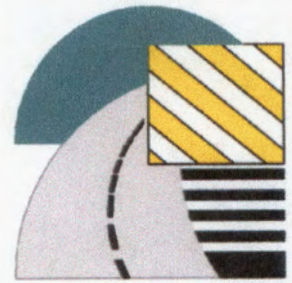


L A N A M M E



P I T R A

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES
Y MODELOS ESTRUCTURALES**

PROYECTO:

AMPLIACIÓN CALLE DE ACCESO AL LANAMME

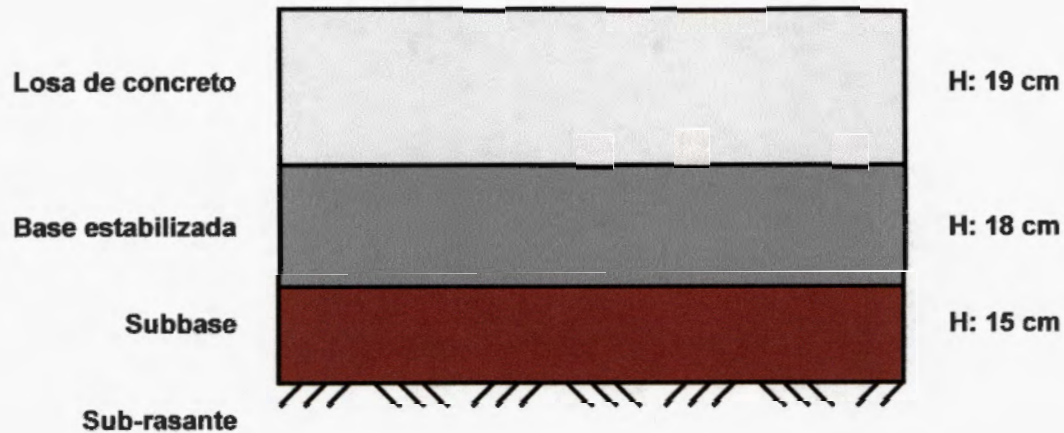
Agosto, 2001.

PROYECTO:

AMPLIACIÓN CALLE DE ACCESO AL LANAMME

PAVIMENTO A CONSTRUIR

A continuación se muestra un esquema del perfil del pavimento a construir.



Propiedades de los materiales:

1. Losa de concreto.

La losa de concreto tiene un espesor de 19 cm y con una resistencia mínima a los 28 días de 275 kg/cm^2 .

2. Base estabilizada.

La base estabilizada tiene un espesor de 18 cm y con una resistencia mínima a los 7 días de 40 kg/cm^2 .

3. Subbase

La subbase tiene un espesor de 15 cm.

4. Sub-rasante

Corresponde al material existente a 52 cm por debajo del nivel de rasante.

ANÁLISIS DEL PAVIMENTO

Para verificar la resistencia de la estructura de pavimento expuesta anteriormente, se realizan los siguientes pasos:

Paso 1: Determinación del módulo de reacción en la subbase

Se tiene para el material de sub-rasante un CBR de 2.5%, el cual corresponde a la condición saturada (condición más crítica); ver anexos, ensayos de campo. El resultado anterior se obtiene después de comparar los valores de CBR para los 3 sondeos realizados (ver anexos, perfil del terreno).

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Tabla N°1: Módulo de reacción en la subbase

| Parámetro | Resultado | Unidades |
|-------------------------------------|-----------|----------|
| Módulo resiliente de la sub-rasante | 3750 | psi |
| Módulo resiliente de la subbase | 16000 | psi |
| Espesor de la subbase | 15 | cm |
| Módulo de reacción de la subbase | 200 | pci |

Paso 2: Determinación del módulo de reacción en la base estabilizada

Partiendo de la resistencia a compresión de la base estabilizada de 40 kg/cm² a los 7 días, se obtiene el módulo de reacción.

Además, para una base con esta resistencia corresponde a un módulo resiliente de 600000 psi. En la siguiente tabla se muestran los cálculos y resultados para determinar el módulo de reacción en la base estabilizada.

Tabla N°2: Módulo de reacción en la base estabilizada

| Parámetro | Resultado | Unidades |
|--|------------------|-----------------|
| Módulo de reacción en la subbase | 200 | pci |
| CBR equivalente de la subbase y sub-rasante | 10 | % |
| Módulo resiliente equivalente de subbase y sub-rasante | 9000 | psi |
| Módulo resiliente de la base estabilizada | 600000 | psi |
| Espesor base estabilizada | 18 | cm |
| Módulo de reacción en la base estabilizada | 850 | pci |

Paso 3: Cálculo de los esfuerzos aplicados en la losa

Para este caso se analizaron 2 escenarios:

1. Carga eje simple: este caso corresponde a una carga de 10 toneladas en el eje.
2. Carga eje tándem: este caso corresponde a una carga de 16 toneladas en el eje.

Modelo de análisis

Se usó el modelo elástico de Westergard y se determinó el esfuerzo crítico de tensión aplicando carga en el centro, borde y en la esquina de la losa.

Paso 4: Dimensionamiento de la losa y análisis de capacidad a fatiga

Analizadas las 3 condiciones de carga anteriormente indicadas, se obtiene como condición más crítica la carga de borde.

En las tablas N°3 y N°4 se resumen los resultados de este análisis:

Tabla N°4: Esfuerzo en la losa, para escenario 2.

| Edge Loading | |
|--|-------------|
| Datos por ingresar | |
| Módulo de elasticidad del concreto, E: | 4000000 psi |
| Módulo de Poisson, ν : | 0.150 |
| Carga aplicada, P: | 11000 lb |
| Radio de contacto, a: | 6 in |
| Espesor de la losa, h: | 7.48 in |
| Módulo de reacción de la subrasante, k: | 850 pci |
| Resultado: Solución según Westergard(1926): | |
| Radio de rigidez relativo, I: | 20.24 in |
| Esfuerzo en el borde de la losa bajo una carga de área circular, σ_e : | 359.2 psi |
| Deflexión en el borde de la losa debido a una carga de área circular, Δ_e : | 0.0103 in |

Tabla N°4: Esfuerzo en la losa, para escenario 2.

| Edge Loading | |
|--|-------------|
| Datos por ingresar | |
| Módulo de elasticidad del concreto, E: | 4000000 psi |
| Módulo de Poisson, ν : | 0.150 |
| Carga aplicada, P: | 17500 lb |
| Radio de contacto, a: | 9 in |
| Espesor de la losa, h: | 7.48 in |
| Módulo de reacción de la subrasante, k: | 850 pci |
| Resultado: Solución según Westergard(1926): | |
| Radio de rigidez relativo, l: | 20.24 in |
| Esfuerzo en el borde de la losa bajo una carga de área circular, σ_e : | 419.4 psi |
| Deflexión en el borde de la losa debido a una carga de área circular, Δe : | 0.0138 in |

Con base en los resultados de las tablas N°3 y N°4 se obtiene la capacidad a fatiga para las dos condiciones de carga (eje simple, eje tándem) antes señaladas. En la tabla N°5 se resumen los esfuerzos críticos de diseño y la capacidad a fatiga en términos de las repeticiones permisibles.

Tabla N°5: Esfuerzos en la losa y capacidad a fatiga

| Escenario | Radio de contacto (cm) | Esfuerzo aplicado (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | $\sigma_{\text{Aplicado}}/\sigma_{\text{Rotura}}$ | Número de pasada permisibles |
|-----------|------------------------|---|--|---|------------------------------|
| | | σ_{Aplicado} | σ_{Rotura} | | |
| 1 | 15.24 | 25.3 | 40 | 0.63 | 14000 |
| 2 | 22.86 | 29.5 | 40 | 0.74 | 650 |

Paso 5: Cálculo del porcentaje de cemento para la base estabilizada

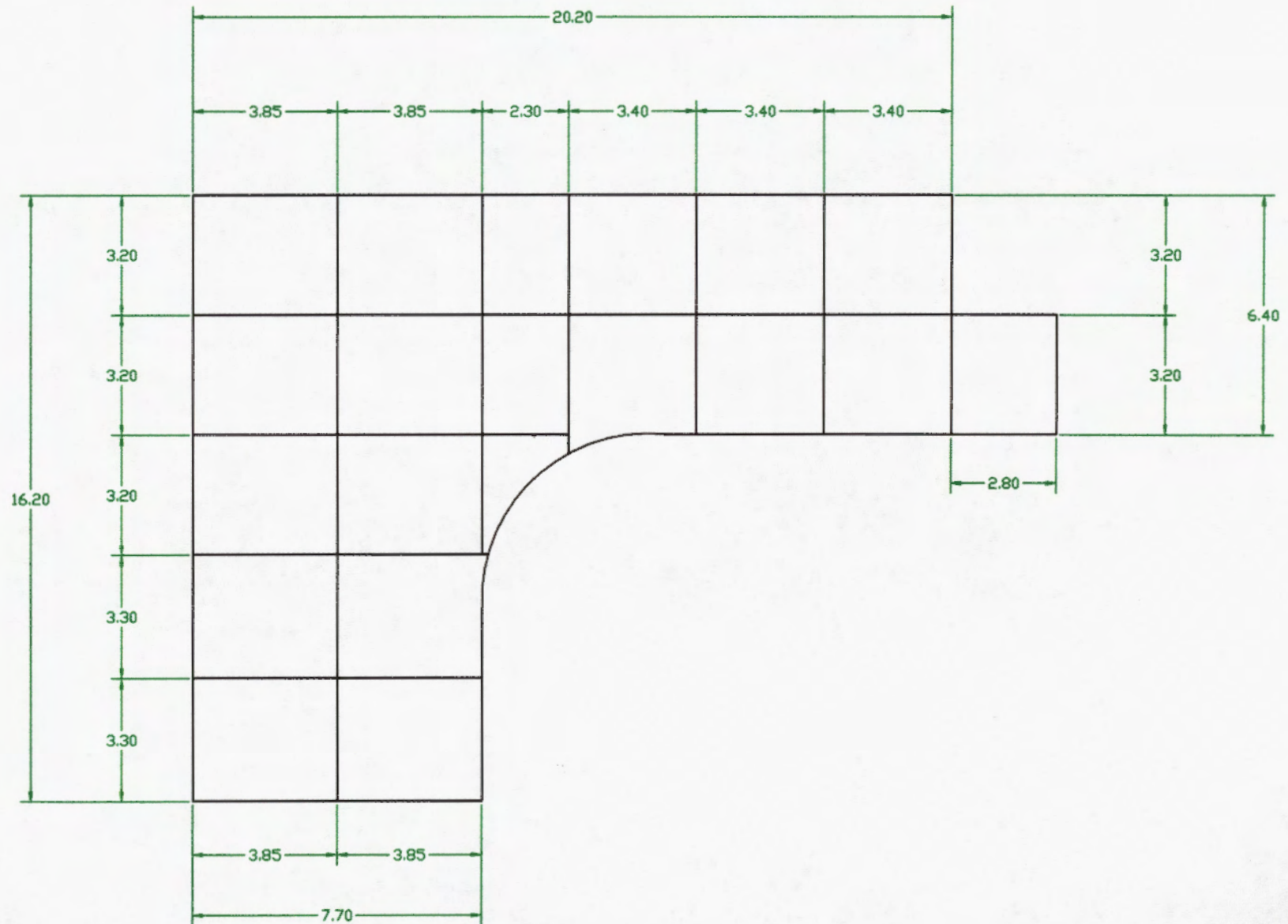
Con base en los resultados de laboratorio (ver anexo, resultados de laboratorio), de la curva resistencia a la compresión a los 7 días vrs % de cemento, se concluye que con menos del 4% de cemento se alcanza la resistencia de 40 kg/cm², sin embargo esto es bajo condiciones de laboratorio y con una compactación del 100%.

A partir de lo anterior, se recomienda utilizar 4.5% cemento para la elaboración de la base estabilizada, considerando una compactación en sitio del 95%.

RECOMENDACIONES

1. Las juntas de las losas deben quedar totalmente selladas.
2. Todos los materiales deben cumplir las especificaciones del CR-77, excepto la base estabilizada que debe compactarse al 95% del Proctor Modificado.
3. Si al momento de la excavación se detecta material blando en la sub-rasante, este debe sustituirse por un material con CBR mayor a 5%.

Proyecto: Ampliación LANAMME (distribución de losas)

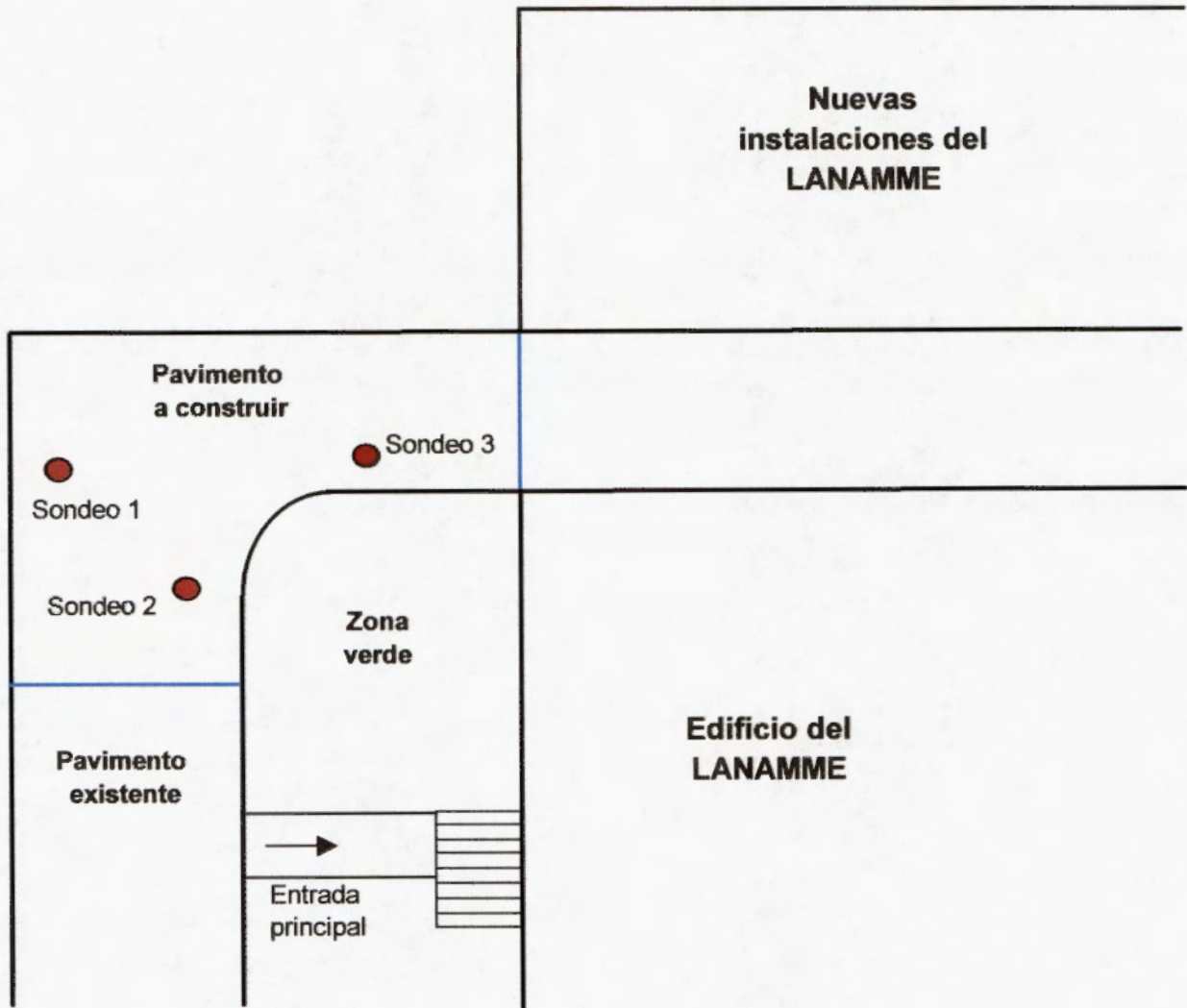


ANEXOS

PERFIL DEL TERRENO

CROQUIS DEL SITIO DE MUESTREO

Proyecto: Ampliación LANAMME.
Fecha: 19-07-2001.

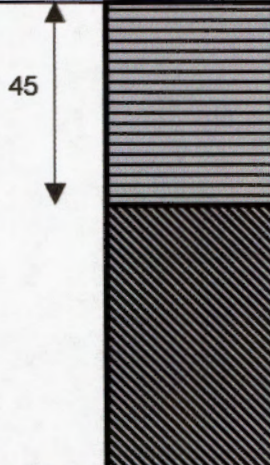


LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

PROYECTO: Ampliación del LANAMME

UBICACIÓN: Sondeo N°1, ubicado frente a las instalaciones del LANAMME

FECHA DE MUESTREO: 19/07/01

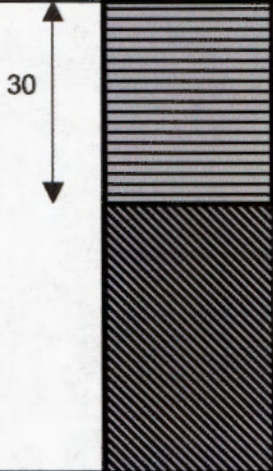
| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--|------------|--|
|  45 | Base | Material existente en la superficie. Lastre color rojizo, con espesor variable, de 10 cm hasta 45 cm (ver hoja adjunta). |
| | Subrasante | Descripción visual: material limo arcilloso de plasticidad media, con betas de arcilla de color gris claro. Material de color café claro. Límites de Atterberg LL: 39.5 LP: 24.0 IP: 15.4 |

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

PROYECTO: Ampliación del LANAMME

UBICACIÓN: Sondeo N°2, ubicado frente a las instalaciones del LANAMME

FECHA DE MUESTREO: 19/07/01

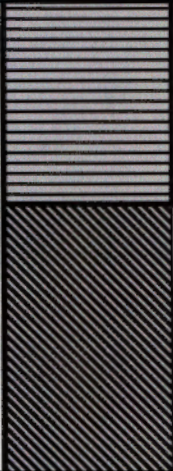
| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--|------------|--|
|  <p style="text-align: center;">30</p> | Base | Material existente en la superficie. Lastre color gris, con espesor constante y bien compactado. |
| | Subrasante | <p>Descripción visual: material limo arcilloso de plasticidad media. Material color café claro.</p> <p>Límites de Atterberg LL: 37.3 LP: 21.8 IP: 15.5</p> |

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

PROYECTO: Ampliación del LANAMME

UBICACIÓN: Sondeo N°3, ubicado frente a las instalaciones del LANAMME

FECHA DE MUESTREO: 19/07/01

| ESPESOR (cm) | CAPA | DESCRIPCION |
|--|------------|---|
|  45 | Base | Material existente en la superficie. Lastre color rojizo. |
| | Subrasante | Descripción visual: material limo arcilloso de plasticidad media a baja. Límites de Atterberg LL: 46.7 LP: 32.1 IP: 14.6 |

ENSAYOS DE CAMPO

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
RESULTADOS DE CBR EN SITO

PROYECTO: AMPLIACION LANAMME

FECHA: 19 julio 2001

Responsable: Tracy Gutiérrez Ruiz

Referencia: Frente a instalaciones del LANAMME

Sondeo: N°1

Tabla N°1: Resultados de CBR no saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (no saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 140 | 2.9 |
| 2 | 150 | 3.2 |
| 3 | 170 | 3.7 |
| 4 | 210 | 5.1 |
| 5 | 220 | 5.5 |
| 6 | 240 | 6.3 |
| 7 | 250 | 6.8 |
| 8 | 260 | 7.3 |

Tabla N°2: Resultados de CBR saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 90 | 2.4 |
| 2 | 90 | 2.4 |
| 3 | 96 | 2.5 |
| 4 | 96 | 2.5 |
| 5 | 128 | 2.7 |
| 6 | 138 | 2.9 |

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
RESULTADOS DE CBR EN SITO

PROYECTO: AMPLIACION LANAMME

FECHA: 19 julio 2001

Responsable: Tracy Gutiérrez Ruiz

Referencia: Frente a instalaciones del LANAMME

Sondeo: N°2

Tabla N°1: Resultados de CBR no saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (no saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 160 | 3.4 |
| 2 | 170 | 3.7 |
| 3 | 180 | 4.0 |
| 4 | 190 | 4.3 |
| 5 | 200 | 4.7 |
| 6 | 210 | 5.1 |
| 7 | 210 | 5.1 |
| 8 | 210 | 5.1 |
| 9 | 215 | 5.3 |
| 10 | 220 | 5.5 |

Tabla N°2: Resultados de CBR saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 110 | 2.5 |
| 2 | 118 | 2.6 |
| 3 | 128 | 2.7 |
| 4 | 130 | 2.8 |
| 5 | 165 | 3.5 |
| 6 | 165 | 3.5 |
| 7 | 166 | 3.6 |
| 8 | 210 | 5.1 |

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
RESULTADOS DE CBR EN SITO

PROYECTO: AMPLIACION LANAMME

FECHA: 20 julio 2001

Responsable: Tracy Gutiérrez Ruiz

Referencia: Frente a instalaciones del LANAMME

Sondeo: N°3

Tabla N°1: Resultados de CBR no saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (no saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 100 | 2.5 |
| 2 | 100 | 2.5 |
| 3 | 100 | 2.5 |
| 4 | 130 | 2.8 |
| 5 | 130 | 2.8 |
| 6 | 180 | 4.0 |
| 7 | 210 | 5.1 |

Tabla N°2: Resultados de CBR saturado en la subrasante

| Medición | Lectura del anillo (div) | CBR (%) (saturado) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 38 | 3.1 |
| 2 | 48 | 2.9 |
| 3 | 60 | 2.7 |
| 4 | 71 | 2.5 |
| 5 | 72 | 2.5 |
| 6 | 90 | 2.4 |
| 7 | 120 | 2.6 |
| 8 | 130 | 2.8 |
| 9 | 130 | 2.8 |
| 10 | 180 | 4.0 |

**RESULTADOS DE
LABORATORIO**

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

PARAMETROS DE SUELOS

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

FECHA 27 de julio del 2001

PROYECTO PROYECTO AMPLIACION LANAMME

MUESTRA N° 5313
 UBICACION LANAMME
 DESCRIPCION Limo arcilloso café oscuro
 Subrasante
 Sondeo #1 en sitio

CONTRATISTA

LIMITE LIQUIDO

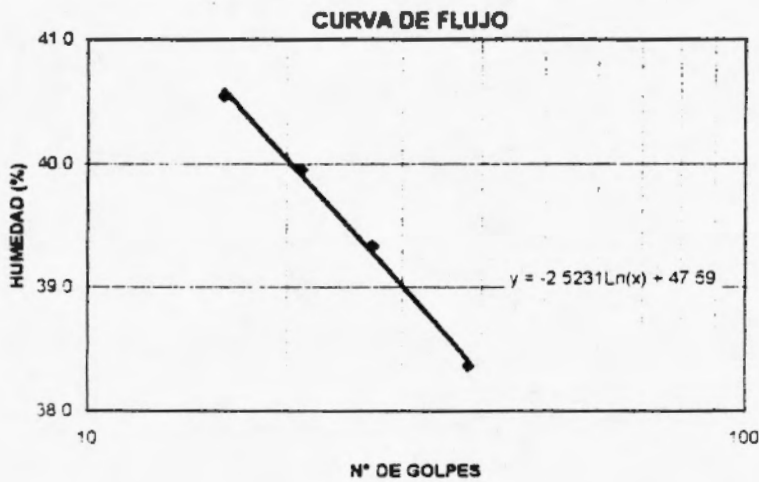
| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| No DE GOLPES | 38 | 27 | 21 | 16 |
| Wc + W _w (g) | 43.839 | 41.410 | 40.849 | 41.484 |
| Wc + W _s (g) | 37.683 | 36.009 | 35.296 | 35.903 |
| W _w | 6.156 | 5.401 | 5.553 | 5.591 |
| Wc | 21.637 | 22.277 | 21.396 | 22.113 |
| W _s | 16.046 | 13.732 | 13.900 | 13.790 |
| % W | 38.4 | 39.3 | 39.9 | 40.5 |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No | 22 | 6 | 1 |
| Wc + W _w (g) | 9.581 | 9.477 | 9.446 |
| Wc + W _s (g) | 9.105 | 8.992 | 8.952 |
| W _w | 0.476 | 0.485 | 0.494 |
| Wc | 7.125 | 6.989 | 6.883 |
| W _s | 1.980 | 2.003 | 2.069 |
| % W | 24.04 | 24.21 | 23.88 |
| PROMEDIO | | | 24.0 |

RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 39.5 |
| LIMITE PLASTICO | 24.0 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 15.4 |



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

PARAMETROS DE SUELOS

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

FECHA 27 de julio del 2001
 PROYECTO PROYECTO AMPLIACION LANAMME

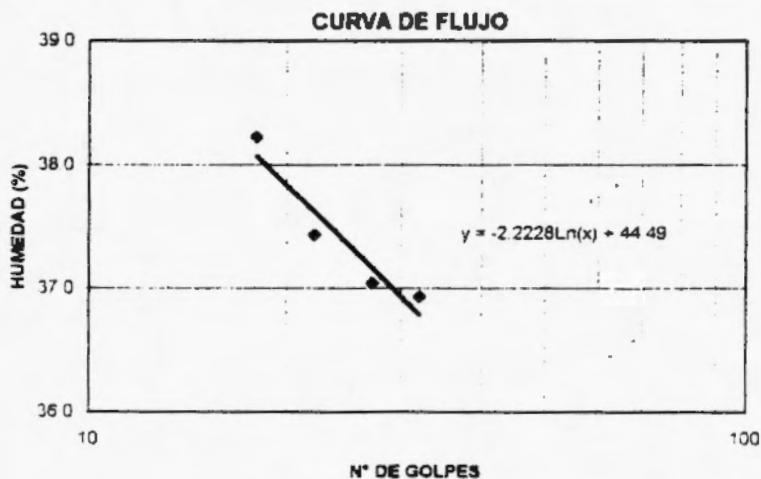
MUESTRA N° 5314
 UBICACION LANAMME
 DESCRIPCION Limo arcilloso café oscuro
 Subrasante
 Sondeo #2 en sitio
 CONTRATISTA

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| No DE GOLPES | 32 | 27 | 22 | 18 |
| Wc + Ww (g) | 31.359 | 31.278 | 45.158 | 47.377 |
| Wc + Ws (g) | 26.899 | 28.937 | 40.560 | 42.244 |
| Ww | 4.460 | 4.341 | 4.598 | 5.133 |
| Wc | 14.824 | 15.219 | 28.278 | 28.815 |
| Ws | 12.075 | 11.718 | 12.284 | 13.429 |
| % W | 36.9 | 37.0 | 37.4 | 38.2 |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 |
|------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No | 60 | 11 | 24 |
| Wc + Ww (g) | 8.807 | 8.800 | 8.893 |
| Wc + Ws (g) | 8.443 | 8.397 | 8.521 |
| Ww | 0.364 | 0.403 | 0.372 |
| Wc | 6.784 | 6.529 | 6.820 |
| Ws | 1.659 | 1.868 | 1.701 |
| % W | 21.94 | 21.57 | 21.87 |
| PROMEDIO | | | 21.8 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 37.3 |
| LIMITE PLASTICO | 21.8 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 15.5 |

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

PARAMETROS DE SUELOS

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

FECHA 27 de julio del 2001
 PROYECTO PROYECTO AMPLIACION LANAMME

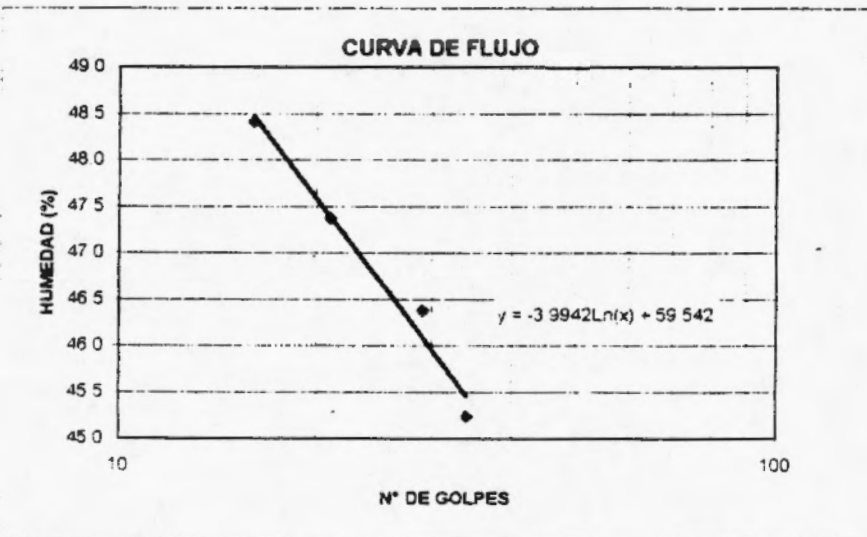
MUESTRA N° 5315
 UBICACION LANAMME
 DESCRIPCION Limo arcilloso café oscuro
 Subrasante
 Sondeo #3 en sitio
 CONTRATISTA

LIMITE LIQUIDO

| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| No DE GOLPES | 34 | 29 | 21 | 16 |
| Wc + Ww (g) | 32.192 | 35.241 | 32.616 | 33.090 |
| Wc + Ws (g) | 28.047 | 29.961 | 28.240 | 28.356 |
| Ww | 4.145 | 5.280 | 4.376 | 4.734 |
| Wc | 18.884 | 18.576 | 19.002 | 18.578 |
| Ws | 9.163 | 11.385 | 9.238 | 9.778 |
| % W | 45.2 | 46.4 | 47.4 | 48.4 |

LIMITE PLASTICO

| DETERMINACION No | 1 | 2 | 3 |
|------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No | 10 | 13 | A |
| Wc + Ww (g) | 9.317 | 9.921 | 9.717 |
| Wc + Ws (g) | 8.635 | 9.159 | 9.051 |
| Ww | 0.682 | 0.762 | 0.666 |
| Wc | 6.541 | 6.783 | 6.948 |
| Ws | 2.094 | 2.376 | 2.103 |
| % W | 32.57 | 32.07 | 31.67 |
| PROMEDIO | | | 32.1 |



RESUMEN

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 46.7 |
| LIMITE PLASTICO | 32.1 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 14.6 |

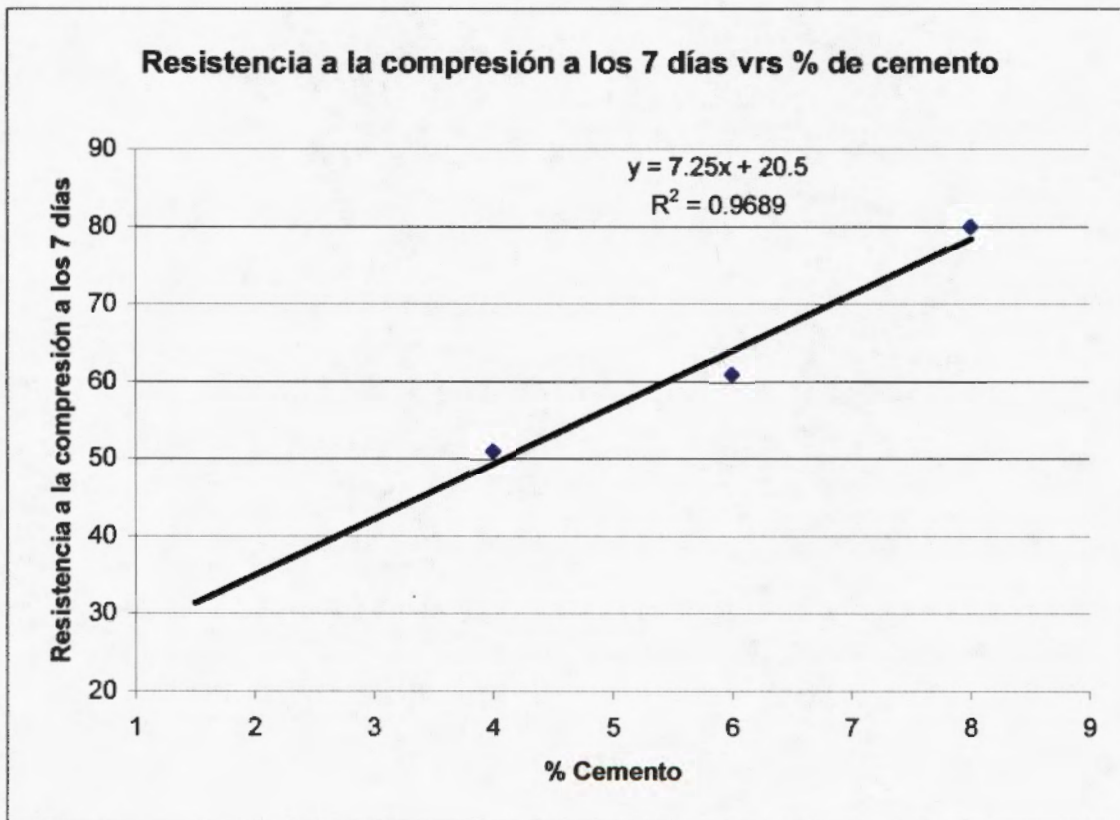
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Proyecto: Ampliación LANAMME

Resistencia a la Compresión a 7 días de núcleos de base estabilizada

Tabla N°1: Resistencia a la compresión a los 7 días.

| Cemento (%) | Resistencia (kg/cm ²) |
|-------------|-----------------------------------|
| 4 | 51 |
| 6 | 61 |
| 8 | 80 |



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

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE BASE ESTABILIZADA

FECHA: 30 DE JULIO DE 2001

INFORME No.

PROYECTO: AMPLIACION LANAMME

MUESTRA No. 5312

| MUESTRA No. | FECHA MOLDEO | FECHA RUPTURA | EDAD (dias) | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | OBSERVACIONES |
|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 1 | -- | 30/07/01 | -- | 11.8 | 10.2 | 81.71 | 56 | 4% cemento |
| 2 | -- | 30/07/01 | -- | 11.9 | 10.2 | 81.71 | 49 | 100g cemento |
| 3 | -- | 30/07/01 | -- | 11.8 | 10.2 | 80.91 | 49 | |
| promedio | | | | | | | 51 | |
| 4 | -- | 30/07/01 | -- | 11.9 | 10.1 | 80.12 | 62 | 6% cemento |
| 5 | -- | 30/07/01 | -- | 11.7 | 10.2 | 81.71 | 57 | 150g cemento |
| 6 | -- | 30/07/01 | -- | 11.7 | 10.2 | 81.71 | 63 | |
| promedio | | | | | | | 61 | |
| 7 | -- | 30/07/01 | -- | 11.8 | 10.2 | 81.71 | 91 | 8% cemento |
| 8 | -- | 30/07/01 | -- | 11.6 | 10.2 | 81.71 | 71 | 200g cemento |
| 9 | -- | 30/07/01 | -- | 11.8 | 10.2 | 81.71 | 79 | |
| promedio | | | | | | | 80 | |

NOTAS :
 - Los resultados de RESISTENCIA a la compresión se presentan sin corrección alguna
 - Este informe no constituye un certificado de calidad

Rv

A

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 de julio del 2001

PROYECTO AMPLIACION LANAMME

DESCRIPCION DE MATERIAL Lastre gris con 6% cemento
 LOCALIZACION Ampliación LANAMME

PRUEBA PROCTOR MODIFICADO
 AASHTO T-180
 PROCEDIMIENTO C
 (CON CEMENTO)

CARACTERIZACION DE MUESTRA LASTRE GRIS PARA BASE

MUESTRA No 5312

COMPACTACION

| DETERMINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|---|
| Ww + Pmolde | 6051.7 | 6154.6 | 6100.4 | 6117.1 | |
| P molde | 4193.2 | 4193.2 | 4193.2 | 4193.2 | |
| Ww | 1858.5 | 1961.4 | 1907.2 | 1923.9 | |
| δ w | 1968 | 2077 | 2020 | 2037 | |
| δ s | 1723 | 1768 | 1683 | 1753 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No CAPSULA | B-2 | B-35 | B-12 | B-16 |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Ww + Wc | 488.42 | 435.55 | 532.22 | 454.49 |
| Ws + Wc | 434.28 | 378.75 | 452.67 | 398.61 |
| Ww | 54.16 | 56.80 | 79.55 | 55.88 |
| Wc | 53.72 | 54.17 | 54.38 | 53.97 |
| Ws | 380.54 | 324.58 | 398.29 | 344.64 |
| %W | 14.2 | 17.5 | 20.0 | 16.2 |

| | |
|-------------------------------------|------|
| γ_{max} (kg/m ³) | 1770 |
| W _{opt} (%) | 17.3 |

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD

