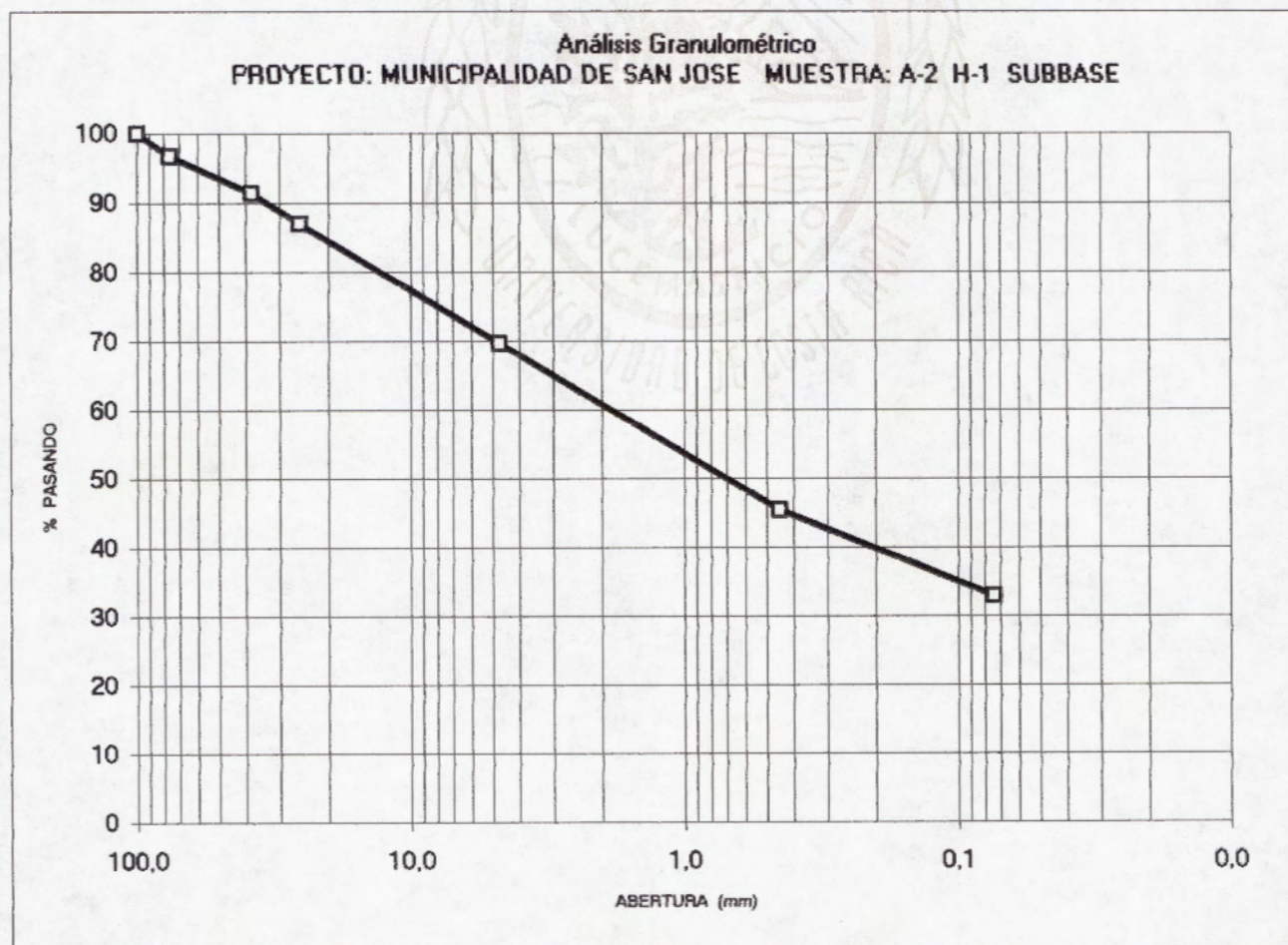
MUESTRA : SUBBASE
UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9838,0 g.

PESO FINAL: 6600,9 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 4" | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3" | 76,2 | 329,1 | 3,3 | 3,3 | 96,7 |
| 1 1/2" | 38,1 | 519,3 | 5,3 | 8,6 | 91,4 |
| 1" | 25,4 | 435,0 | 4,4 | 13,0 | 87,0 |
| #4 | 4,75 | 1702,8 | 17,3 | 30,4 | 69,6 |
| #40 | 0,45 | 2382,4 | 24,2 | 54,6 | 45,4 |
| #200 | 0,074 | 1221,4 | 12,4 | 67,0 | 33,0 |



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 : A-2 HUECO: # 1

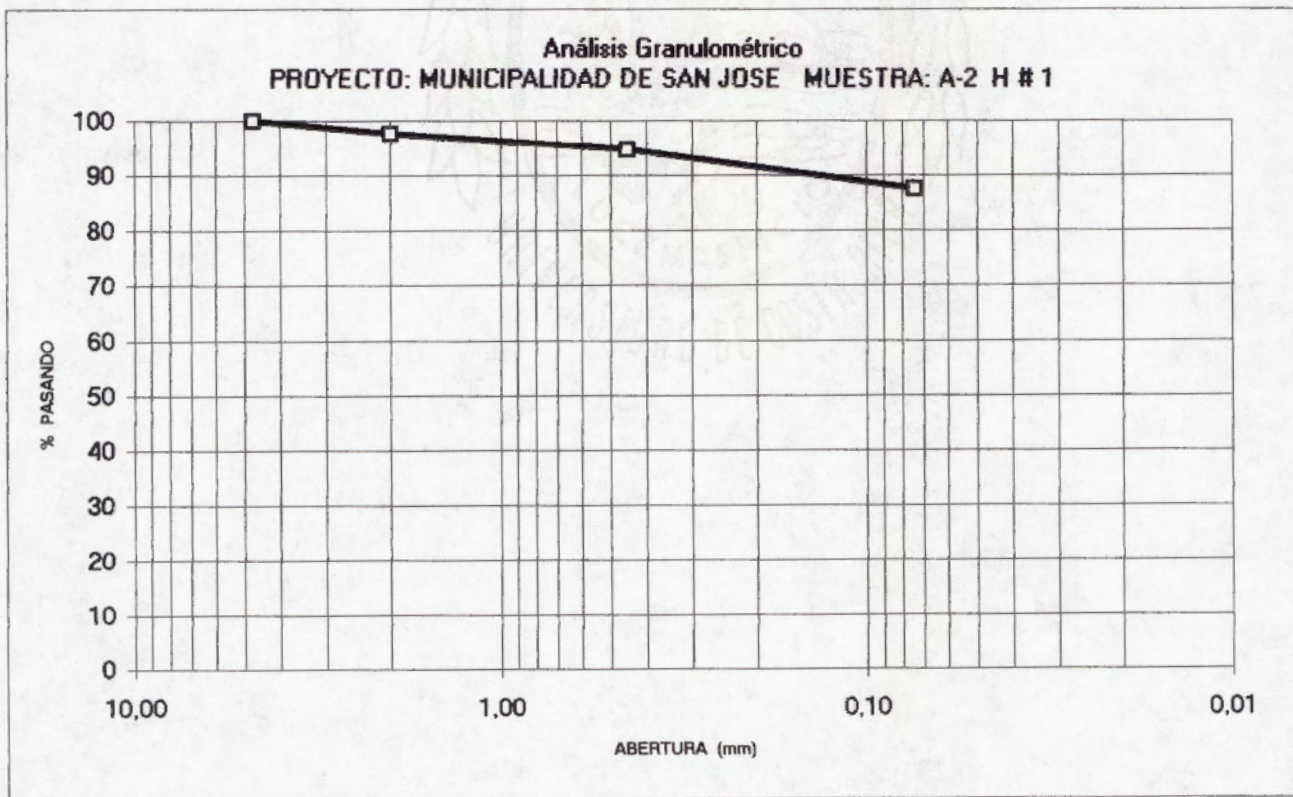
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 516,3 g.

PESO FINAL: 123,0 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 | 12,1 | 2,4 | 2,4 | 97,6 |
| #10 | 2,00 | 15,3 | 3,0 | 5,3 | 94,7 |
| #40 | 0,45 | 36,6 | 7,1 | 12,4 | 87,6 |
| #200 | 0,074 | 59,1 | 11,5 | 23,9 | 76,1 |



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 : A-2 HUECO: 8

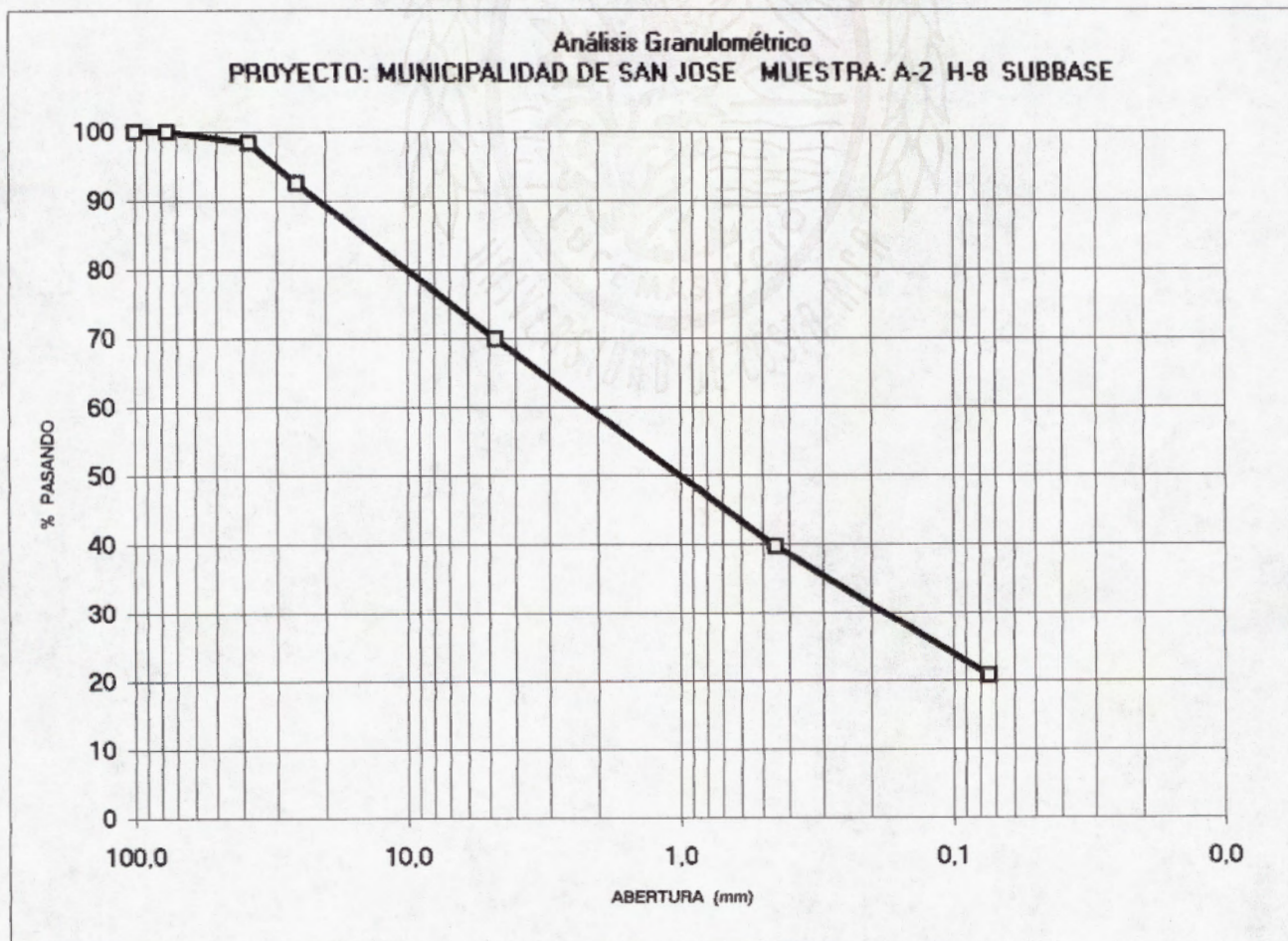
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6301,0 g.

PESO FINAL: 5006,0 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 4" | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3" | 76,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 1 1/2" | 38,1 | 103,1 | 1,6 | 1,6 | 98,4 |
| 1" | 25,4 | 367,5 | 5,8 | 7,5 | 92,5 |
| #4 | 4,75 | 1427,6 | 22,7 | 30,1 | 69,9 |
| #40 | 0,45 | 1899,8 | 30,1 | 60,3 | 39,7 |
| #200 | 0,074 | 1191,2 | 18,9 | 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 10 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : A-3 HUECO: 3

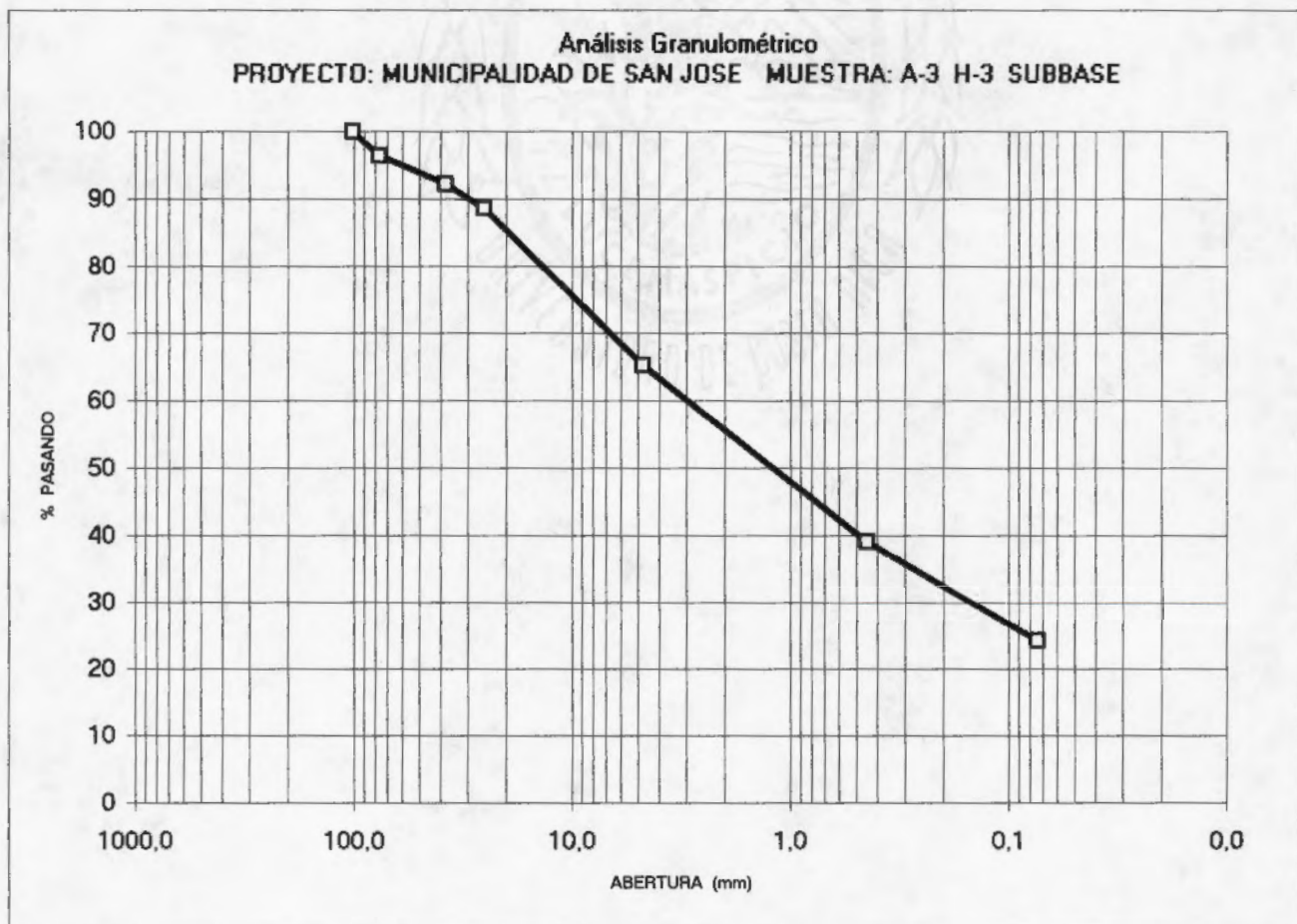
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8187,0 g.

PESO FINAL: 6206,9 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 4" | 101,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3" | 76,2 | 300,0 | 3,7 | 3,7 | 96,3 |
| 1 1/2 " | 38,1 | 340,1 | 4,2 | 7,8 | 92,2 |
| 1" | 25,4 | 288,9 | 3,5 | 11,3 | 88,7 |
| #4 | 4,75 | 1916,6 | 23,4 | 34,8 | 65,2 |
| #40 | 0,45 | 2137,3 | 26,1 | 60,9 | 39,1 |
| #200 | 0,074 | 1217,5 | 14,9 | 75,7 | 24,3 |



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 : A-3 HUECO: # 3

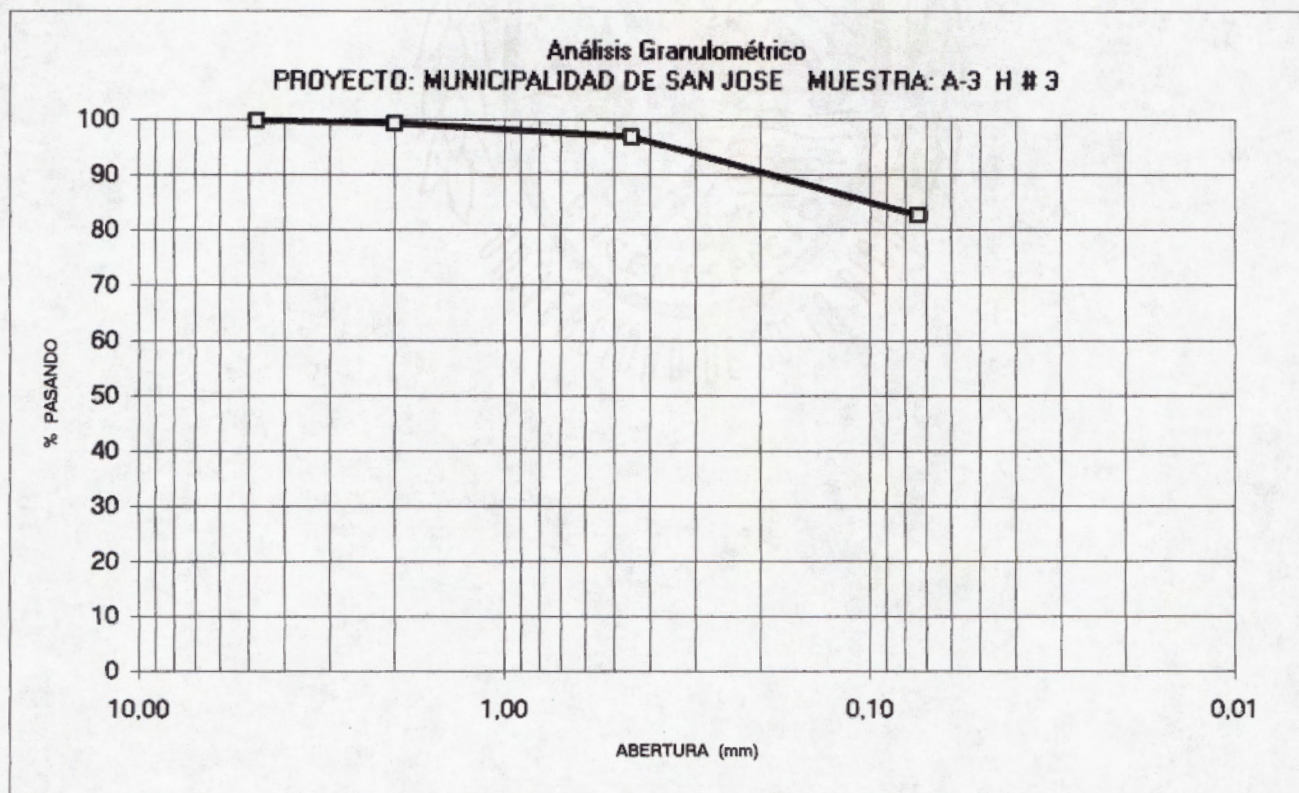
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 571,7 g.

PESO FINAL: 98,5 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| #4 | 4,75 | 1,2 | 0,2 | 0,2 | 99,8 |
| #10 | 2,00 | 2,4 | 0,4 | 0,6 | 99,4 |
| #40 | 0,45 | 14,0 | 2,4 | 3,1 | 96,9 |
| #200 | 0,074 | 80,9 | 14,2 | 17,2 | 82,8 |



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 : A-4 HUECO: 4

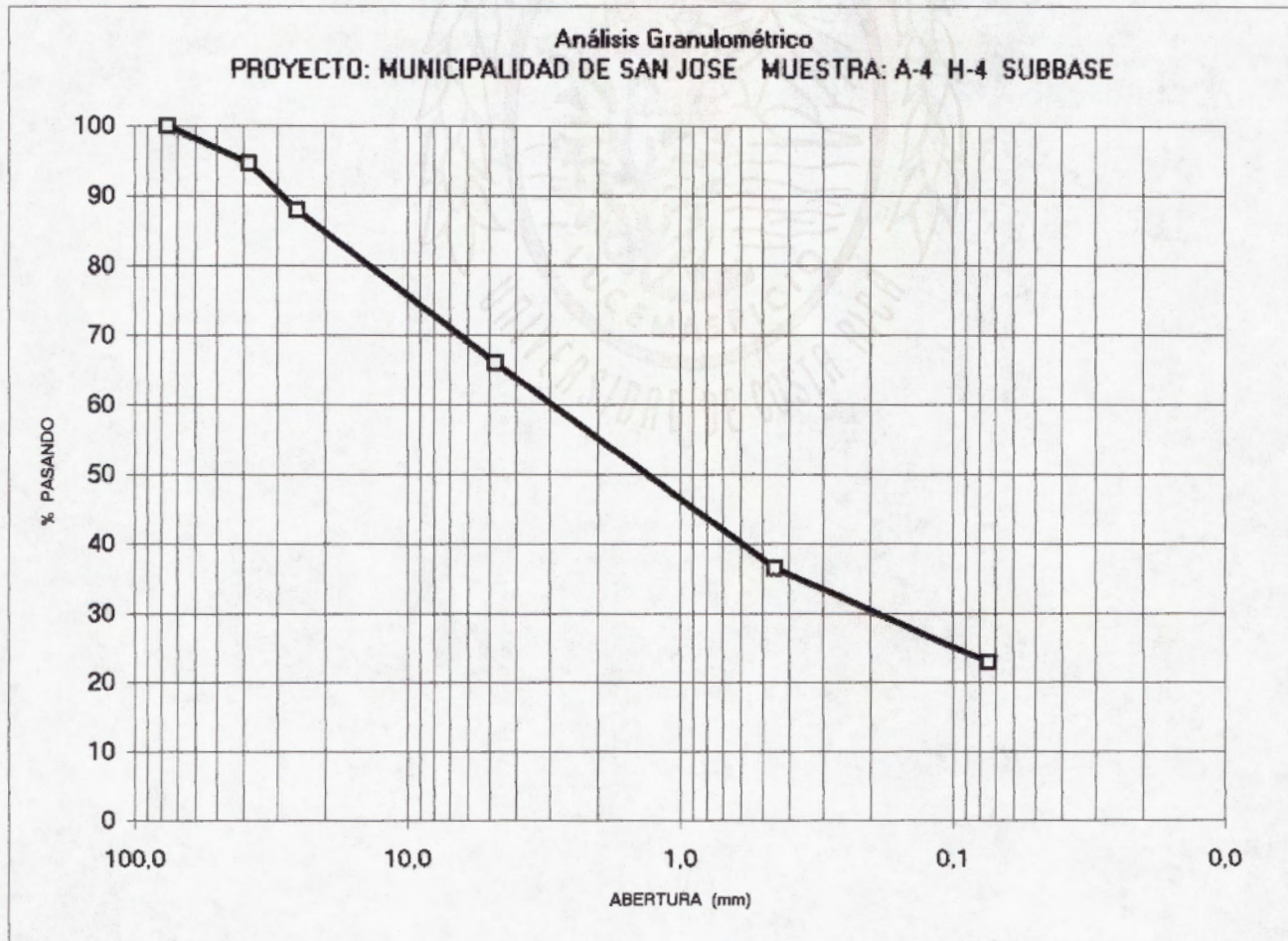
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9084,0 g.

PESO FINAL: 7049,1 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 3" | 76,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 1 1/2 " | 38,1 | 480,0 | 5,3 | 5,3 | 94,7 |
| 1" | 25,4 | 611,5 | 6,7 | 12,0 | 88,0 |
| #4 | 4,75 | 1993,8 | 21,9 | 34,0 | 66,0 |
| #40 | 0,45 | 2680,4 | 29,5 | 63,5 | 36,5 |
| #200 | 0,074 | 1238,7 | 13,6 | 77,1 | 22,9 |



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 : A-4 HUECO: # 4

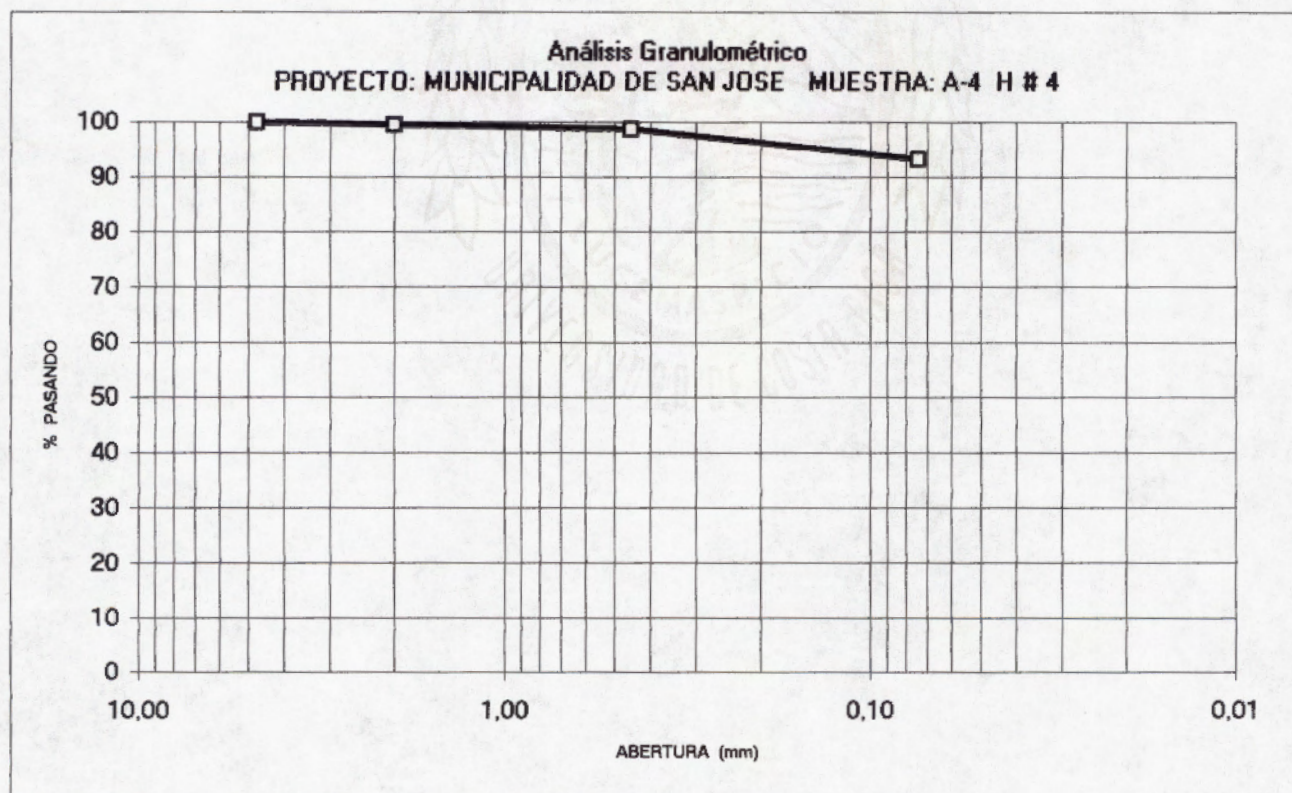
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 557,0 g.

PESO FINAL: 38,1 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| #4 | 4,75 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| #10 | 2,00 | 2,6 | 0,5 | 0,5 | 99,5 |
| #40 | 0,45 | 4,3 | 0,8 | 1,3 | 98,7 |
| #200 | 0,074 | 30,9 | 5,6 | 6,8 | 93,2 |



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 : A-5 HUECO: 6

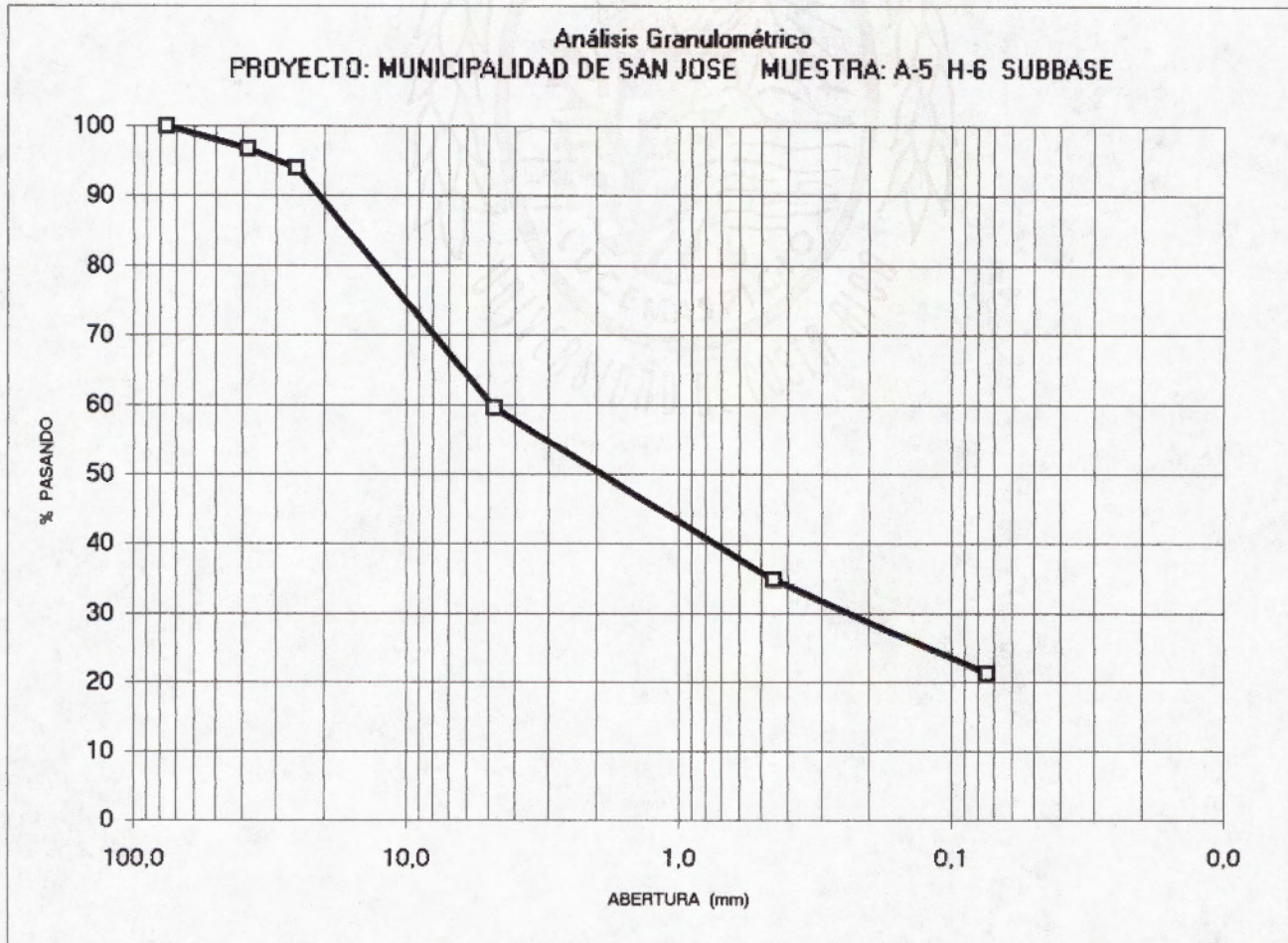
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6167,0 g.

PESO FINAL: 4881,4 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| 3" | 76,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 1 1/2 " | 38,1 | 199,8 | 3,2 | 3,2 | 96,8 |
| 1" | 25,4 | 167,1 | 2,7 | 5,9 | 94,1 |
| #4 | 4,75 | 2124,5 | 34,4 | 40,4 | 59,6 |
| #40 | 0,45 | 1530,0 | 24,8 | 65,2 | 34,8 |
| #200 | 0,074 | 834,8 | 13,5 | 78,7 | 21,3 |



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 : A-5 HUECO: # 60

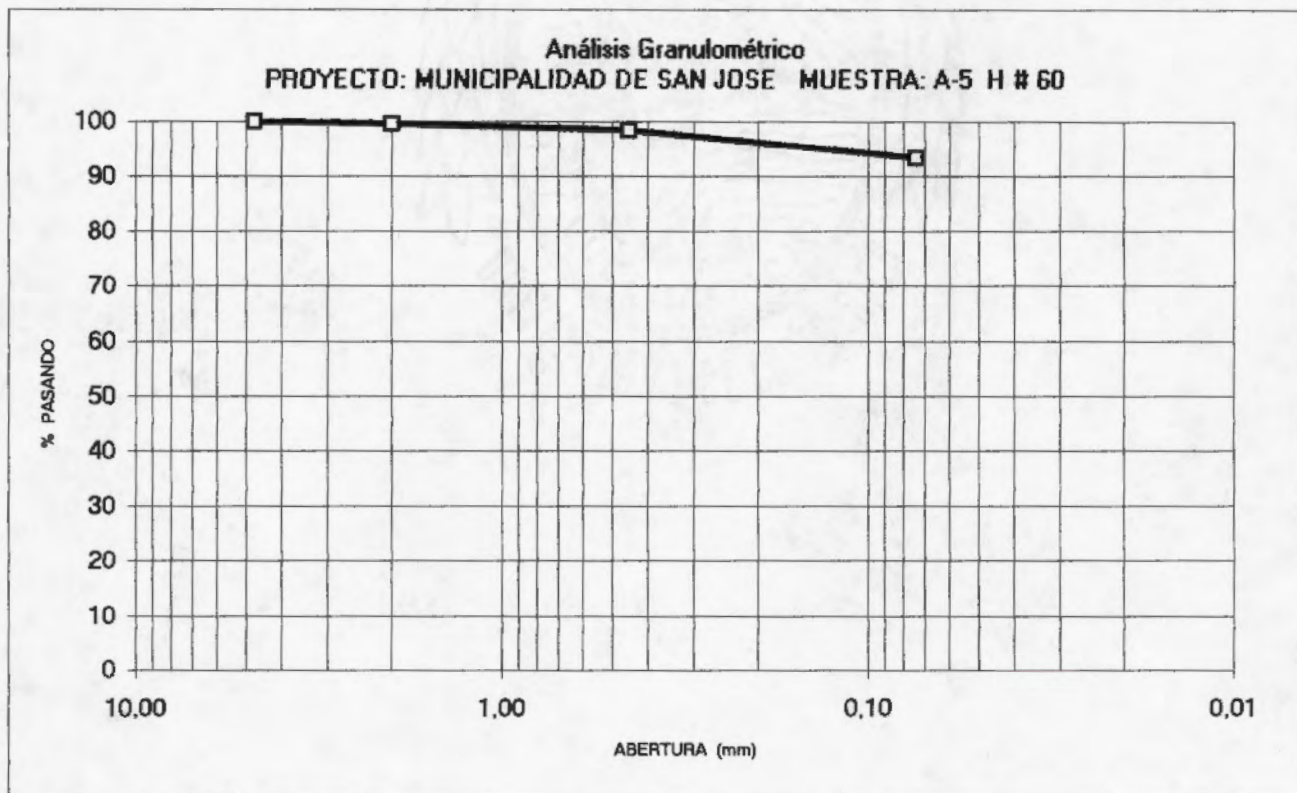
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 627,2 g.

PESO FINAL: 41,6 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| #4 | 4,75 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| #10 | 2,00 | 2,2 | 0,4 | 0,4 | 99,6 |
| #40 | 0,45 | 7,2 | 1,2 | 1,5 | 98,5 |
| #200 | 0,074 | 32,0 | 5,1 | 6,6 | 93,4 |



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: A-6 HUECO: 5

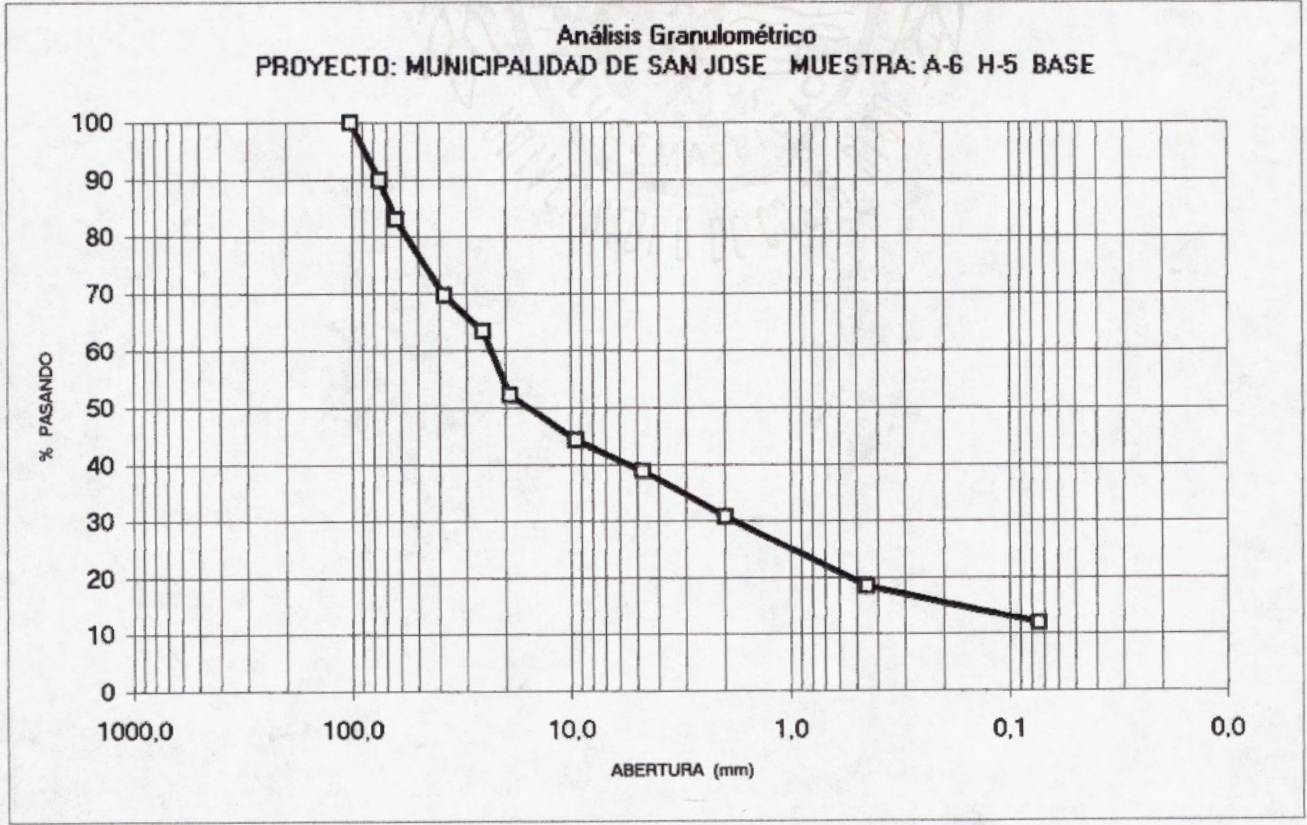
MUESTRA: BASE
 UBICACION:

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8905,0 g

PESO FINAL: 7853,2 g

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|--------------------|---------------|---------------|--------|------------|--------|
| 4" | 101,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3" | 75,0 | 896,5 | 10,1 | 10,1 | 89,9 |
| 2 1/2" | 63,0 | 617,7 | 6,9 | 17,0 | 83,0 |
| 1 1/2" | 38,1 | 1180,2 | 13,3 | 30,3 | 69,7 |
| 1" | 25,4 | 553,6 | 6,2 | 36,5 | 63,5 |
| 3/4" | 19,1 | 999,7 | 11,2 | 47,7 | 52,3 |
| 3/8" | 9,5 | 710,3 | 8,0 | 55,7 | 44,3 |
| #4 | 4,75 | 480,8 | 5,4 | 61,1 | 38,9 |
| #10 | 2,00 | 725,3 | 8,1 | 69,2 | 30,8 |
| #40 | 0,45 | 1093,0 | 12,3 | 81,5 | 18,5 |
| #200 | 0,074 | 586,6 | 6,6 | 88,1 | 11,9 |



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 : A-6 HUECO: # 5

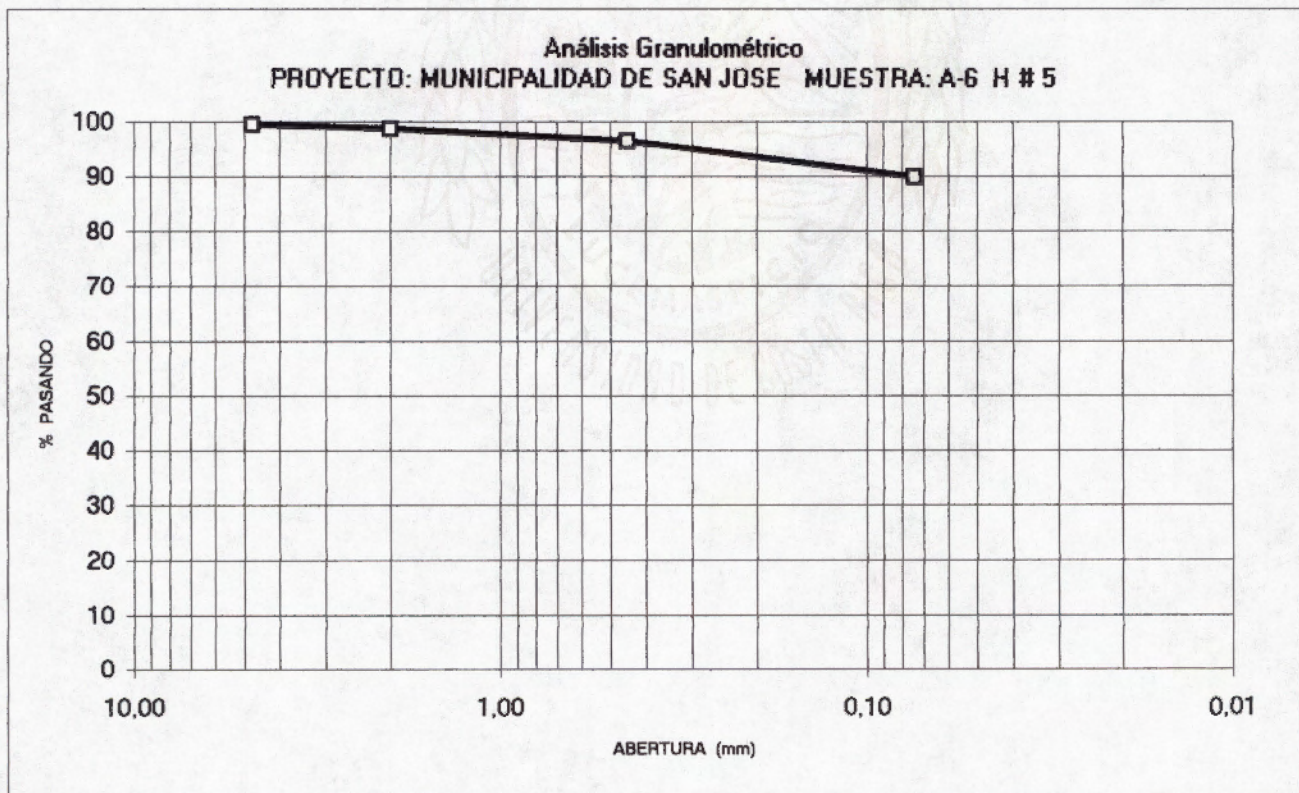
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 332,1 g.

PESO FINAL: 33,4 g.

| Identificac. Malla | Abertura (mm) | Peso Ret. (g) | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|------------|--------|
| #4 | 4,75 | 1,5 | 0,4 | 0,4 | 99,6 |
| #10 | 2,00 | 2,8 | 0,8 | 1,3 | 98,7 |
| #40 | 0,45 | 7,4 | 2,2 | 3,5 | 96,5 |
| #200 | 0,074 | 21,8 | 6,6 | 10,1 | 89,9 |



ANEXO 3

PERFIL DE DEFLEXIONES

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

ZONA :HATILLO

RUTA : A1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

| PUNTO N ^o | DEFLEXION 0.01mm | DEFLEXION mm*10 ⁻² | TEMPER PAVIM (°C) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | 38 | 76 | 32 |
| 2 | 58 | 117 | 32 |
| 3 | 66 | 132 | 32 |
| 4 | 51 | 102 | 32 |
| 5 | 48 | 97 | 32 |
| 6 | 61 | 122 | 32 |
| 7 | 33 | 66 | 32 |
| 8 | 58 | 117 | 32 |
| 9 | 53 | 107 | 32 |
| 10 | 66 | 132 | 32 |
| 11 | 51 | 102 | 32 |
| 12 | 61 | 122 | 32 |
| 13 | 51 | 102 | 31 |
| 14 | 53 | 107 | 31 |
| 15 | 48 | 97 | 31 |
| 16 | 84 | 168 | 31 |
| 17 | 64 | 127 | 31 |
| 18 | 94 | 188 | 31 |
| 19 | 91 | 183 | 31 |
| 20 | 56 | 112 | 31 |
| 21 | 53 | 107 | 31 |
| 22 | 64 | 127 | 31 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

PROMEDIO (D):

118.5

DESV. EST. (σ):

29.9

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

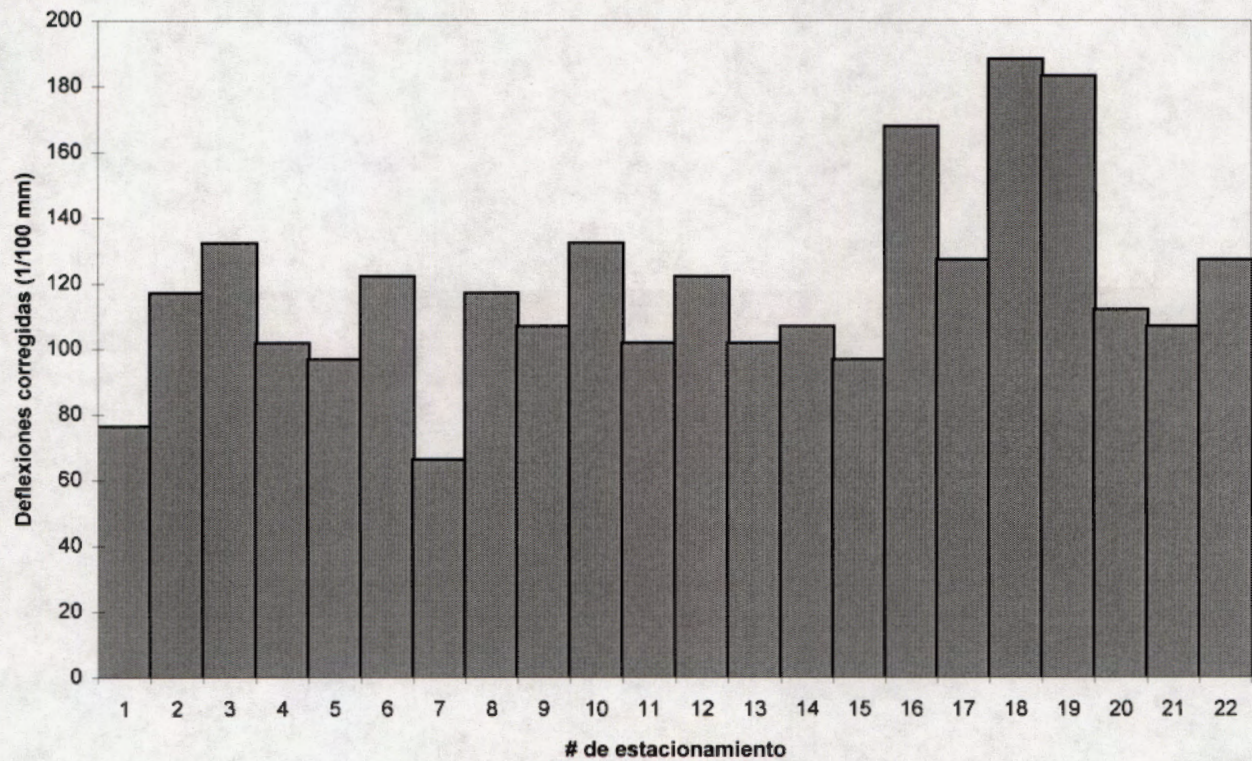
ZONA: HATILLO

RUTA : A1

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 28-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 118.46 |
| DESV. EST. (σ): | 29.89 |
| MIN | 66 |
| D - 2σ | 58.69 |
| D + 1.282σ | 156.77 |
| D + 2σ | 178.23 |
| MAX | 188 |

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

ZONA :HATILLO**RUTA : A2**

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 2050m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

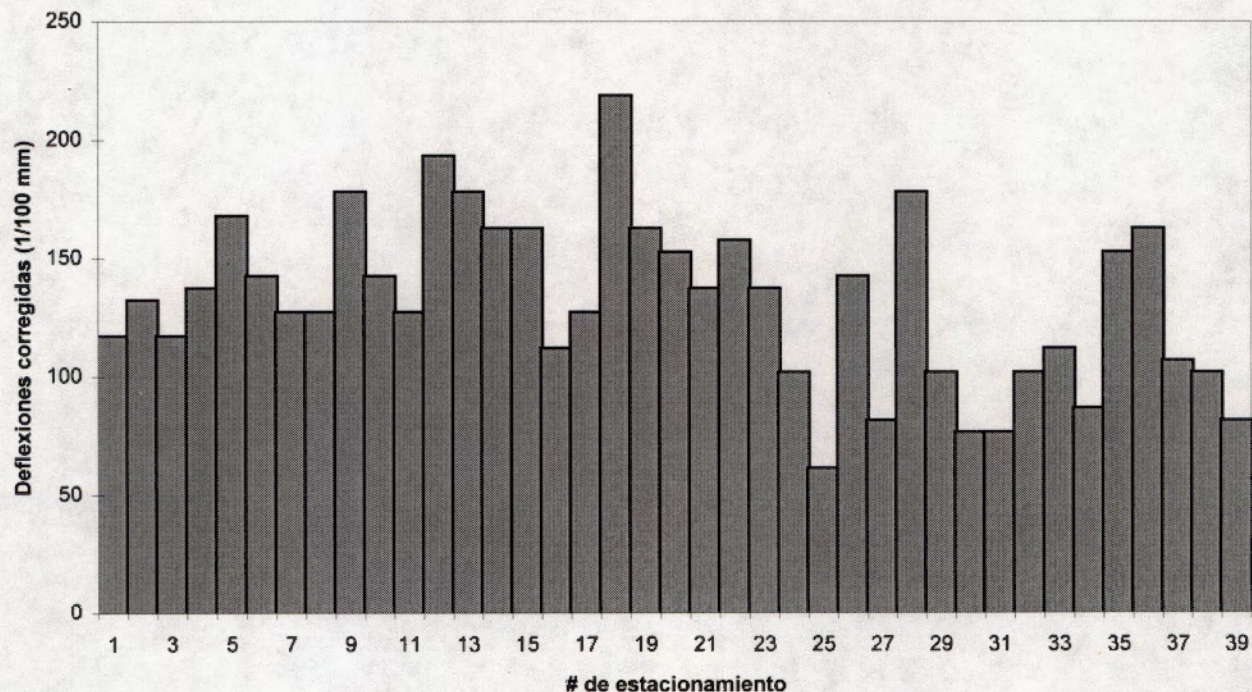
| PUNTO N ^o | DEFLEXION 0.01mm | DEFLEXION mm*10 ⁻² | TEMPER PAVIM (°C) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | 58 | 117 | 31 |
| 2 | 66 | 132 | 31 |
| 3 | 58 | 117 | 31 |
| 4 | 69 | 137 | 31 |
| 5 | 84 | 168 | 31 |
| 6 | 71 | 142 | 31 |
| 7 | 64 | 127 | 31 |
| 8 | 64 | 127 | 31 |
| 9 | 89 | 178 | 32 |
| 10 | 71 | 142 | 32 |
| 11 | 64 | 127 | 32 |
| 12 | 97 | 193 | 32 |
| 13 | 89 | 178 | 32 |
| 14 | 81 | 163 | 32 |
| 15 | 81 | 163 | 32 |
| 16 | 56 | 112 | 32 |
| 17 | 64 | 127 | 32 |
| 18 | 109 | 218 | 32 |
| 19 | 81 | 163 | 32.5 |
| 20 | 76 | 152 | 32.5 |
| 21 | 69 | 137 | 32.5 |
| 22 | 79 | 157 | 32.5 |
| 23 | 69 | 137 | 32.5 |
| 24 | 51 | 102 | 32.5 |
| 25 | 30 | 61 | 32.5 |
| 26 | 71 | 142 | 32.5 |
| 27 | 41 | 81 | 32.5 |
| 28 | 89 | 178 | 32.5 |
| 29 | 51 | 102 | 32.5 |
| 30 | 38 | 76 | 32.5 |
| 31 | 38 | 76 | 33.5 |
| 32 | 51 | 102 | 33.5 |
| 33 | 56 | 112 | 33.5 |
| 34 | 43 | 86 | 33 |
| 36 | 76 | 152 | 33 |
| 36 | 81 | 162.56 | 32 |
| 37 | 53 | 106.68 | 32 |
| 38 | 51 | 101.6 | 32 |
| 39 | 41 | 81 | 32 |
| PROMEDIO (D): | | 131.7 | |
| DESV. EST. (σ): | | 35.8 | |

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

ZONA: HATILLO
 LONGITUD: 2050m

RUTA : A2
 MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 28-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 131.69 |
| DESV. EST. (σ): | 35.76 |
| MIN | 61 |
| D - 2σ | 60.17 |
| D + 1.282σ | 177.53 |
| D + 2σ | 203.20 |
| MAX | 218 |

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

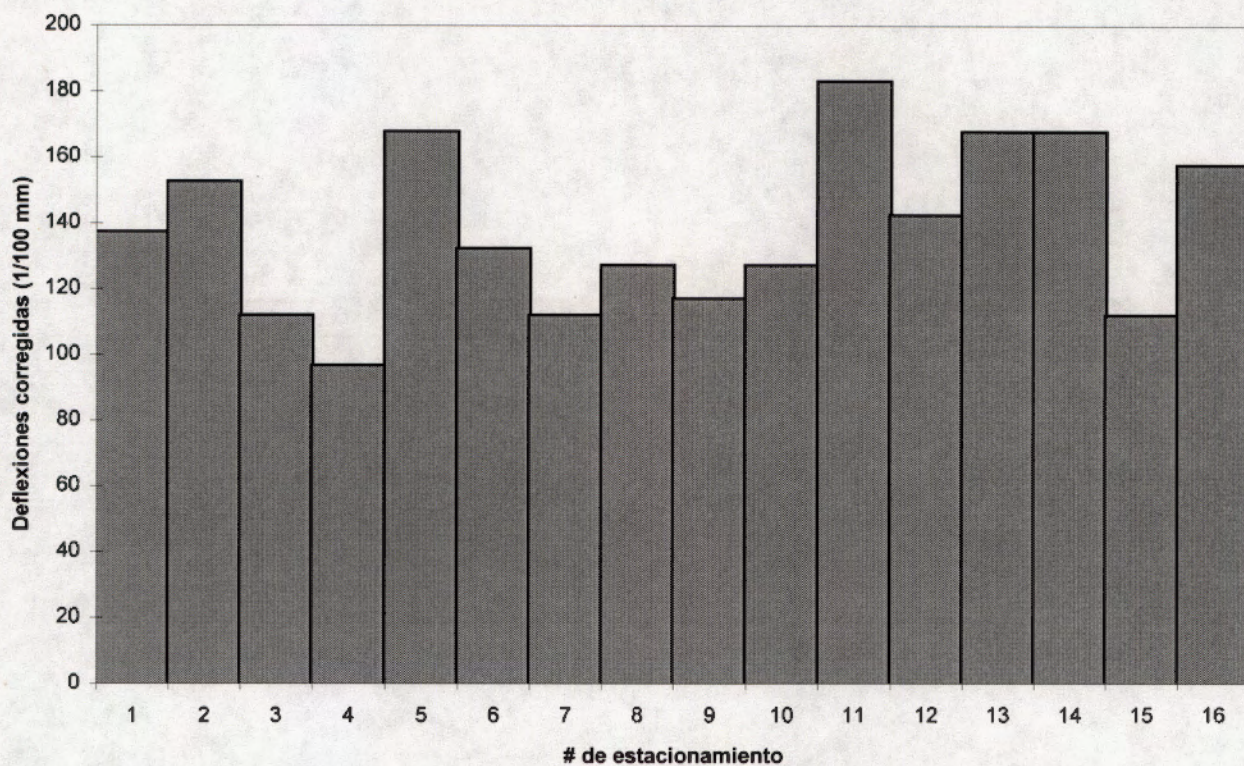
ZONA: HATILLO

RUTA : A3

LONGITUD: 760m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 24-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 138.11 |
| DESV. EST. (σ): | 25.52 |
| MIN | 97 |
| D - 2σ | 87.08 |
| D + 1.282σ | 170.82 |
| D + 2σ | 189.14 |
| MAX | 183 |

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

ZONA :HATILLO

PESO DEL EJE : 8200 Kg

FECHA: 29-4-97

LONGITUD: 760m

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

RUTA : A4PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

MEDICIONES CADA 50 METROS

| PUNTO | DEFLEXION | DEFLEXION | TEMPER |
|----------------|-----------|---------------------|------------|
| N ^o | 0.01mm | mm*10 ⁻² | PAVIM (°C) |
| 1 | 86 | 173 | 41.5 |
| 2 | 114 | 229 | 41.5 |
| 3 | 76 | 152 | 41.5 |
| 4 | 79 | 157 | 41.5 |
| 5 | 72 | 145 | 41.5 |
| 6 | 61 | 122 | 41.5 |
| 7 | 94 | 188 | 40 |
| 8 | 64 | 127 | 40 |
| 9 | 76 | 152 | 40 |
| 10 | 89 | 178 | 40 |
| 11 | 71 | 142 | 40 |
| 12 | 97 | 193 | 40 |
| 13 | 114 | 229 | 40 |
| 14 | 132 | 264 | 40 |
| 15 | 76 | 152 | 40 |
| 16 | 79 | 157 | 39 |
| 17 | 69 | 137 | 39 |
| 18 | 58 | 117 | 39 |
| 19 | 58 | 117 | 39 |
| 20 | 51 | 102 | 38 |
| 21 | 51 | 102 | 38 |
| 22 | 102 | 203 | 38 |
| 23 | 64 | 127 | 38 |
| 24 | 69 | 137 | 37 |
| 25 | 72 | 145 | 37 |
| 26 | 157 | 315 | 37 |
| 27 | 114 | 229 | 37 |
| 28 | 71 | 142 | 37 |
| 29 | 84 | 168 | 36 |
| 30 | 66 | 132 | 36 |
| 31 | 89 | 177.8 | 36 |
| 32 | 81 | 163 | 36 |

PROMEDIO (D): 164.8

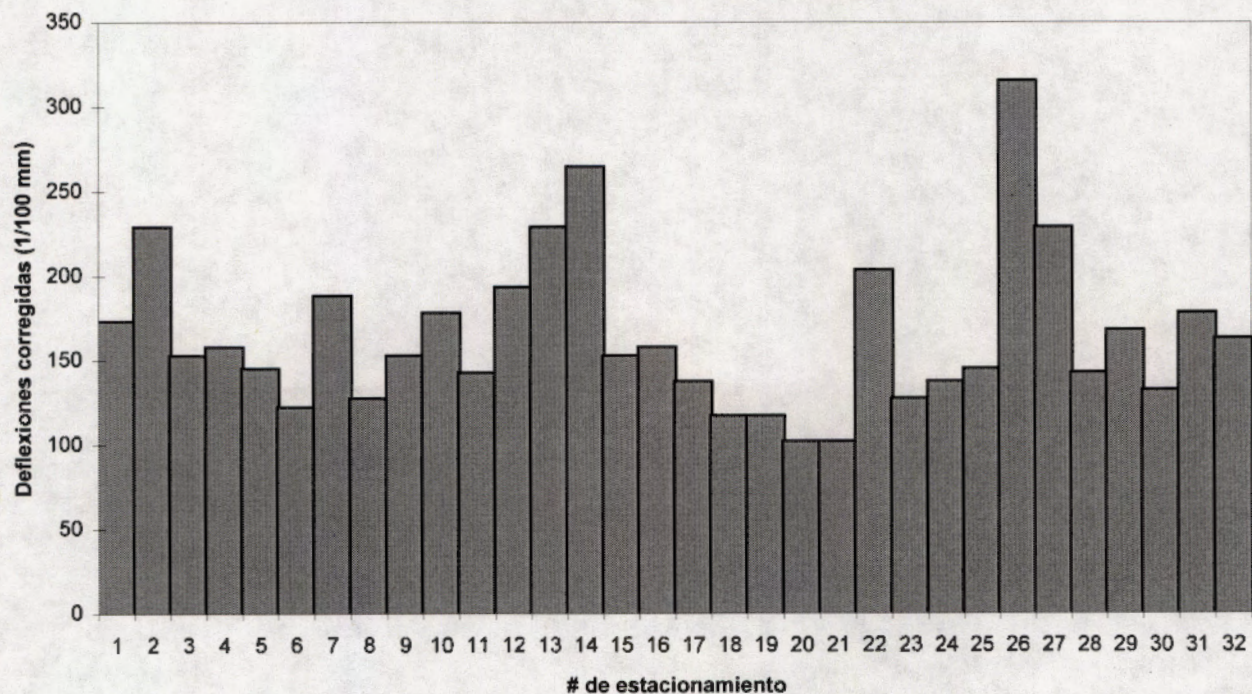
DESV. EST. (σ): 47.6

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

ZONA: HATILLO
LONGITUD: 1620m

RUTA: A4
MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 29-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 164.78 |
| DESV. EST. (σ): | 47.56 |
| MIN | 102 |
| D - 2σ | 69.66 |
| D + 1.282σ | 225.76 |
| D + 2σ | 259.91 |
| MAX | 315 |

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

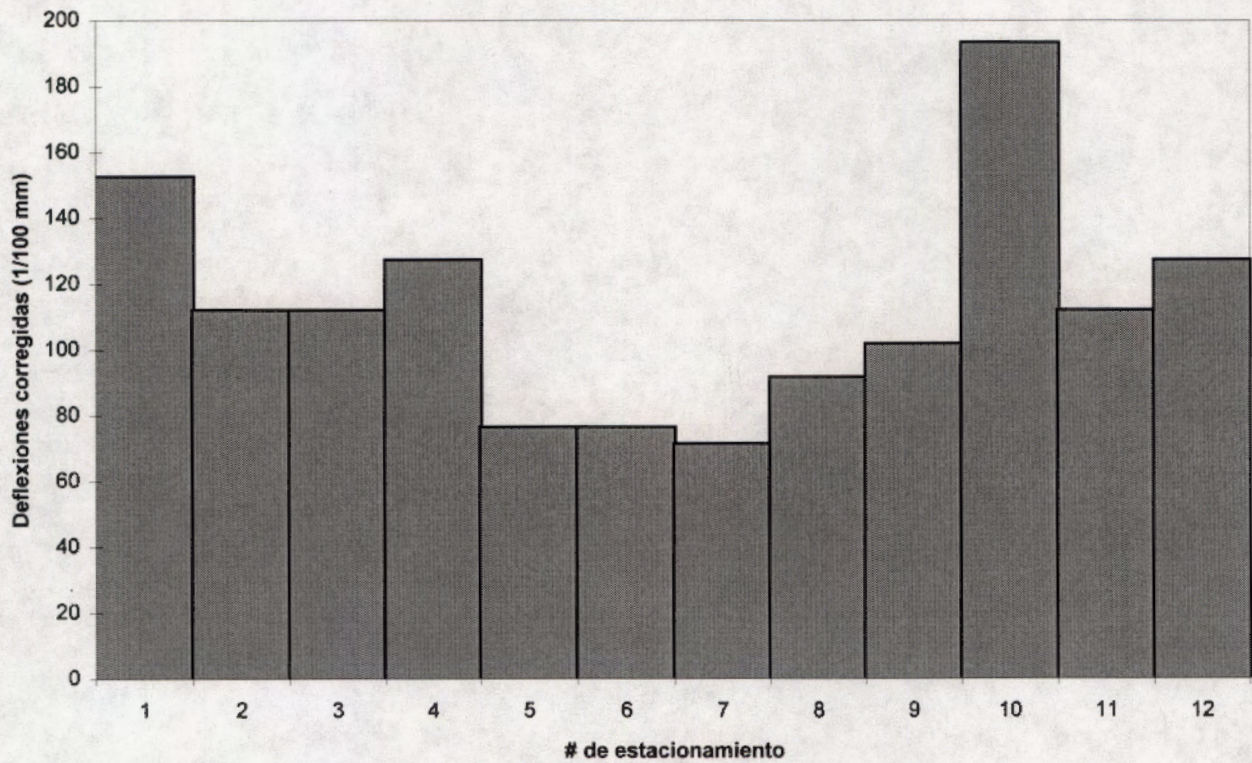
ZONA: HATILLO

RUTA : A5

LONGITUD: 590m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 28-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 112.61 |
| DESV. EST. (σ): | 34.92 |
| MIN | 71 |
| D - 2σ | 42.77 |
| D + 1.282σ | 157.37 |
| D + 2σ | 182.44 |
| MAX | 193 |

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

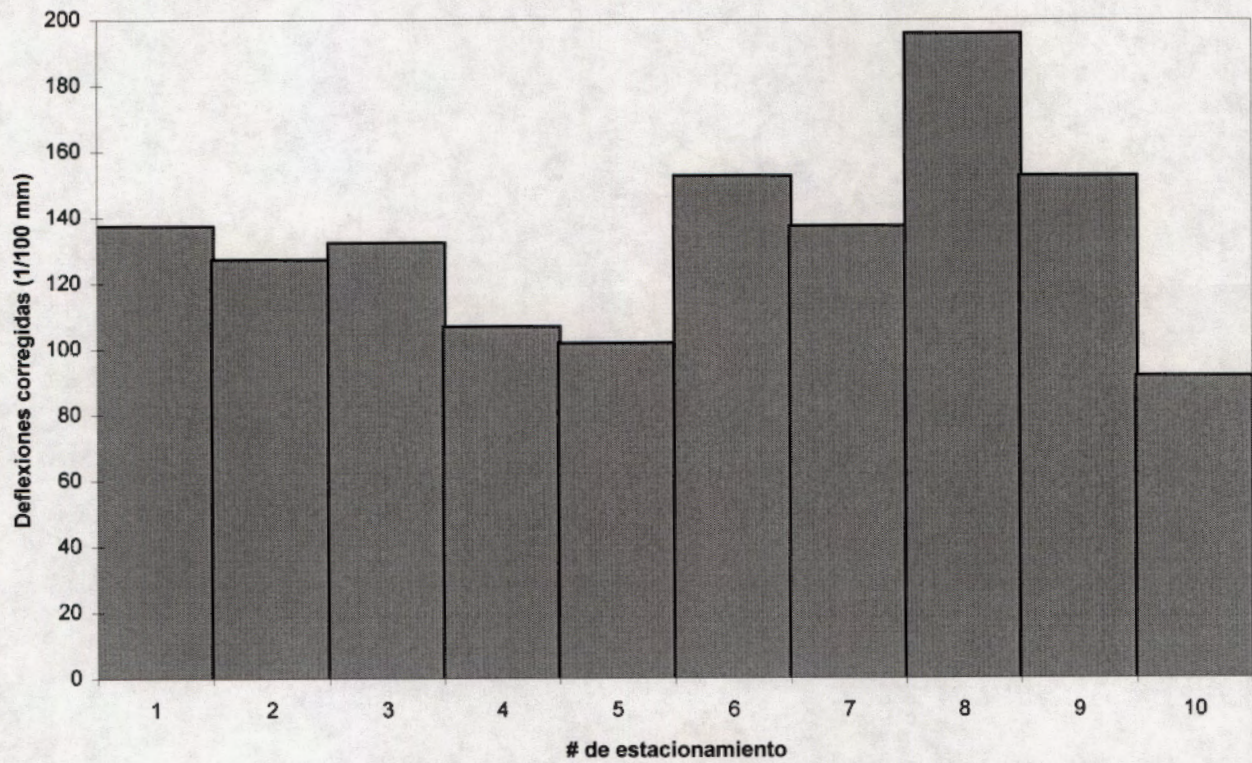
ZONA: HATILLO

RUTA: A6

LONGITUD: 470m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO

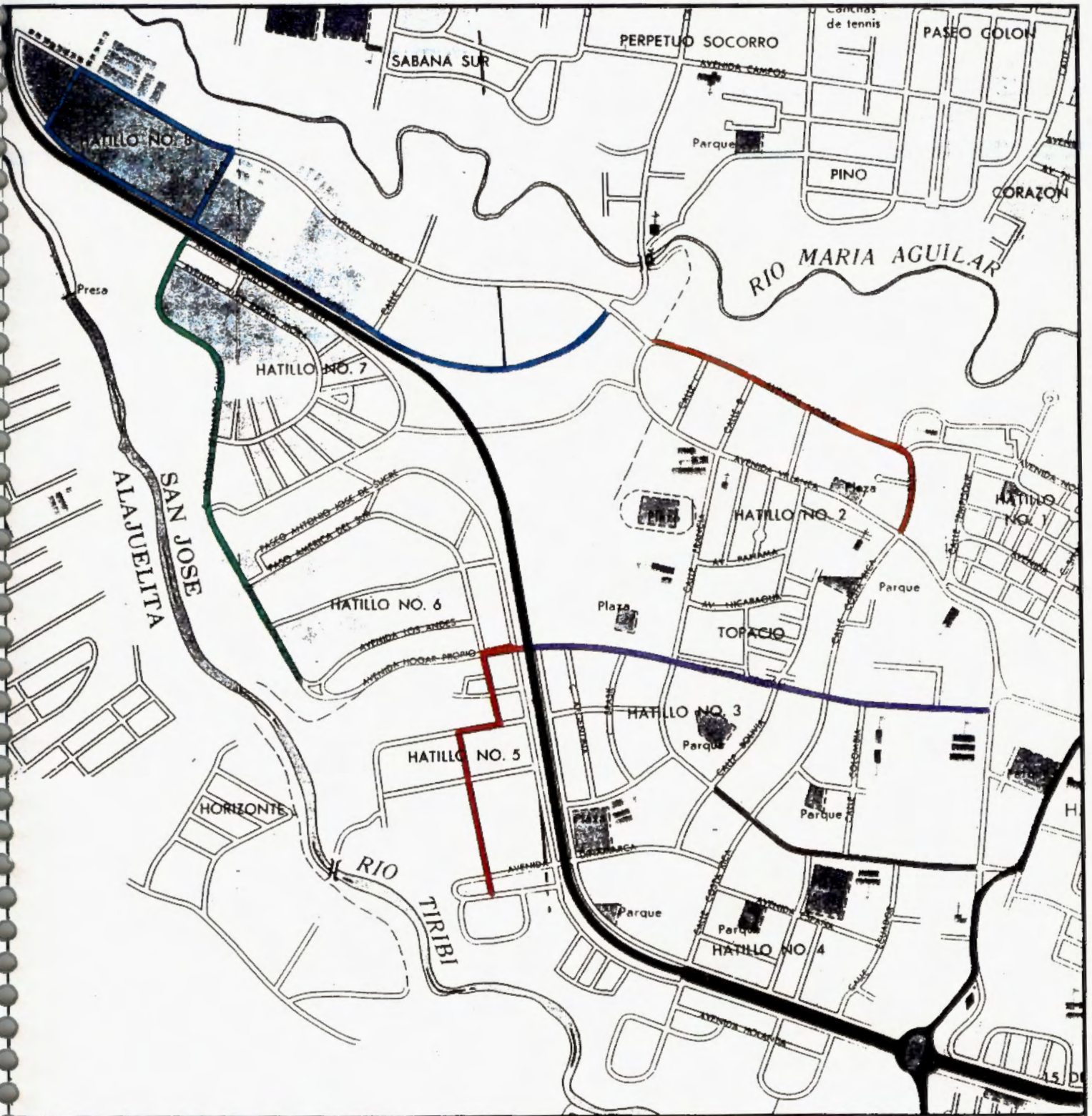


| | |
|--------------------------|---------|
| FECHA: | 29-4-97 |
| PROMEDIO (D): | 133.35 |
| DESV. EST. (σ): | 30.08 |
| MIN | 91 |
| D - 2σ | 73.18 |
| D + 1.282σ | 171.92 |
| D + 2σ | 193.52 |
| MAX | 196 |

ANEXO 4

PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS

ZONA : HATILLO



Simbología :

A1 =



A4 =



A2 =



A5 =



A3 =



A6 =

