



CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS.Y TRANSPORTES  
M.O.P.T.

**INFORME FINAL PROYECTO REHABILITACIÓN  
FUENTE DE LA HISPANIDAD – LA GALERA  
ABRIL, 1995**

PROYECTO DE REHABILITACION  
FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

# INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y  
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

ABRIL - 1995

**CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL**  
**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES**  
**M.O.P.T.**

**PROYECTO DE REHABILITACION**  
**FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

# **INFORME FINAL**

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y**  
**MODELOS ESTRUCTURALES**



**CONVENIO CSV - FUNDEVI**

**ABRIL - 1995**

27 de abril de 1995  
LM-IC-C-38-95

Señor  
Ing. Francisco Jiménez, Director  
Consejo de Seguridad Vial  
Presente

Estimado señor:

De acuerdo a las cláusulas contractuales del convenio marco CSV-FUNDEVI me complace remitirle para su consideración el informe final y respectivo juego de planos constructivos correspondientes a la propuesta de rehabilitación del proyecto FUENTE LA HISPANIDAD - SAN PEDRO - LA GALERA.

Atentamente,



Dr. Juan A. Pastor Gómez  
Director  
Laboratorio Nacional de Materiales  
y Modelos Estructurales

c.c. Ing. Bernardo Arce, Ministro MOPT  
Ing. Alfredo Serrano, Coordinador CSV-FUNDEVI  
Ing. Jorge Arturo Castro, UNEPROVI  
Ing. Edgar Herrera, LANAMME  
Ing. Mario Arce, LANAMME

car.

## INDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| <b>1. ASPECTOS GENERALES</b>  | 1  |
| 1.1 Ubicación   | 1  |
| 1.2 Antecedentes  | 1  |
| 1.3 Objetivo  | 1  |
| 1.4 Planos Esquemáticos Lineales  | 2  |
| 1.5 Estudio de Tránsito   | 2  |
| <b>2. DIAGNOSTICO</b>   | 5  |
| 2.1 Metodología Usada   | 5  |
| 2.2 Observaciones   | 6  |
| <b>3. ANALISIS DE LABORATORIO DEL PAVIMENTO</b>                                 | 9  |
| 3.1 Análisis de la Capa de Concreto Asfáltico                                   | 9  |
| 3.2 Estructura del Pavimento  | 10 |
| 3.3 Análisis de la Base   | 11 |
| 3.4 Análisis de la Sub-base   | 11 |
| <b>4. ANALISIS DEFLECTOMETRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL</b>                         | 12 |
| 4.1 Generalidades   | 12 |
| 4.2 Análisis de Tránsito y Predicción de Carga por Ejes.                        | 14 |
| 4.3 Interpretación "In-Situ" del Ensayo de Deflectometría                       | 18 |
| 4.4 Dimensionamiento del Refuerzo Estructural Equivalente                       | 24 |
| 4.5 Lineamiento para Reparación de Baches                                       | 26 |
| <b>6. ANOTACIONES FINALES RELATIVAS AL DISEÑO Y ESPECIFICACIONES ESPECIALES</b> | 37 |
| <b>6. PRESUPUESTO</b>   | 37 |
| <b>ANEXO A:</b> Hormigón Compactado con Rodillo                                 |    |
| <b>ANEXO B:</b> Inspección Visual   |    |
| <b>ANEXO C:</b> Resultados de Laboratorio                                       |    |
| <b>ANEXO D:</b> Planos Constructivos  |    |

## 1- ASPECTOS GENERALES

### 1.1 UBICACION

Provincia de San José

Ruta 2

Sección 19025 - 19006

Longitud del proyecto: 3.8 km

### 1.2 ANTECEDENTES

Este trabajo se enmarca dentro de los alcances de las cláusulas cuarta y quinta del convenio marco de cooperación suscrito entre el Consejo de Seguridad Vial y FUNDEVI, en mayo de 1993, y vigente hasta mayo de 1998.

### 1.3 OBJETIVO

Analizar la estructura del pavimento existente y dar la asistencia técnica necesaria para la rehabilitación de la carretera.

Trabajos Específicos:

- a- Revisión preliminar y diagnóstico
- b- Muestreo de campo
- c- Pruebas de laboratorio
- d- Diseño de pavimento
- e- Descripción del proyecto y mapas
- f- Planos (esquemáticos lineales)
- g- Secciones transversales
- h- Especificaciones
- i- Sumario de cantidades

#### **1.4 PLANOS ESQUEMÁTICOS LINEALES**

Los planos esquemáticos lineales muestran los sitios donde hay drenajes, cabezales, puentes y detallan el trabajo a realizar:

- a- Bacheo
- b- Mejoramiento de la superficie
- c- Sobrecapa
- d- Rehabilitación
- e- Puentes y drenajes

Asimismo en los planos se inserta un resumen del estado superficial de la carretera.

#### **1.5 ESTUDIO DE TRANSITO**

El análisis de tránsito del proyecto FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA se basa en datos suministrados por el Departamento de Estudios Básicos de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

El tramo en estudio tiene una longitud de aproximadamente 3.8 kilómetros de carretera principal a cuatro carriles y es parte de la Ruta 2; entre secciones 19025, con estación de conteo número 183 frente al Parque de San Pedro, y la sección 19006 que contiene la estación de conteo permanente, (E.P.1), frente a Montesacro en el Puente Río Puruses. La sección del Río Puruses a la La Galera tiene actualmente dos carriles que luego se ampliará a cuatro carriles. Es por esta razón que para el

estudio de tránsito se decidió usar la estación 183 que si está a cuatro carriles. Para 1993 la estación 183 reportó 33190 vehículos por día con un 14 % de vehículos pesados.

El análisis del crecimiento vehicular demuestra altos y bajos dependiendo principalmente de la actividad económica del país. A nivel urbano hay calles y rutas nacionales con crecimientos de tránsito muy elevados (superiores al 12 %) y otras que registran bajo crecimiento anual debido principalmente al estado de la superficie de ruedo o bien porque han llegado a su capacidad. Adicionalmente, durante los últimos años el parque automotor se ha incrementado en forma muy acelerada debido a la alta importación de vehículos usados y nuevos.

Analizadas las anteriores variantes con personeros del Departamento de Estudios Básicos del MOPT, se llegó a la conclusión que para las proyecciones de tránsito de los tramos del presente proyecto se usaría un crecimiento anual del 7% que representa la tasa promedio del crecimiento vehicular de las carreteras del país. Los resultados obtenidos son:

Nota:

**TRANSITO PROMEDIO DIARIO**  
**FUENTE LA HISPANIDAD - SAN PEDRO - LA GALERA**

| 2.1 METODOS | Año  | T.P.D. |
|-------------|------|--------|
| 0           | 1995 | 38000  |
| 1           | 1996 | 40660  |
| 2           | 1997 | 43506  |
| 3           | 1998 | 46552  |
| 4           | 1999 | 49810  |
| 5           | 2000 | 53297  |
| 6           | 2001 | 57027  |
| 7           | 2002 | 61020  |
| 8           | 2003 | 65291  |
| 9           | 2004 | 69861  |
| 10          | 2005 | 74752  |
| 11          | 2006 | 79984  |
| 12          | 2007 | 85583  |

Nota: Considerando las condiciones reales de operación (semáforos, buses, taxis, etc), se estima una capacidad máxima de 50000 VPD.

- a- Subbase
- b- Subbase
- c- Base
- d- Capa de



## 2- DIAGNOSTICO

### 2.1 METODOLOGIA USADA

#### 1- Diagnóstico

Se realizó un recorrido del proyecto, marcando el estacionamiento cada cincuenta metros. Asimismo se identificaron y analizaron los tipos de fallas superficiales y se tabularon de acuerdo a:

- ┌ Fisuración y grietas
- Falla ─┬ Deformación "cuero de lagarto"
- ┌ Desintegración de baches y baches tapados

Ver tabla que resume los resultados de la inspección visual en la página 8.

#### 2- Muestreo

Se tomaron muestras para realizar pruebas de laboratorio en los siguientes componentes de la carretera:

- a- Subrasante
- b- Subbase
- c- Base
- d- Capa de rodamiento

En todos los casos se realizó un sondeo con extractor de núcleos y se efectuó la prueba de CBR de sitio.

### 3- Pruebas de Laboratorio

A las muestras obtenidas se les hizo pruebas para determinar las condiciones de las capas del pavimento, así como el estado de la subrasante, para diagnóstico de la plasticidad y capacidad relativa de soporte.

### 4- Diseño del Pavimento

El diseño del pavimento se realizó de acuerdo al método "Asfalt Road" y método "Shell" (Número Estructural Modificado), para un período de 12 años, tomando en cuenta factores de lluvia y mantenimiento de drenajes, espaldones y la condición estructural del pavimento existente.

## 2.2 OBSERVACIONES

El inicio del estudio está en la FUENTE LA HISPANIDAD y el estacionamiento va de oeste a este. Los carriles numerados 2 y 3 están del lado norte y la dirección del tránsito es de este a oeste. El carril N° 4 se usa como carril de cruce entre Plaza del Sol y el Indoor Club. Los carriles numerados 5 y 6 están del lado sur y tienen tránsito de oeste a este.

El carril N° 2 tiene daños en un 51 %

El carril N° 3 tiene daños en un 49 %

El carril N° 4 tiene daños en un 16 %

El carril N° 5 tiene daños en un 37 %

El carril N° 6 tiene daños en un 52 %

Promedio 47.25 % \*

\* Se excluye el carril de cruce.

El carril N° 2 (carril principal) tiene el 29% de su área con "cuero de lagarto" y el 12 % con baches tapados, lo cual indica que muy pronto habrá que hacer bacheo cuando el "cuero de lagarto" inicie su desintegración. Lo mismo se puede observar en el resto de los carriles.

## TABLA RESUMEN DE INSPECCION VISUAL

PROYECTO : ROTONDA DE LA HISPANIDAD - LA GALERA

|                    | CARRIL 1 |     | CARRIL 2 |     | CARRIL 3 |     | CARRIL 4 |     | CARRIL 5 |     | CARRIL 6 |     |
|--------------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|                    | AREA     | %   | AREA     | %   | AREA     | %   | AREA     | %   | AREA     | %   | AREA     | %   |
| FIGURA Y GRIETA    | 0        | 0%  | 34.6     | 0%  | 139.8    | 1%  | 74.4     | 2%  | 246.9    | 2%  | 72.4     | 1%  |
| BACHEO TAPADO      | 41.3     | 1%  | 2280.96  | 21% | 2891.15  | 22% | 35.85    | 1%  | 2520.4   | 20% | 3808.9   | 36% |
| BACHE              | 3.8      | 0%  | 10.8     | 0%  | 2.05     | 0%  | 0        | 0%  | 64.4     | 1%  | 148.6    | 1%  |
| CUERO DE LAGARTO   | 0        | 0%  | 3182.25  | 29% | 3352.35  | 26% | 367.75   | 12% | 1763.1   | 14% | 1331.95  | 13% |
| OTROS              | 11.3     | 0%  | 92.6     | 1%  | 58.3     | 0%  | 10       | 0%  | 46.2     | 0%  | 175.5    | 2%  |
| PAVIMENTO SIN DAÑO | 2718.6   | 98% | 5286.29  | 49% | 6601.35  | 51% | 2544.5   | 84% | 7980.25  | 63% | 5058.9   | 48% |
| AREA TOTAL         | 2775     |     | 10887.5  |     | 13045    |     | 3032.5   |     | 12621.3  |     | 10596.3  |     |

### 3- ANALISIS DE LABORATORIO DEL PAVIMENTO

#### 3.1 ANALISIS DE LA CAPA DE CONCRETO ASFALTICO

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de las pruebas de laboratorio que se pudieron analizar y que en general son de la capa superior o último recarpeteo.

| Estación     | Asfalto<br>% | Ceniza<br>% | Agua<br>% | Gs Max |
|--------------|--------------|-------------|-----------|--------|
| 1 + 000      | 5.12         | 0.33        | 0.40      | 2.43   |
| 1 + 000 N° 2 | 6.34         | -           | 0.16      | 2.25   |
| 2 + 000 N° 3 | 6.07         | 0.11        | 0.06      | 2.36   |
| 2 + 550 N° 4 | 9.05         | 0.74        | 0.06      | 2.26   |
| 3 + 000      | 5.66         | 0.14        | 0.10      | 2.35   |
| 3 + 500 N° 5 | 7.23         | 0.31        | 0.12      | 2.39   |

| Malla | Porcentaje Pasando |          |          |          |       |          |
|-------|--------------------|----------|----------|----------|-------|----------|
|       | 1+000              | 1+000N°2 | 2+000N°3 | 2+550N°4 | 3+000 | 3+500N°5 |
| 3/4   | 100                | 100      | 100      | 100      | 100   | 97       |
| 1/2   | 96                 | 94       | 89       | 100      | 89    | 86       |
| 3/8   | 90                 | 87       | 76       | 94       | 72    | 77       |
| 4     | 72                 | 65       | 53       | 80       | 51    | 61       |
| 8     | 53                 | 48       | 38       | 62       | 49    | 48       |
| 50    | 21                 | 20       | 17       | 26       | 18    | 23       |
| 200   | 12                 | 13       | 12       | 18       | 13    | 15       |

La variabilidad de espesores y número de capas de concreto asfáltico denota que los recarpeteos y bacheos fueron colocados en muy diferentes épocas.

En algunas secciones, como en la estación 0+500, aparecen cinco diferente capas y a ninguna de ellas fue posible hacerle pruebas de laboratorio. El concreto asfáltico estaba totalmente petrificado de tal forma que sometido a 140°C durante 24 horas no presentó viscosidad, lo que demuestra una pérdida total de los maltenos. Asimismo, en este sitio existen problemas de alcantarillado con insuficiente capacidad por lo que en época de lluvias intensa inunda esta sección (esquina este de la antigua sucursal del Banco Anglo).

Igualmente sucede en la estación 1+500 donde se repite el fenómeno descrito anteriormente. Es recomendable antes de cualquier rehabilitación solicitarle al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados que haga un estudio del alcantarillado en dicha esquina.

### **3.2 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

El valor promedio de la capacidad relativa de soporte de la subrasante es bajo ya que está compuesta por suelos arcillo- limosos y arcillosos (CBR 3%).

La estructura del pavimento tiene un promedio de 14 cm de concreto asfáltico es dos y tres capas muy oxidadas, con un promedio de espesor de base de 19 cm y una sub-base de 29 cm. De acuerdo al estudio realizado, se necesita estructuralmente una subbase mínima de 39 cm. Este faltante debe subsanarse mejorando la estructura de la base y el contrato asfáltico.

### 3.3 ANALISIS DE LA BASE

Los agregados de la base cumplen con los requerimientos de plasticidad de acuerdo al Cr 77 art. 703.6. La granulometría obtenida es variable y en algunos casos con sobretamaño.

La capacidad relativa de soporte mínima para la base, es de CBR 80 de acuerdo a especificaciones, sin embargo, las pruebas de laboratorio muestras CBR entre 60% y 70 %, lo que indica que la base deberá conformarse y compactarse al 100% de la prueba AASHTO T - 180.

### 3.4 ANALISIS DE LA SUB-BASE

La sub-base está compuesta por lastres de toba volcánica y en algunas partes se encuentran rellenos con gravas de río.

La toba volcánica es no plástica y no se nota contaminación. Su capacidad relativa de soporte es buena (CBR mayor de 30%) y cumple con las especificaciones CR-77, sección 204.

#### **4. ANALISIS DEFLECTOMETRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

##### **4.1 GENERALIDADES**

Para realizar el análisis deflectométrico y diseño del refuerzo estructural se tomaron en consideración aspectos como los siguientes:

- a- Se presenta dispersión, tanto transversal como longitudinalmente, de espesores y calidad de materiales. Sobre todo llama la atención la gran variabilidad que presenta la capa asfáltica en espesor, condición de deterioro y envejecimiento, así como la gran dispersión que se detectó en la capa de base y sub-base.
- b- El ensayo de deflectometría no se realizó en el período crítico del año, por lo que se debieron ajustar dichos valores de deflexión.
- c- Esta vía presenta varias sobrecapas de mezcla asfáltica, de diferentes espesores, condición de envejecimiento y nivel de agrietamiento.
- d- Los patrones de deterioro observados en campo así como la información de laboratorio, corroboran el hecho de que la vía fue ampliándose paulatinamente, de modo que esto implica variaciones importantes en capacidad estructural y calidad de materiales en la sección transversal de la vía.



- e- Que en dos puntos específicos (0+500 y 1 + 475), se presentan situaciones críticas desde el punto de vista de drenajes, situación que ha ocasionado severos daños a la estructura del pavimento.
- f- Que debe buscarse una solución económica y técnicamente viable, que considere los aspectos constructivos y de impacto a los usuarios por congestionamiento y seguridad durante la etapa constructiva.
- g- Que debe buscarse una solución que permita garantizar la calidad de la obra durante el período de vida útil para el cual se diseña.
- h- Que debe buscarse una solución estructural que en el mediano y largo plazo disminuya significativamente los costos de conservación del pavimento y por ende los costos de operación al usuario.
- i- La capa de base presenta gran dispersión en términos de espesor, granulometría, y capacidad de soporte, con el agravante de que presenta, en algunas muestras, contaminación por finos (altos porcentajes pasando la malla de 200) y alta plasticidad.

j- Para la determinación de la capacidad estructural actual del pavimento y su requerimiento de refuerzo para un período de diseño de 12 años, se aplica una metodología que permite "calibrar" el diseño óptimo de la estructura, contraponiendo los siguientes cuatro componentes fundamentales de evaluación del modelo de deterioro:

- El estudio de auscultación visual.
- El estudio de laboratorio.
- El análisis deflectométrico.
- Los volúmenes de tránsito y composición vehicular.

Estos cuatro parámetros, analizados desde la perspectiva de lo que ha sido la evolución histórica del pavimento, permiten interpretar adecuadamente el modelo de deterioro de la estructura y aportan importante información para visualizar cuáles son las opciones más apropiadas para "recuperar" estructuralmente la carretera.

#### **4.2 ANALISIS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE**

Para definir la hipótesis de carga del pavimento se partió de la información suministrada por el MOPT en términos de volúmenes y composición de tránsito, así como en lo que respecta a la tasa más probable de crecimiento de flujo vehicular. Dicha información es la siguiente:

Estación Parque San Pedro

TPD (1993): 33190 VPD

% pesados: 14 %

Tasa de crecimiento (i): 7 %

Con esta información y considerando una tasa de crecimiento del volumen de tránsito de 7 % se proyecta el flujo vehicular, hasta un máximo de 50.000 VPD.

Se tomó como capacidad máxima 50000 VPD, partiendo de los siguientes factores.

- Capacidad teórica por carril: 2200 veq. (vehículos equivalentes).
- Factor de corrección por semáforos: 0.6.
- Vehículos pesados con equivalencias de 5 veq: 15 %
- Factor de corrección por sentido: 0.8
- Factor hora-pico (FHP): 7.5%

De conformidad con las consideraciones anteriores se obtiene:

| <b>Año</b> | <b>TPD</b> |
|------------|------------|
| 1995       | 38000      |
| 1996       | 40660      |
| 1997       | 43506      |
| 1998       | 46552      |
| 1999       | 49810      |
| 2000       | 50000      |
| 2001       | 50000      |
| 2002       | 50000      |
| 2003       | 50000      |
| 2004       | 50000      |
| 2005       | 50000      |
| 2006       | 50000      |
| 2007       | 50000      |

TPD Acumulado (12 años) 618528

- **Cálculo del Factor Camión (FC)**

Se define FC como el número de ejes equivalentes de 8.2 ton que pasan por la vía, por cada 100 camiones.

Por no contar con información más precisa respecto a la composición de la flota, se establece la siguiente hipótesis de carga en términos de factor de equivalencia de ejes estándar (EEq de 8.2 ton):

- 80 % camiones con 0.43 EEq
- 10 % camiones con 0.90 EEq.
- 10 % camiones con 2.50 EEq

Típicamente, para Costa Rica, estos factores corresponden, para vías inter-urbanas, a la siguiente caracterización de la flota:

- Camiones carga liviana:  $EEq = 0.05$  a  $0.6$
- Camiones tipo C-2:  $EEq = 0.8$  a  $0.9$
- Camión tipo T3-S2:  $EEq = 2.50$

Adicionalmente se estima, para los vehículos livianos, el siguientes aporte, en términos de EEq (para SN entre 4 y 6 y para PSI entre 2 y 2.5).

- 50 %: EEq
- 50 %: 0.010 EEq
- SN: número estructural
- PSI: pérdida del índice de serviciabilidad en el período de diseño.

Con estas hipótesis se obtiene el FC para camiones y vehículos livianos como sigue:

- a- FC para camiones ( $FC_1$ )  
 $FC_1 = 0.80 \times 0.43 + 0.10 \times 0.90 \times 0.10 \times 2.5 = 0.684$
- b- FC para livianos ( $FC_2$ )  
 $FC_2 = 0.50 \times 0.01 = 0.005$

Seguidamente se obtienen las solicitaciones de carga para el período de diseño de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{EEq}(12 \text{ años}) &= 365 \times (0.4) [618528] \times 0.14 \times 0.684 \\ &= 365 \times (0.4) [618528] \times 0.005 \times 0.84 \\ &= 8.65 \times 10^6 + 0.38 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$\text{EEq} (12 \text{ años}) = 9.03 \times 10^6$$

#### **4-3 INTERPRETACION "IN-SITU" DEL ENSAYO DE DEFLECTOMETRIA.**

Una vez que se tiene la información de los ensayos de laboratorio y el perfil de deflexiones de la vía, se procede a interpretar "in-situ" el modelo de comportamiento de la estructura del pavimento ("performance"), lo que permite visualizar las opciones técnicamente viables para rehabilitar o reconstruir la estructura, según sea el caso.

Los siguientes son los resultados de esta evaluación:

##### **Sección: 0+000 a 0+600**

En esta sección el promedio de deflexiones es relativamente bajo:  $55.0 \times 10^{-2}$  mm (Estos valores no tienen la corrección por factor verano). Congruente con esta característica el deterioro superficial del pavimento no es severo, salvo en algunos puntos aislados donde se requiere una reparación de baches. Estas reparaciones se deben hacer según se especifica más adelante.

En este tramo, si se reparan los baches y áreas agrietadas y/o deformadas debidamente, se puede colocar una sobrecapa de refuerzo.

**Sección 0+600 a 1 + 475**

En esta segunda sección el nivel de deterioro se incrementa, en términos de severidad y magnitud de baches, áreas agrietadas y/o deformaciones. Se encuentra en una condición límite para utilizar la sobrecarpeta como refuerzo estructural. Sin embargo, si se "sanean" de forma apropiada las áreas agrietadas, deformadas y los baches, se podría colocar una sobrecapa, y aún así, se debe tener especial cuidado de que los carriles exteriores (posibles ampliaciones) no presenten problemas especiales para ser reforzados por el procedimiento de sobrecapa.

En este tramo también se incrementa el promedio de deflexiones a  $80.2 \text{ mm} \times 10^{-2}$  ( sin corregir por factor verano).

En esta sección se presentan dos problemas puntuales de drenaje, uno a la altura de la antigua sucursal del Banco Anglo y el otro al final del tramo.

**Secciones: 1+475 a 1 + 900 y 1+900 a 2 + 200**

En estas secciones el promedio de deflexiones fue de  $114 \text{ mm} \times 10^{-2}$  (sin corrección por factor verano).

Ambas secciones presentan deterioro severo, enormes baches y varios puntos con deformaciones tipo ahuellamiento.

Aunque en algunos tramos hacia el lado izquierdo (LI) se observa que el deterioro de la capa asfáltica no es severo, el porcentaje que esto significa respecto al área total no es significativo. Por lo tanto, no conviene considerar una solución particular para ese carril. En este tramo la severidad del deterioro superficial hace que sea de alto riesgo colocar una sobrecapa como refuerzo estructural.

**Sección: 2+200 a 2+800**

En este tramo hay evidencia de deterioro severo. Si se reparan adecuadamente las áreas con baches y agrietamientos, se podría colocar una sobrecapa, con la aclaración de que el bacheo a realizar, por su magnitud, incrementa significativamente los costos de rehabilitación y además implica que se estaría colocando una sobrecapa con algún riesgo de reflejo prematuro de grietas. Por lo tanto, proyectado a mediano plazo, en este caso, la sobrecapa no es una solución óptima. Para este tramo se obtuvo una deflexión promedio de  $86 \text{ mm} \times 10^{-2}$ .



### **Sección: 2+800 a 3+ 600**

El nivel de deterioro en este tramo es predominantemente severo. No es recomendable colocar aquí una sobrecapa, excepto en el tramo de 3+100 a 3 + 600, previo a que se corrijan adecuadamente las áreas de baches y agrietamiento severo. El promedio de deflexiones para este sección es de  $96.5 \times 10^{-2}$  mm.

### **Sección 3 + 600 a 3 + 800**

En todo este tramo existe un severo deterioro superficial que no permite la colocación de sobrecapa. Además, el promedio de deflexiones es bastante alto, similar al que se presenta en el tramo anterior.

## **4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL EQUIVALENTE**

### **4.4.1 GENERALIDADES**

Para el dimensionamiento del refuerzo estructural equivalente, además de los estudios de campo y de laboratorio, se toman en consideración los siguientes dos elementos adicionales:

Ajuste del modelo de análisis: se consideraron fundamentalmente 3 modelos: Asphalt Institute, Transportation and Road Research Laboratory y ASSHTO.

- Definición del rango de confiabilidad del diseño: probabilísticamente se analiza para 60 y 90 % de confiabilidad (aproximadamente). Este análisis de sensibilidad permite "afinar" el diseño final del refuerzo.

#### **4.4.2 AJUSTE DE DEFLEXIONES INVIERNO-VERANO**

De acuerdo con la metodología que se señala en el informe del proyecto Y Griega - San Francisco - La Colina, se ajustaron las deflexiones por diferencia invierno-verano. Para este proyecto se recomienda un factor de ajuste de las 1.4., en consideración a los valores de plasticidad encontrados en los materiales de base y sub-base.

#### **4.4.3 DISEÑO DEL REFUERZO**

De acuerdo con los estudios de tránsito se tiene una proyección de cargas por eje de  $9.03 \times 10^6$  ejes equivalentes de 8.2 ton.

Para la deflexión de diseño ( $D_{rr}$ ) se tiene:

$$D_{rr} = (D_p + 2s) \times K$$

$D_{rr}$ : deflección de diseño

$D_p$ : deflexión promedio

s: desviación estandar

K: factor de ajuste (1.4)

Para efectos de diseño se divide el proyecto en 2 secciones: Sección 1: 0+000 a 1+ 400, Sección 2: 1 + 400 a final del proyecto.

**a- Sección 1: (0 + 000 a 1 + 400)**

Para esta sección del estudio de deflectometría se obtiene:

$$D_p = 66.7$$

$$S = 26.6$$

$$D_{rr} = (66.7 + 2 \times 26.6) \times 1.4 = 168$$

$$D_{rr} = 168$$

De acuerdo con los análisis realizados se requieren los siguientes espesores equivalentes como refuerzo estructural:

- i) de 0 + 000 a 0 + 500 : 16 cm de concreto asfáltico
- ii) de 0 + 500 a 1 + 400 : 17.5 cm de concreto asfáltico

En el primer caso se recomienda colocar una primera capa de 7 cm que permita la conformación de superficie, sobre todo en lo relativo al bombeo, luego colocar seguidamente una segunda capa de 9 cm, como capa final de rodadura.

Según se indicó en apartados anteriores, esta sobrecapa se debe colocar previo a una reparación total de la carpeta existente y de conformidad con las recomendaciones que adelante se especifican.

En la segunda sección (0 + 500 a 1 + 400) se colocará una primera capa de 8 cm y una segunda de 9.5 cm de concreto asfáltico, siguiendo los lineamientos señalados en el punto anterior.

Se recomienda además que ambas capas cumplan con graduación B (CR-77). Sin embargo, es importante que la primera tenga un porcentaje de vacíos ligeramente mayor respecto a la segunda. Por lo tanto, se recomienda que los vacíos de la primera capa sean del orden del 5 al 6 % y en la segunda, próximos al 3 % (ver fig. 4.1 en página 25).

**b- Sección 2: (1 + 400 a final del proyecto)**

En este caso se tiene del estudio de deflectometría:

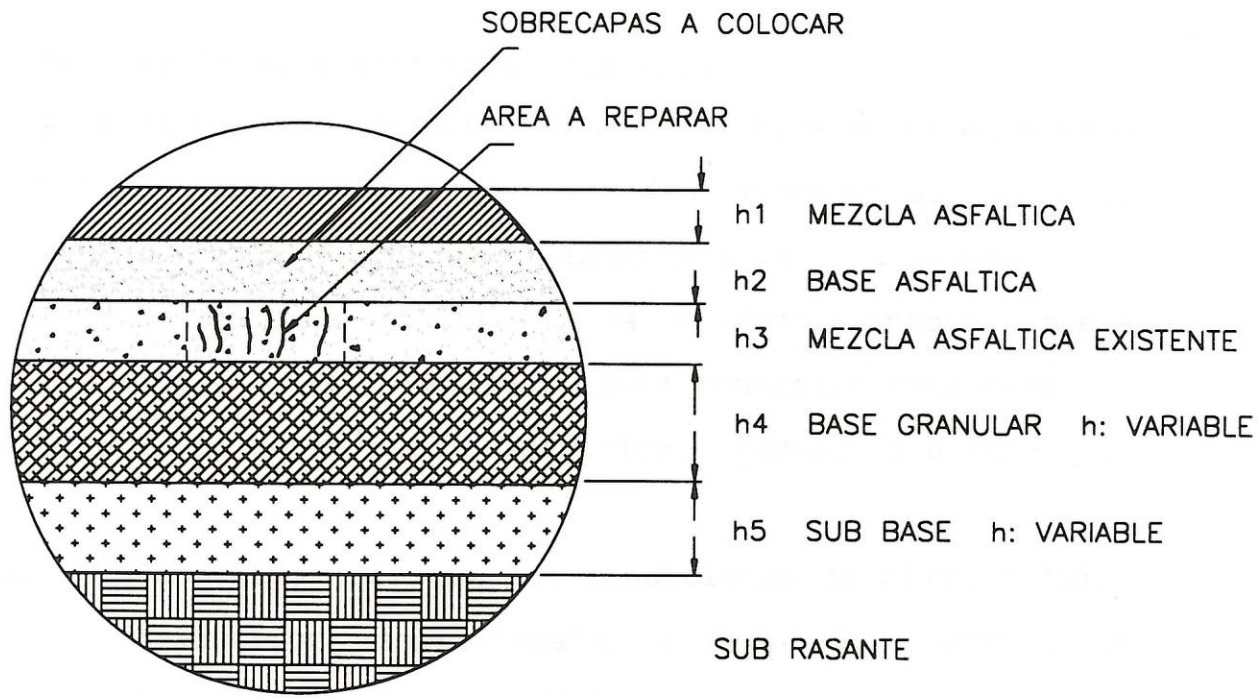
$$D_p = 93$$

$$S = 37$$

$$D_{rr} = (93 + 2 \times 37) \times 1.40$$

$$D_{rr} = (93 + 74) \times 1.40 = 233$$

De acuerdo con esto, se requiere un refuerzo estructural equivalente a 20 cm de concreto asfáltico. Debe tenerse en cuenta que este valor se ve afectado por la dispersión que presenta el pavimento en cuanto a sus características estructurales (espesores, calidad de materiales, nivel de deterioro) y sobre todo por la condición de deterioro y contaminación por finos en las capas granulares.



ESPESOR DE CAPAS

|    | CASO 1<br>0+000 A 0+500 | CASO2<br>0+500 A 1+400 |
|----|-------------------------|------------------------|
| h1 | 9cm                     | 9.5cm                  |
| h2 | 7cm                     | 8cm                    |
| h3 | VARIABLE                | VARIABLE               |

FIGURA 4.1

REHABILITACION DEL PAVIMENTO

DE ESTACION 0+000 A 0+500  
 DE ESTACION 0+500 A 1+400

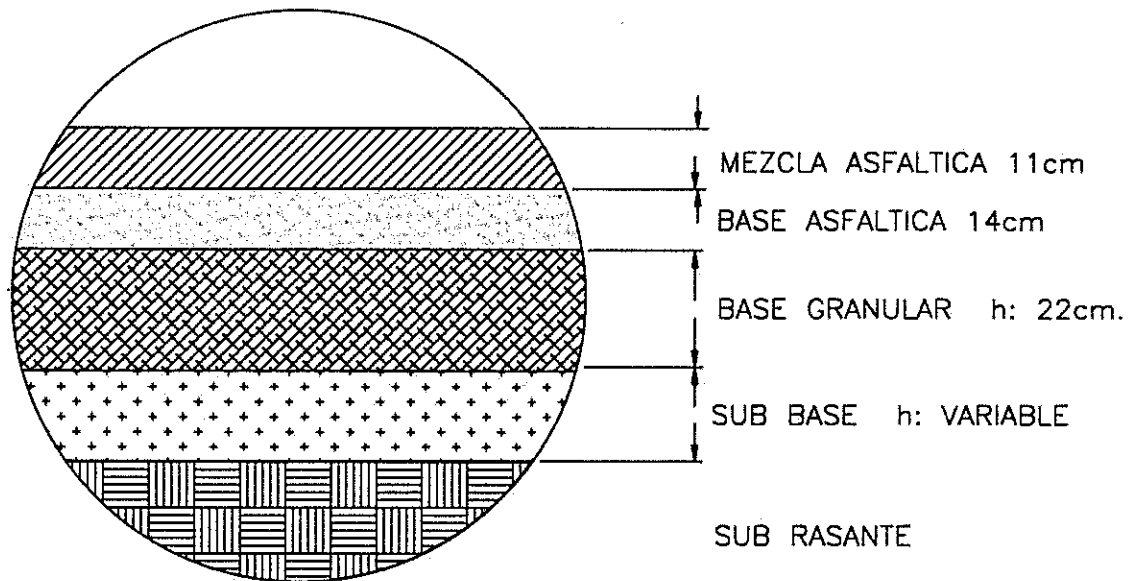
Para este caso se recomienda la siguiente solución estructural, (véase figura N° 4.2 en página 27).

- Remover la capa asfáltica existente.
- Reconformar y recompactar la capa de base en un espesor de 22 cm, compactando a una densidad no menor al 100 % del P.M. (Próctor Modificado), asimilándola a la sub-base.
- Colocar una base asfáltica de 14 cm (podría aprovecharse el concreto asfáltico existente para construir esta capa).
- Colocar 11 cm de mezcla asfáltica, graduación B (CR-77).

Nota: Debe aclararse que las condiciones de plasticidad, y graduación (sobre-tamaño, % pas. 200,. etc) , del material de base, además de su heterogeneidad, no hacen posible (o al menos económicamente viable), reconformar este material haciendo que cumpla especificaciones como material de base. Es por esto que se recomienda asimilar la capa de base a la sub-base.

#### **4-5 LINEAMIENTOS PARA REPARACION DE BACHES**

Para la reparación de baches se deben seguir los siguientes lineamientos (ver fig. N° 4.3 en página 28):



NOTA:  
Se debe remover la capa de  
mezcla asfaltica existente.

FIGURA 4.2  
RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO  
DE ESTACION 1+400 A FINAL DE PROYECTO



FIGURA 4.3  
DETALLE DE REPARACION DE BACHES



a- Se define como bache un área del pavimento que presente deficiencias estructurales locales, las cuales se presentan en diferentes formas, por ejemplo:

- Desprendimiento de agregados: se refiere a un punto localizado donde se manifiesta desprendimiento de agregados (tipo "pot hole"), y que implica un debilitamiento local de la capa de mezcla.
- Hundimientos o deformaciones manifiestas en la capa de rodadura tipo ahuellamiento; por ejemplo, que reflejan problemas de capacidad estructural.
- Agrietamiento (local) de la capa de rodadura.

b- En cada bache a reparar debe marcarse el área defectuosa a "sanear", aplicando el criterio de que existe un área específica que manifiesta un comportamiento deficiente respecto al resto del pavimento.

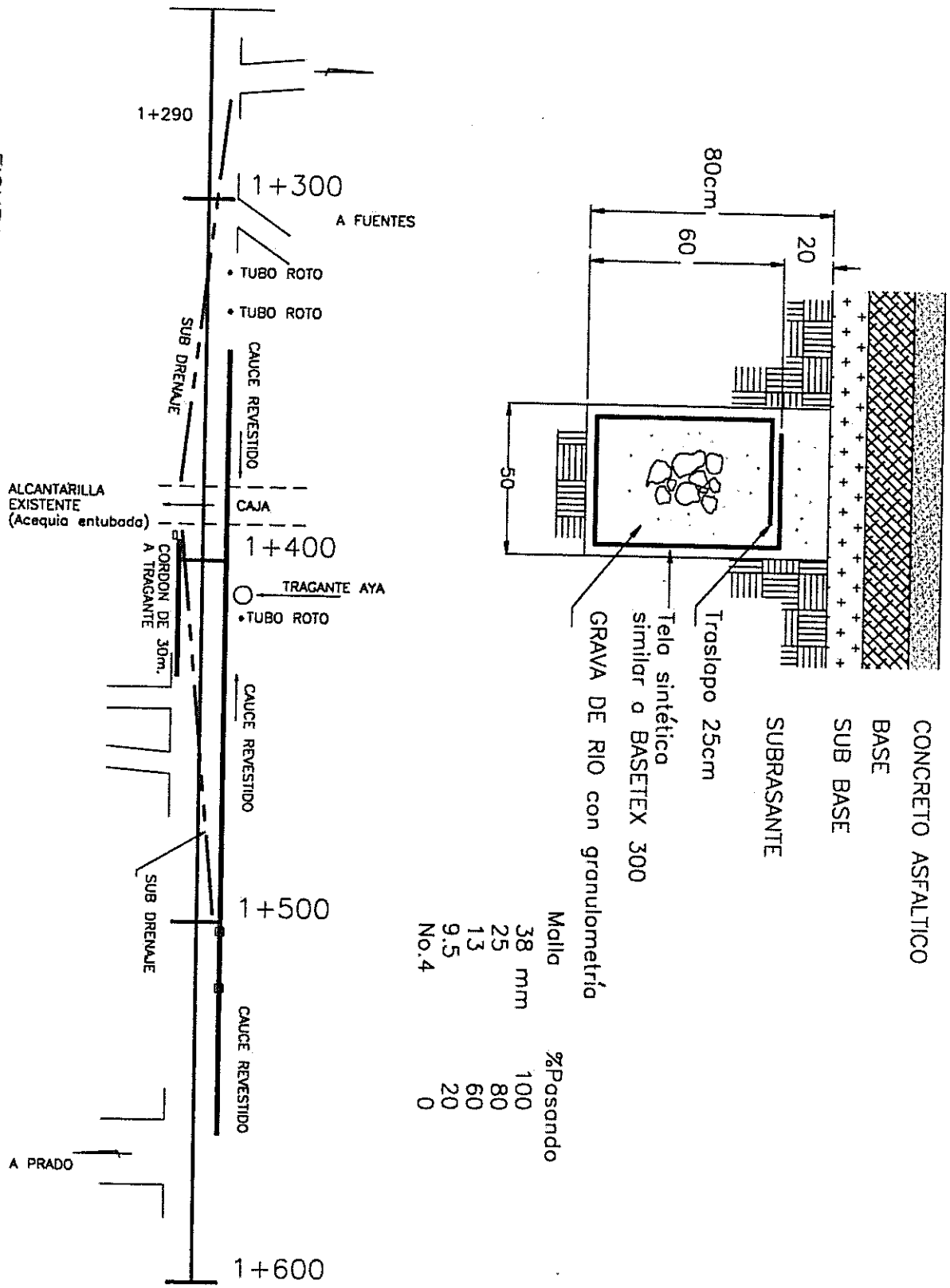
c- Cortar (idealmente con sierra) el área a reparar y extraer el material asfáltico.

d- Analizar en el sitio la condición de la base en lo relativo a humedad, compactación, contaminación por finos, etc; para definir si se recompacta superficialmente o requiere de una reparación mayor de dicho material (de base).

- e- En caso de que la base no requiere una reparación mayor se debe compactar hasta alcanzar una densidad del 100 % del PM (Próctor Modificado).
  
- f- Si se requiere una reparación mayor, se debe sondear a mayor profundidad para analizar, en sitio, la condición de la sub-base. Con base en esta inspección se decidirá el paso a seguir para reparar estas capas inferiores, dependiendo de los problemas que se presenten.
  
- g- Como norma general, en un bache no se puede colocar la mezcla asfáltica hasta tanto no tenga la aprobación para ello de parte de la inspección del proyecto.

**5- ANOTACIONES FINALES RELATIVAS AL DISEÑO Y  
ESPECIFICACIONES ESPECIALES**

- a- Los estudios de campo mostraron grandes dispersiones en términos de espesores, calidad y tipo de materiales, nivel de deterioro, calidad de subrasante, condiciones de drenaje y ancho de sección. Esta dispersión debe tenerse presente en la etapa de construcción, ya que es factible que durante el proceso constructivo surjan condiciones (materiales, espesores, tuberías, etc.) no detectadas en los muestreos y auscultaciones realizadas. Si este fuese el caso, se debe analizar la situación particular que se presente y establecer las medidas que correspondan ante estos "imprevistos".
- b- En este proyecto se requiere hacer bacheo de reparación. Este trabajo debe hacerse correctamente, incluido la identificación de las áreas a "sanear". Caso contrario se corre el riesgo de reflejo prematuro de grietas en estos puntos. Los lineamientos para realizar estos trabajos se indican en el apartado correspondiente del informe.
- c- Los sub-drenajes a construir deben ubicarse correctamente a fin de abatir las aguas freáticas y aguas "colgadas" que ocasionan problemas al pavimento, (ver fig. N° 4.4 en página 32).



| Malla | %Pasando |
|-------|----------|
| 38 mm | 100      |
| 25    | 80       |
| 13    | 60       |
| 9.5   | 20       |
| No.4  | 0        |

FIGURA 4.4  
DETALLE TIPICO SUB DRENAJE

- d- Conviene estudiar la curva densidad vs energía .de compactación de la base con el propósito de verificar que al 100 % del Próctor Modificado (PM) se alcance una estabilidad volumétrica satisfactoria.
  
- e- El material de base debe inspeccionarse cuidadosamente, posterior a la remoción de la carpeta, para verificar que no se presenten problemas por exceso de plasticidad o que muestren alguna otra particularidad especial (e.g; exceso de sobre-tamaño).
  
- f- Otro factor muy importante durante el proceso constructivo es el problema del tránsito; no solamente desde el punto de vista del congestionamiento vehicular, sino también en lo pertinente a la seguridad de los usuarios.
  
- g- Las consideraciones o premisas básicas del diseño suponen condiciones como las siguientes:
  - No se presentan sobre-esfuerzos por presión de inflado o sobrecarga de camiones.
  - Los sistemas de drenaje (superficial, lateral y profundo), funcionan adecuadamente.
  - La vía tendrá el mantenimiento requerido durante su vida útil.
  - El control de calidad durante el proceso constructivo garantizará que se alcancen satisfactoriamente las especificaciones de diseño.

- h- En el tramo donde se debe remover la carpeta, la conformación de bombeos se hará a nivel de la base granular. Ni la base asfáltica ni la capa de rodadura se utilizarán para corregir niveles para lograr la conformación de la superficie terminada.
- i- En los dos primeros tramos donde se recomienda colocar sobrecapa asfáltica, se deben conformar bombeos a nivel de la primera capa. La capa final de rodadura debe ser de espesor constante y no será utilizada para corregir niveles.
- j- El ligante asfáltico debe mantenerse bajo un riguroso proceso de control de calidad, al menos en los siguientes aspectos (además de todos las restantes especificaciones del CR-77):
- Viscosidad-penetración por medio del nomograma de Heukelom.
  - Temperatura de mezclado y de colocación de la mezcla.
  - Envejecimiento en película delgada.
  - Quemado de asfalto en planta.
  - Afinidad agregado - ligante. Debe cumplirse que la asíntota, en la curva resistente retenida - intemperismo, sea mayor a 75 %.
- k- El proceso de producción y colocación de la mezcla asfáltica debe cumplir con los siguientes requerimientos:
- Debe garantizarse que en el proceso de producción de la mezcla el asfalto no sobrepase la temperatura de mezclado especificada para el ligante.

- La temperatura de mezclado debe ser definida en laboratorio y ajustada durante el desarrollo del proyecto según cambien las características del asfalto.
- La base asfáltica debe diseñarse para un módulo resiliente no menor a 15000 kg/cm<sup>2</sup> y una estabilidad Marshall mayor a 550 kg.
- El diseño de mezcla debe repetirse varias veces (según la dispersión que presente), de modo que se conozca el rango de variación más probable de los parámetros del ensaye Marshall como criterio para definir la mezcla óptima.
- En la colocación de la mezcla asfáltica debe cumplirse rigurosamente con el porcentaje de vacíos y con la conformación superficial (bombeos). No se permitirán variaciones de más de 5 mm, tanto longitudinal como transversalmente, cuando estos se comprueben con una regla de 3 m. Además, no se permitirá ningún tipo de deformación que cause empozamiento o canalización del agua.
- El agregado grueso debe tener un coeficiente de desgaste de Los Angeles (LA) menor a 30. Debe provenir de quebrador, con un 75% de partículas con 2 o más caras facturadas.
- La variación admisible (con respecto a lo especificado) del espesor de la capa terminada será menor a 6 mm.

- El agregado fino debe provenir de quebrador. Debe tener un coeficiente de desgaste LA menor a 30 % y debe ser no-plástico (NP), con un coeficiente de equivalente de arena mayor a 40 %.
- La mezcla asfáltica será graduación B, excepto para el recubrimiento del hormigón compactado con rodillo (CCR) que será graduación C (CR-77), esto en el caso de ampliaciones (gavetas).
- La junta entre el CCR y el borde interior y exterior de esta ampliación (gaveta) debe compactarse y sellarse cuidadosamente, de modo que no se generen fisuras, grietas o deformaciones longitudinales.
- El mantenimiento preventivo y periódico es absolutamente necesario para lograr un adecuado comportamiento ("performance") de la estructura. Adicionalmente a este mantenimiento debe darse un seguimiento de auscultación (visual y con ensayos no-destructivos), debe evaluarse el modelo de deterioro del pavimento, y corregir de manera preventiva manifestaciones prematuras de deterioro.



## 6- SUMARIO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO

En la tabla siguiente se muestra el sumario de cantidades y presupuesto del proyecto.

Aunque el informe recomienda la ampliación de puentes, no se incluye la estimación de costos porque está supeditada a la solución que el Ministerio de Obras Pública y Transportes estime pertinente.

## SUMARIO DE CANTIDADES

| RENGLON DE PAGO | DESCRIPCION  | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | TOTAL       |
|-----------------|--|----------|----------------|-----------------|-------------|
| 103.09B         | SUBTOTAL POR REAJUSTES                                 | GLOBAL   | ¢              |                 | 8.000.000   |
| 109.04          | TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE                         | GLOBAL   | ¢              |                 | 8.000.000   |
| 203(14)         | LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS                       | 346      | m <sup>3</sup> | 400             | 138.400     |
| 203(15)         | EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR                 | 250      | m <sup>3</sup> | 750             | 187.500     |
| 204(1)          | SUB-BASE GRADUACION D                                  | 127      | m <sup>3</sup> | 1.600           | 203.200     |
| 206(1)          | EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS                            |          | m <sup>3</sup> | 1.500           |             |
| 210(2)A         | ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO A RECICLAR        | 38.400   | m <sup>2</sup> | 210             | 8.064.000   |
| 301(1)A         | BASE ASFALTICA RECICLADA EN PLANTA                     | 11.830   | Ton.           | 4.400           | 52.052.000  |
| 301(2)          | CEMENTO ASFALTICO 85-10OPARA BASE RECICLADA            | 473.200  | Lts.           | 45              | 21.294.000  |
| 304(3)          | BASE AGREGADO TRITURADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B. |          | m <sup>3</sup> | 2.600           |             |
| 403(1)          | PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA | 17.559   | Ton.           | 6.000           | 105.352.800 |
| 403(2)          | CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA             | 661.280  | Lts.           | 45              | 29.757.600  |
| 407(2)          | ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA.             | 85.120   | Lts.           | 50              | 4.256.000   |
| 408(3)          | ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION                | 80.000   | Lts.           | 50              | 4.000.000   |
| 408(5)          | MATERIAL DE SECADO                                     | 610      | m <sup>3</sup> | 3.100           | 1.891.000   |
| 502(1)          | CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO                        | 186      | m <sup>3</sup> | 12.000          | 2.232.000   |
| 602A(2)         | HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |          | m <sup>3</sup> |                 |             |
| 602B(1)         | MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO        |          | m <sup>3</sup> |                 |             |
| 602C(1)         | VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO                         |          | c/u            |                 |             |
| 604A(6)         | REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL       | 12       | kg             |                 |             |
| 605(21)         | RELLENO DE GRAVAS SUB DRENAJE FRANCES                  | 72       | c/u            | 5.000           | 60.000      |
| 605(22)         | TELA FIBRA SINTETICA/ SUBDRENAJE                       | 500      | m <sup>3</sup> | 1.600           | 115.200     |
| 612(2)          | BARANDA DE ACERO PARA PUENTE                           |          | m <sup>2</sup> | 216             | 108.000     |
| 622A(6)         | CAUCES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA            | 500      | m              | 1.650           | 825.000     |

(Precios suministrados por el MOPT.)

TOTAL 246.536.700

272.087.950

PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

## **ANEXO A**

### **HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO (HCCR)**

Tomado del Curso dictado por el Ing. Civil Juan Augusto Galizzi  
San José, Costa Rica, Enero de 1995.

# HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO DE USO VIAL, HCRV.-

## 01.-INTRODUCCION

El Hormigón Compactado con Rodillo, HCR, comenzó a estudiarse en Argentina, de manera metódica, casi simultáneamente en sus dos formas más importantes de aplicación: *en obras viales y como hormigón masivo, en presas de gravedad.*-

Las diferencias existentes en estos dos tipos de estructuras, pertenecientes al dominio de la Ingeniería Civil, son tan amplias que, lógicamente, necesitan del material el cumplimiento de condiciones distintas para satisfacer adecuadamente las exigencias específicas de cada una .-

Por ello, y atentos a la evolución que ha alcanzado la investigación del HCR, las experiencias realizadas y las encaminadas a ejecutarse, nos parece oportuno decir que ha llegado el momento de distinguir con siglas diferenciales a ambos tipos de HCR, denominando HCRV al de uso vial y HCRM al de empleo masivo, con el objeto de evitar confusiones a quienes no estén suficientemente al tanto de estos antecedentes.-

Cuando encontrándonos frente a un nuevo material se nos presenta la posibilidad de estudiarlo, generalmente tratamos de relacionarlo con lo conocido que nos parece similar, si esto es posible.-

En el caso del HCRV encontramos algunas características comunes con dos materiales de gran aplicación vial como son los estabilizados granulares con cemento o gravas-cemento y el hormigón de cemento portland u hormigón convencional.-

El HCRV es similar a una GRAVA-CEMENTO en su aspecto exterior, en la forma de producción con maquina mezcladora, en el transporte, distribución y compactación, en el sistema de curado, en la relación agua-cemento que oscila entre 0.38 y 0.45, también en la posibilidad de ser inmediatamente librado al tránsito una vez finalizada la operación del curado.-

Es similar al HORMIGON CONVENCIONAL en su forma de producción con hormigoneras de paletas móviles, en el contenido de cemento que oscila entre 12 y 14 % del peso total de materiales secos, incluido el cemento, en la respuesta estructural que como consecuencia permite el diseño de la losa con igual metodología y empleando los ábacos y gráficos de uso común para el hormigón convencional, y en el empleo posible de los mismos sistemas de curado.-

También presenta similitud con los HORMIGONES ASFALTICOS en el uso de iguales equipos en la etapa constructiva, como la distribución con terminadora y la vibración compactación con rodillos lisos y neumáticos, además de la posibilidad de apertura inmediata al tránsito.-

## 02.-MATERIALES

En todas las experiencias programadas se ha buscado el empleo exclusivo de materiales locales o de los más próximos a la zona de obra.-

### Agregado grueso y fino

Se puede utilizar canto rodado natural o piedra triturada.- El tamaño máximo es importante por los problemas de segregación y de terminación superficial, aconsejándose emplear T<sub>máx.</sub> 16 o 20 mm, según se use como capa de rodamiento o base, respectivamente.- Las arenas pueden ser de tipo industrial ó natural de acuerdo con las condiciones locales.-

Los tipos de granulometría que se indican, donde también se incluye al cemento, nos han dado excelentes resultados:

| Tamiz<br>IRAM | Tamaño máximo |          |
|---------------|---------------|----------|
|               | 16 mm         | 20 mm    |
| 25.00 mm      | -             | 100      |
| 19.00 mm      | 100           | 85 - 100 |
| 16.00 mm      | 85 - 100      | 75 - 95  |
| 9.50 mm       | 70 - 87       | 60 - 83  |
| 4.75 mm       | 50 - 70       | 42 - 63  |
| 2.00 mm       | 35 - 50       | 30 - 47  |
| 425 $\mu$ m   | 18 - 30       | 15 - 27  |
| 75 $\mu$ m    | 10 - 20       | 9 - 19   |

El porcentaje en que intervendrá el agregado grueso y el fino se determina por los métodos comunes de composición granulométrica (Método D.N.V., de Rothfuchs, etc.) partiendo de las curvas tipo indicadas según el tamaño máximo elegido, y haciendo

intervenir el cemento como un agregado más, partiendo de una composición de entre 12 y 14 % de cemento sobre el peso total de la mezcla.-

### Cementos

Pudiendo emplearse cementos normales es aconsejable el empleo de cementos puzolánicos o de escorias granuladas de alto horno, fabricadas en Argentina según Normas IRAM 1651 y 1636, de manera de lograr un tiempo de comienzo de fraguado mayor, lo que asegura un "tiempo de trabajo" para el HCRV mayor que el que se obtiene cuando se emplean cementos normales.-

Este concepto de "tiempo de trabajo" es importante en la tecnología de los HCR y se define como el tiempo transcurrido desde el comienzo de la producción, hasta la iniciación del fraguado del cemento, en el cual debe realizarse totalmente el transporte, la puesta en obra y la compactación hasta su terminación.-

Debe conocerse entonces el tiempo de comienzo de fraguado del cemento que se va a emplear y en base a este dato y la planificación del trabajo a ejecutar se determinará la conveniencia o no de agregar aditivo del tipo "retardador de fraguado".- Estos aditivos deben cumplir con la norma IRAM 1663.-

### Agua

El porcentaje óptimo de agua oscila entre el 4 % y el 6 % del peso seco de los materiales.-

En nuestra tecnología lo determinamos partiendo del ensayo Proctor, con probetas preparadas con distintos porcentajes de humedad, entre el 3% y el 7% (cinco puntos), compactadas de acuerdo a Norma IRAM 10511, Alternativa "A", equivalente a AASHTO T.180, Procedure "D", lo que nos permite determinar la  $H_{\text{ópt.}}$  y la  $D_{\text{máx.}}$  del material; este último valor oscila en nuestras experiencias entre 2,2 y 2,4 gr.cm<sup>-3</sup>.-

El HCRV es muy sensible a las variaciones del contenido de agua, la falta aumenta el riesgo de segregación y el exceso dificulta el aprovechamiento total de la energía de compactación.-

### Aditivos

Puede resultar interesante el empleo de retardadores de fraguado en cuyo caso la incorporación debe realizarse junto con el agua en su ingreso a la hormigonera o mezcladora.-

### 03.-CAPACIDAD ESTRUCTURAL

Partiendo de la dosificación establecida y de la Hópt. encontrada procedemos a fabricar probetas que nos servirán para, a la edad de siete y veintiocho días, evaluar su resistencia estructural.-

Las probetas se producen con el mismo sistema de compactación indicado, quedando las dimensiones aproximadas en 15 cm de diámetro y 12 cm de altura.- El curado es el tradicional para probetas de hormigón, en cámara húmeda a 21 °C de temperatura y 100 % de humedad relativa ambiente.-

Los ensayos de resistencia se hacen a rotura por compresión diametral, según Norma IRAM 1658/68.-

Los valores que se obtienen a 28 días, oscilan entre los 2,8 y 3,3 MPa, si se han seguido las recomendaciones indicadas, como lo hemos comprobado en nuestros trabajos.-

Es importante también conocer la "capacidad soporte inmediata" del material, lo que posibilitará su correcta compactación con rodillos vibrantes.- Para ello se someten probetas compactadas al 97 % de la  $D_{m\acute{a}x.}$ , al ensayo de Valor Soporte C.B.R., el que debe resultar igual o mayor al 65 %.- Esta condición es cumplida satisfactoriamente con facilidad por las propias características del material.- El ensayo debe realizarse inmediatamente de preparada la probeta, sin sobrecarga y sin embebimiento previo.-

Es importante determinar la sensibilidad de la mezcla a las variaciones de la energía de compactación y del porcentaje de humedad, para luego ajustar los necesarios controles de obra.-

La metodología aconsejada consiste en confeccionar probetas compactando con distintas energías, 12, 25 y 56 golpes, por ejemplo, verificar en cada una la densidad lograda y la resistencia a rotura por compresión diametral de las mismas.-

La sensibilidad al agua se puede conocer preparando probetas variando el porcentaje correspondiente a Hópt. en  $\pm 0.5$  a  $\pm 1.0$  % y compactando para densidades del 95, 97 y 100 % de la  $D_{m\acute{a}x.}$  obtenida de la manera indicada determinando la energía de compactación necesaria para cada variación de la humedad.-

Para el diseño estructural debe emplearse el valor representativo de la resistencia a rotura por compresión diametral obtenido con probetas compactadas al 97 % de la  $D_{m\acute{a}x}$ .

#### 04.-DISEÑO ESTRUCTURAL

Conocida la capacidad estructural del HCRV que se utilizará en obra, el diseño del espesor de las losas se ha realizado de acuerdo con los métodos empleados para diseño en pavimentos, tanto rurales como urbanos, de hormigón convencional.

Se determinará por los métodos conocidos el V.S.R. de la subrasante, y las cargas que actuarán sobre la estructura del camino, que se obtienen generalmente de los censos de carga, disponibles, predimensionando a la losa de HCRV empleando los mismos elementos que se utilizan para las losas de hormigón convencional.- Al respecto de estos elementos para el diseño, ábacos y gráficos, se estima que a medida que avance el conocimiento del hormigón, se podrán confeccionar nuevos gráficos especialmente preparados para diseñar con HCRV.-

Todo este material de trabajo necesario para el correcto dimensionamiento de los pavimentos rígidos se encuentra en la abundante Bibliografía especializada disponible.-

#### 05.-FISURACION

Las fisuras por contracción inicial se producen regularmente en los HCRV respondiendo a las causas características de los pavimentos rígidos.- La experiencia argentina, coincidente en este caso con la europea, indica que las fisuras se producen entre los 5 y 7 m, observándose mayor regularidad y perpendicularidad respecto al eje longitudinal de calzada, y espesor de abertura menor que en los hormigones convencionales.-

Se produce también fisuración longitudinal o de articulación, condición que se cumple normalmente.-

La tendencia actual es provocar la fisura debilitando la sección de la losa, con la ventaja adicional que el tiempo de comienzo de la fisuración es mayor que en el hormigón convencional, no antes de las 24 hs. de vida, por lo que iniciar las operaciones de formación de juntas no resulta tan apremiante en el tiempo y luego proceder al sellado correspondiente, cuando sea necesario.-

#### 06.-CALIDAD SUPERFICIAL

Las exigencias varían según que la losa de HCRV este destinada a ser recubierta o no.-

Los controles de regularidad superficial son iguales a los que se realizan sobre losas de hormigón convencional con los equipos que puedan emplearse y las exigencias que deban



cumplirse.-

Si el HCRV va a ser recubierto las exigencias disminuyen y varían para recubrimientos con tratamientos o concretos asfálticos.-

De acuerdo a la experiencia argentina, tiene relación con la granulometría de los agregados, conviene un T<sub>máx.</sub> no mayor de 19.0 mm. Con el equipo de distribución que se emplee, es aconsejable una terminadora con pre-compactación energética del material en lugar de distribuirlo con motoniveladora, seguido por el equipo de compactación, rodillos lisos vibrantes usados convenientemente y rodillo neumático para terminación final.-

La experiencia realizada es alentadora en este sentido, porque se ha podido demostrar en obra que, tomadas las precauciones mencionadas y adecuándolas a las condiciones de obra se puede lograr una terminación que cumpla con las exigencias de regularidad especificadas.-

## 07.-METODOS CONSTRUCTIVOS

Todas las obras ejecutadas y las actualmente en programación en Argentina se han orientado, en lo que respecta a la construcción del pavimento, en la experiencia europea, pero adaptándola a modalidades propias, de trabajo, materiales y equipamiento, para así lograr una tecnología de posible aplicación práctica.-

Esta forma de encarar la etapa de construcción es similar a la que se siguió en las etapas de elección de materiales, dosificación, evaluación estructural y diseño analizadas precedentemente.

Las etapas constructivas, detalladas brevemente son:

### Producción

El HCRV se puede producir en planta mezcladora del tipo empleado para suelo-cemento o mezcla granular y también en planta hormigonera de paletas móviles. Las primeras dosifican por volumen y las segundas por pesadas. Ambas resultan eficientes y en la experiencia acumulada se han logrado buenos resultados.

Se producen amplia variedad de modelos de manera que su empleo no presenta

ninguna dificultad.

### Transporte

Se realiza en camiones volcadores sin ningún dispositivo especial. Sólo debe cuidarse en verano la posible evaporación de agua para lo que puede resultar conveniente cubrir con un toldo adecuado al material.

La altura de caída desde el silo al camión debe cuidarse que resulte la mínima posible para evitar problemas de segregación.

La distancia de transporte debe también considerarse en lo que representa como consumo de parte del "tiempo de trabajo" cuya importancia ya se ha explicado precedentemente.

### Distribución

Esta operación puede realizarse desde la forma más elemental que consiste en el empleo de motoniveladora hasta la más avanzada con terminadoras de hormigón asfáltico que dejan el material precompactado y semiterminado. Como elemento intermedio se puede mencionar las distribuidoras tipo "cajón" que suelen emplearse en bases estabilizadas granulares.

Por supuesto que según la mayor o menor calidad del equipo distribuidor será el resultado que se obtenga en lo referente a uniformidad de espesores y terminación superficial.

En esta etapa es conveniente disponer de un equipo para riego con agua por pulverización, por si se produjera el secamiento de la superficie. También debe controlarse si la base de asiento está seca antes de la distribución del hormigón, en cuyo caso es necesario un previo riego con el equipo disponible, por ejemplo un camión regador.

La distribución se realiza por carriles de acuerdo al ancho que permite el equipo, siempre se terminará en una línea para todos los carriles a objeto de formar una sola junta transversal de construcción.

Otra ventaja de este material con respecto al hormigón tradicional es que no precisa de moldes laterales para su contención, ya que su propia consistencia inicial lo

mantiene conformado adecuadamente.

### Compactación

Se emplean los mismos equipos que se utilizan en la compactación del hormigón asfáltico.

El rodillo liso vibrante conviene que tenga un peso de 30 ó más  $\text{kg.cm}^{-1}$  de generatriz.

El rodillo neumático puede emplearse con una carga de 3000 kg. por rueda y presión de inflado mayor o igual a  $8 \text{ kg.cm}^{-2}$ .

Se comienza con el rodillo liso estático y luego se trabaja vibrando con el número de pasadas (\*) suficientes para lograr la densidad especificada.

No hay número fijo de pasadas de rodillo liso; debe realizarse una experiencia previa a la obra, en un tramo elegido expresamente donde se verifique el número de pasadas necesarias, que puede variar entre cuatro y diez, pero como queda indicado, todo depende de las características de la base, del material, del equipo disponible, del espesor y del clima.

Finalmente se pasa el rodillo neumático cuya misión es mejorar la terminación de la losa borrando las pequeñas deficiencias que puedan quedar luego del paso del rodillo liso.

También para esta etapa es necesario disponer de un equipo para regar agua por aspersión por si fuera necesario, especialmente en días ventosos de verano.

La compactación de los bordes es un punto importante; si se trabaja por carriles hay que dejar sin compactar una tira longitudinal de aproximadamente 40 cm. de ancho que actúa de contención, luego al compactar el segundo carril se compactará esta tira. Para la contención lateral se trabaja en igual forma realizándose la compactación de la tira junto con el material de banquetas.

(\*) Se entiende por "pasada", el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo.

En los pavimentos urbanos la contención lateral se realiza con los cordones colocados previamente.

### Curado

Se realiza inmediatamente después de terminada la compactación.

Se aconseja emplear emulsión asfáltica aniónica distribuida con camión regador. Si se va a liberar al tránsito, puede hacerse un riego con arena, no bien rompa la emulsión, en un espesor de 5 mm. aproximadamente, para evitar que el asfalto sea levantado por la rueda de los vehículos.

También puede curarse con los sistemas clásicos de curado de los pavimentos de hormigón convencional.

### Juntas

La construcción de juntas transversales de contracción se realiza con máquinas similares a las empleadas para el hormigón convencional, sierras con discos de acero y punta de diamante, en lo posible.

La junta transversal de construcción a la finalización de cada jornada de trabajo, debe materializarse, tratando de que sea única para todo el ancho de la calzada. Normalmente se construye quitando la cuña construida para el acceso de los rodillos al final del día y cortando verticalmente la sección transversal de la losa.

El cuidado de la junta, o de la fisura, cuando ésta se manifiesta, se limita a un sellado empleando los materiales y métodos tradicionales.

## 08.-CONTROLES DE CALIDAD

Se los clasifica en dos categorías, según donde se realizan:  
Controles en Planta y en Obra.

## Controles en Planta

Además del correcto calibrado de la planta, sea ésta por pesada o por volumen y de los controles específicos para cada material acopiado, es importante el control de granulometría de la mezcla. Para ello se tomará material mezclado seco, antes del ingreso del agua, y se determinará su granulometría para compararla con la mezcla granulométrica tipo, realizando las correcciones que correspondan si fuera necesario.

El porcentaje de humedad de la mezcla debe también controlarse en planta, retirando material del camión cargado para su transporte a obra.

La periodicidad de estos dos controles depende del ritmo de avance de la obra, pero en condiciones normales, la granulometría debe verificarse tres veces al día, por la mañana, al mediodía y por la tarde.

En el caso del porcentaje de humedad, dada la alta sensibilidad del HCR a la variaciones del agua, es conveniente un control estricto. Puede realizarse, por ejemplo, cada hora de trabajo; este intervalo de tiempo variará según la normalidad que se verifique en los valores obtenidos, también debe atenderse a las condiciones climáticas en que se esta desarrollando la obra.

Se tendrá en cuenta que del mismo camión que se retiró material para analizar se volverá a retirar una vez que éste llegue a la obra, para determinar un nuevo porcentaje de humedad que nos permitirá valorar las pérdidas que pudieran ocurrir durante el trayecto de planta a obra.

Se moldearán probetas con material extraído en planta, para luego de curadas, ensayarlas a rotura por compresión diametral, lo que permitirá verificar la calidad estructural de la mezcla.

Queda sobreentendido que todas estas operaciones de control deben realizarse empleando la misma metodología que fue usada en la etapa inicial de evaluación y diseño.

## Controles de obra

El control del porcentaje de humedad de la mezcla, como se dijo precedentemente, se hará con material del mismo camión, de donde se extrajo para igual control en planta.

La medición del espesor de la capa se hace desde la misma máquina distribuidora, a medida que esta avanza, de manera que cualquier error pueda corregirse inmediatamente.

El control de avance de la densificación y del porcentaje de humedad durante la compactación con rodillo se realiza por intermedio de núcleo-densímetros, siendo los equipos Troxler los que han alcanzado mayor divulgación; permiten medir densidad húmeda y seca del material y el porcentaje de humedad, control que se puede realizar a distintas profundidades dentro del espesor de la capa.

Se acostumbra controlar también la densidad por el método de la arena o del volumenómetro, para efectuar las comparaciones de valores obtenidos en un mismo lugar y fundamentalmente si el personal actuante no está familiarizado con esta nueva tecnología.

El control de curado con emulsión asfáltica se efectúa de manera similar al método empleado para controlar los riegos asfálticos comunes.

El control de regularidad superficial puede realizarse con los equipos tradicionales de acuerdo a las exigencias vigentes de Pliegos, para los pavimentos con hormigón convencional. El mismo concepto rige para la evaluación de la rugosidad superficial.

#### **09.- OBRAS EJECUTADAS CON HCR DE APLICACION VIAL**

El plan de Investigación y Experimentación en ejecución en la República Argentina, con el auspicio del Instituto del Cemento Portland Argentino, que abarca a todo el país, se programó con la idea de desarrollar, en cada lugar donde se trabaja, desde el estudio de los materiales locales disponibles hasta la ejecución y habilitación del tramo con el seguimiento posterior para evaluar resultados y comportamiento, tratando de hacer participar a todas las Instituciones vinculadas a la actividad vial en la zona, Dirección Nacional y Provinciales de Vialidad, Municipalidades, Empresas Constructoras, Industriales, Proveedores de materiales de uso vial, Profesionales y Técnicos independientes.

De esta manera se posibilita al máximo el aprovechamiento integral de la tecnología y el conocimiento del material, que se hace accesible a todos los que se interesan por conocerlo.

En la continuación de esta publicación se detallan algunos trabajos efectuados, que a la fecha suman alrededor de veinte.

# **ANEXO B**

## **INSPECCION VISUAL**

HOJA DE INSPECCION VISUAL

INSPECCION VISUAL  
 PROYECTO : ROTONDA DE LA HISPANIDAD - LA GALERA

GIRO 0

| ESTACIO | CARRIL #1 |    |   |    | CARRIL #2 |    |    |    | CARRIL #3 |    |    |    | CARRIL #4 |    |    |    | CARRIL #5 |   |    |     | CARRIL #6 |    |    |    |     |     |     |    |
|---------|-----------|----|---|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|---|----|-----|-----------|----|----|----|-----|-----|-----|----|
|         | FG        | BT | B | CL | AT        | FG | BT | B  | CL        | AT | FG | BT | B         | CL | AT | FG | BT        | B | CL | AT  | FG        | BT | B  | CL | AT  |     |     |    |
| 0 + 0   |           |    |   |    |           |    |    |    |           |    |    |    |           |    |    |    |           |   |    |     |           |    |    |    |     |     |     |    |
| 0 + 25  |           |    |   |    | 0         |    | 18 |    |           | 88 |    | 18 |           | 1  | 88 |    |           |   |    | 0   |           |    | 18 | 88 | 4.3 | 10  | 88  |    |
| 0 + 50  |           |    |   |    | 0         |    | 80 |    | 9         | 88 |    |    |           | 1  | 88 |    |           |   | 0  | 10  |           |    |    | 88 | 12  |     |     | 88 |
| 0 + 75  |           |    |   |    | 0         |    |    |    | 9         | 88 |    | 4  |           |    | 88 |    |           |   | 0  |     |           | 20 | 88 |    | 53  | 15  | 88  |    |
| 0 + 100 |           |    |   |    | 0         |    | 4  |    | 4         | 88 |    | 4  |           | 9  | 88 |    |           |   | 0  |     |           | 10 | 88 |    |     |     | 8   | 88 |
| 0 + 125 |           |    |   |    | 0         |    |    |    |           | 81 |    |    |           | 5  | 81 |    |           |   | 0  |     | 5         |    | 91 |    | 9.1 | 14  | 81  |    |
| 0 + 150 |           |    |   |    | 0         |    |    |    | 9         | 81 |    |    |           |    | 81 |    |           |   | 0  |     |           |    | 91 |    |     | 5   | 81  |    |
| 0 + 175 |           |    |   |    | 0         |    | 14 |    | 88        | 91 |    |    |           | 37 | 91 |    |           |   | 0  | 5   |           |    | 91 |    | 5   |     | 81  |    |
| 0 + 200 |           |    |   |    | 0         |    | 88 |    | 14        | 91 |    | 1  |           |    | 91 |    |           |   | 0  |     |           |    | 91 |    |     | 18  | 91  |    |
| 0 + 225 |           |    |   |    | 0         |    | 48 |    | 48        | 91 |    |    |           | 9  | 91 |    |           |   | 0  | 5   |           |    | 91 |    |     | 5   | 81  |    |
| 0 + 250 |           |    |   |    | 0         |    | 23 |    |           | 91 |    | 1  |           | 5  | 91 |    |           |   | 0  | 8   |           |    | 91 |    | 5   | 9.1 |     | 81 |
| 0 + 275 |           |    |   |    | 0         |    | 5  |    | 37        | 91 |    | 1  |           | 5  | 81 |    |           |   | 0  |     |           |    | 91 |    | 9.1 |     | 81  |    |
| 0 + 300 |           |    |   |    | 0         |    | 9  | 2  | 1         | 79 |    | 9  | 32        |    | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    | 4.8 |     | 81  |    |
| 0 + 325 |           |    |   |    | 0         |    |    |    | 12        | 79 |    |    |           | 12 | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    |     |     | 83  | 79 |
| 0 + 350 |           |    |   |    | 0         |    | 8  | 4  | 4         | 79 |    | 4  |           | 4  | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    | 24  | 39  | 79  |    |
| 0 + 375 |           |    |   |    | 0         |    | 83 |    | 18        | 79 |    | 4  |           |    | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    | 83  | 18  | 79  |    |
| 0 + 400 |           |    |   |    | 0         |    | 4  |    | 18        | 79 |    |    |           |    | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    | 24  |     | 79  |    |
| 0 + 425 |           |    |   |    | 0         |    | 4  | 4  | 47        | 79 |    |    |           |    | 79 |    |           |   | 0  |     |           |    | 79 |    | 24  |     | 79  |    |
| 0 + 450 |           |    |   |    | 0         |    | 32 |    | 12        | 79 |    |    |           |    | 79 |    |           |   | 75 |     |           |    | 75 |    | 88  |     | 75  |    |
| 0 + 475 |           |    |   |    | 0         |    | 12 |    | 87        | 79 |    | 4  |           |    | 79 |    |           |   | 75 |     |           |    | 75 |    | 80  |     | 75  |    |
| 0 + 500 |           |    |   |    | 0         |    | 12 |    | 87        | 79 |    | 32 |           |    | 79 |    |           |   | 75 |     |           |    | 75 |    | 30  |     | 75  |    |
| 0 + 525 |           |    |   |    | 0         |    | 8  | 18 |           | 4  | 79 |    | 79        |    | 79 |    |           |   | 0  | 80  |           |    | 75 |    | 7.5 |     | 75  |    |
| 0 + 550 |           |    |   |    | 0         |    | 32 |    | 32        | 4  | 79 |    | 32        |    | 32 | 4  | 79        |   |    | 0   | 7.5       |    |    | 75 | 4   | 3.8 |     | 75 |
| 0 + 575 |           |    |   |    | 0         |    | 18 |    | 4         | 79 |    | 24 |           | 24 | 79 |    |           |   | 0  | 18  |           | 15 | 75 |    | 15  | 45  | 75  |    |
| 0 + 600 |           |    |   |    | 0         |    |    |    | 4         | 79 |    | 47 |           | 20 | 79 |    |           |   | 0  |     |           | 16 | 75 |    | 3.8 |     | 4   | 75 |
| 0 + 625 |           |    |   |    | 0         |    | 4  |    | 4         | 83 |    | 41 |           | 21 | 83 |    |           |   | 0  | 4   |           |    | 75 |    | 4.1 |     | 83  |    |
| 0 + 650 |           |    |   |    | 0         |    | 17 |    | 8         | 83 |    | 17 |           |    | 83 |    |           |   | 0  | 4.1 |           | 21 | 75 |    | 4.1 | 20  | 83  |    |
| 0 + 675 |           |    |   |    | 0         |    | 41 |    | 41        | 83 |    | 17 |           |    | 83 |    |           |   | 0  |     |           | 17 | 75 |    |     | 7   | 130 |    |



HOJA DE INSPECCION VISUAL

|         |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |  |  |  |   |     |     |    |  |     |    |     |     |
|---------|--|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|----|--|--|--|---|-----|-----|----|--|-----|----|-----|-----|
| 0 + 700 |  |   |   | 0  | 41 | 41 | 83 | 12 |    |    |   | 83 |  |  |  | 0 | 4.1 | 8.3 | 75 |  |     | 28 | 138 |     |
| 0 + 725 |  |   |   | 0  | 17 | 58 | 83 | 4  | 4  |    |   | 83 |  |  |  | 0 | 4.1 | 25  | 75 |  | 8.9 | 41 | 138 |     |
| 0 + 750 |  |   |   | 0  | 8  | 70 | 83 | 4  |    |    |   | 83 |  |  |  | 0 | 4.1 | 4.1 | 75 |  |     | 7  | 55  | 138 |
| 0 + 775 |  |   |   | 0  | 12 | 66 | 4  | 83 | 2  |    |   | 83 |  |  |  | 0 |     | 8.2 | 75 |  |     | 14 | 55  | 138 |
| 0 + 800 |  |   |   | 0  | 12 | 4  | 83 | 8  |    |    |   | 83 |  |  |  | 0 |     | 17  | 75 |  |     | 35 | 115 |     |
| 0 + 825 |  |   |   | 0  | 9  | 5  | 93 | 9  | 4  |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 4.4 | 75 |  |     | 5  | 93  |     |
| 0 + 850 |  |   |   | 0  | 9  | 48 | 93 | 9  | 4  |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 | 8.8 | 88 |  | 4.8 | 9  | 83  |     |
| 0 + 875 |  |   |   | 0  | 85 | 28 | 93 | 22 | 81 |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 15  | 88 |  |     | 13 | 93  |     |
| 0 + 900 |  |   |   | 0  | 9  | 9  | 83 | 83 | 4  |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 | 4.4 | 88 |  | 4.8 | 83 | 83  |     |
| 0 + 925 |  |   |   | 0  | 48 | 48 | 93 | 18 | 9  |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 |     | 88 |  | 4.8 | 28 | 93  |     |
| 0 + 950 |  |   |   | 0  | 85 | 28 | 93 | 4  | 9  |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 |     | 88 |  |     | 28 | 93  |     |
| 0 + 975 |  |   |   | 0  | 48 | 48 | 93 | 4  | 13 |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 |     | 88 |  | 4.8 | 5  |     | 93  |
| 1 + 0   |  |   |   | 0  | 8  |    | 83 | 4  |    |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     |     | 88 |  |     |    |     | 83  |
| 1 + 25  |  |   |   | 0  |    |    | 9  | 93 | 2  |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     |     | 88 |  |     | 5  | 83  |     |
| 1 + 50  |  |   |   | 0  |    |    | 6  | 83 | 53 | 9  |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 4.4 | 88 |  |     | 19 | 83  |     |
| 1 + 75  |  |   |   | 0  |    |    | 93 | 22 | 22 |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     |     | 88 |  | 17  | 4  | 83  |     |
| 1 + 100 |  |   |   | 0  | 5  | 5  | 5  | 93 |    |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     |     | 88 |  |     | 4  | 83  |     |
| 1 + 125 |  |   |   | 0  | 9  |    |    | 93 |    |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     |     | 88 |  |     | 9  | 83  |     |
| 1 + 150 |  |   |   | 0  | 19 | 5  | 5  | 93 | 9  |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 | 4.4 | 88 |  | 74  | 4  | 83  |     |
| 1 + 175 |  |   |   | 0  | 9  | 4  | 93 |    | 28 |    |   | 88 |  |  |  | 0 | 4.4 |     | 88 |  | 25  |    | 83  |     |
| 1 + 200 |  |   |   | 0  | 9  | 14 | 93 | 9  | 13 |    |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 4.4 | 88 |  | 4.1 | 4  |     | 78  |
| 1 + 225 |  |   |   | 0  |    |    |    | 93 | 35 | 4  |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 4   | 75 |  |     |    |     | 75  |
| 1 + 250 |  |   |   | 0  |    |    | 5  | 83 | 44 | 9  |   | 88 |  |  |  | 0 |     | 11  | 75 |  |     |    |     | 78  |
| 1 + 275 |  |   |   | 0  | 48 |    |    | 93 | 44 | 9  | 4 | 88 |  |  |  | 0 | 10  |     | 75 |  | 2   |    |     | 78  |
| 1 + 300 |  |   |   | 0  | 5  |    |    | 83 | 35 | 35 |   | 88 |  |  |  | 0 | 11  |     | 75 |  | 30  |    |     | 78  |
| 1 + 325 |  |   |   | 0  | 19 | 30 | 75 |    | 4  | 75 |   |    |  |  |  | 0 | 23  |     | 75 |  | 88  |    |     | 78  |
| 1 + 350 |  | 4 | 8 | 75 | 23 | 53 | 75 | 8  | 15 | 75 |   |    |  |  |  | 0 | 8   |     | 75 |  | 7.5 |    |     | 78  |
| 1 + 375 |  |   | 4 | 75 |    | 45 | 75 |    | 23 | 75 |   |    |  |  |  | 0 |     | 11  | 75 |  | 34  |    |     | 78  |
| 1 + 400 |  |   |   | 75 | 4  |    | 8  | 75 |    | 15 | 8 | 75 |  |  |  | 0 | 10  |     | 75 |  | 30  |    |     | 78  |
| 1 + 425 |  |   |   | 75 | 53 | 4  | 75 | 80 | 15 | 75 |   |    |  |  |  | 0 | 3.8 | 71  | 75 |  | 88  | 9  |     | 78  |
| 1 + 450 |  |   |   | 75 |    | 53 | 75 | 23 | 53 | 75 |   |    |  |  |  | 0 | 3.8 | 88  | 75 |  | 38  | 8  |     | 78  |
| 1 + 475 |  |   |   | 75 | 23 | 53 | 75 | 23 | 53 | 75 |   |    |  |  |  | 0 |     | 23  | 75 |  |     | 88 |     | 78  |
|         |  |   |   | 75 | 80 | 15 | 75 | 80 | 15 | 75 |   |    |  |  |  | 0 |     | 75  | 75 |  |     | 75 |     | 78  |

### HOJA DE INSPECCION VISUAL

|         |  |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|--|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 + 500 |  |  |  | 75 | 38 | 2  | 75 | 75 | 38 | 75 | 75 |    |    |    |    | 0  | 11  | 53  | 75  |    |    |    | 45 |    |    | 75 |
| 1 + 525 |  |  |  | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |    |    |    |    | 0  | 15  | 7.5 |     | 75 |    |    | 75 |    |    | 75 |
| 1 + 550 |  |  |  | 75 | 19 | 84 | 75 | 30 | 75 | 75 |    |    |    |    | 0  | 23 | 7.5 | 75  | 75  |    |    | 60 | 4  |    | 75 |    |
| 1 + 575 |  |  |  | 75 | 11 | 75 | 75 | 15 | 75 | 75 |    |    |    | 32 | 80 | 75 |     |     | 75  |    |    | 23 | 50 |    | 75 |    |
| 1 + 600 |  |  |  | 75 | 4  | 75 | 2  | 75 | 80 | 75 | 75 |    |    | 24 | 80 | 75 |     |     | 75  |    |    | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 625 |  |  |  | 75 | 4  | 68 | 75 | 38 | 75 | 75 |    |    | 24 | 80 | 75 |    |     | 75  |     |    | 75 | 45 | 30 |    | 75 |    |
| 1 + 650 |  |  |  | 75 | 11 | 53 | 75 | 45 | 38 | 75 |    |    | 24 | 80 | 75 |    |     | 75  |     |    | 75 | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 675 |  |  |  | 75 | 45 | 75 | 75 | 75 | 15 | 75 | 75 |    |    | 4  | 80 | 75 |     |     | 75  |    |    | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 700 |  |  |  | 75 | 11 | 38 | 75 | 38 | 8  | 75 |    |    |    | 80 | 15 | 80 | 75  |     |     | 75 | 75 |    |    |    | 75 |    |
| 1 + 725 |  |  |  | 75 | 4  |    | 38 | 75 | 23 | 60 | 75 |    |    | 16 | 80 | 75 |     |     | 75  |    |    | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 750 |  |  |  | 75 |    | 4  | 75 | 15 | 4  | 75 |    |    | 40 | 80 | 75 |    |     | 75  |     |    | 75 | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 775 |  |  |  | 75 |    |    | 4  | 75 |    | 8  | 75 |    |    | 16 | 80 | 75 |     |     | 75  |    |    | 75 |    |    | 75 |    |
| 1 + 800 |  |  |  | 75 |    |    | 1  | 88 |    |    | 75 |    |    | 28 | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 88 |    |    | 88 |    |
| 1 + 825 |  |  |  | 75 |    |    |    | 88 |    |    | 75 |    |    | 22 | 88 | 60 | 15  | 75  |     |    |    |    |    |    | 25 | 66 |
| 1 + 850 |  |  |  | 75 |    |    | 1  | 88 |    |    | 75 | 9  |    | 10 | 88 | 15 | 19  | 10  | 75  |    |    | 4  | 4  |    | 10 | 88 |
| 1 + 875 |  |  |  | 75 |    |    |    | 88 |    |    | 75 | 22 |    |    | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 68 |    |    | 66 |    |
| 1 + 900 |  |  |  | 38 |    |    | 75 |    |    |    | 88 |    |    | 4  | 88 | 63 | 23  | 75  |     |    | 44 | 44 |    |    | 88 |    |
| 1 + 925 |  |  |  | 4  |    |    | 75 | 26 | 18 | 88 |    |    | 4  | 88 | 15 | 60 | 75  |     |     | 70 | 18 | 15 |    |    | 66 |    |
| 1 + 950 |  |  |  | 75 |    |    | 35 | 13 | 88 | 1  |    |    | 4  | 88 | 15 | 80 | 75  |     |     | 70 | 18 |    |    |    | 88 |    |
| 1 + 975 |  |  |  | 75 |    |    | 79 | 44 | 88 | 79 | 79 | 88 |    | 9  | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 88 |    |    | 66 |    |
| 2 + 0   |  |  |  | 75 |    |    | 70 | 28 | 88 | 15 | 80 | 75 |    |    | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 88 |    |    | 88 |    |
| 2 + 25  |  |  |  | 75 |    |    | 70 | 88 | 88 | 8  | 23 | 88 |    | 9  | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 70 |    | 16 | 88 |    |
| 2 + 50  |  |  |  | 75 |    |    | 70 | 70 | 88 |    |    | 88 | 4  | 4  | 88 | 75 |     |     | 75  |    |    | 44 | 44 |    | 88 |    |
| 2 + 75  |  |  |  | 75 |    |    | 70 | 70 | 88 |    |    | 88 | 18 |    |    | 88 | 75  |     |     | 75 |    | 68 |    |    | 66 |    |
| 2 + 100 |  |  |  | 75 |    |    | 70 | 81 | 88 |    |    | 15 | 88 |    | 28 | 88 | 75  |     |     | 75 |    | 44 | 44 |    | 88 |    |
| 2 + 125 |  |  |  | 75 |    |    | 88 | 18 | 88 | 1  | 4  | 88 |    | 18 | 88 | 60 |     |     | 75  |    |    | 66 |    |    | 66 |    |
| 2 + 150 |  |  |  | 75 |    |    | 18 | 81 | 88 |    |    | 88 | 4  |    |    | 88 | 7.5 |     |     | 75 | 4  | 22 | 4  |    | 88 |    |
| 2 + 175 |  |  |  | 75 |    |    | 26 | 88 |    |    | 38 | 88 |    |    |    | 88 | 4   |     | 4.4 | 75 |    |    | 13 |    | 66 |    |
| 2 + 200 |  |  |  | 75 |    |    | 18 | 88 |    |    | 60 | 88 |    |    |    | 88 | 15  | 15  | 7.5 | 75 |    | 4  | 4  | 28 | 88 |    |
| 2 + 225 |  |  |  | 75 |    |    |    | 1  | 88 |    |    | 38 | 88 |    |    | 0  | 8   | 15  |     | 75 | 4  | 55 |    |    | 66 |    |
| 2 + 250 |  |  |  | 0  |    |    | 31 | 88 | 88 | 71 | 75 | 88 |    |    | 0  |    |     |     | 23  | 75 |    | 88 |    |    | 88 |    |
| 2 + 275 |  |  |  | 0  |    |    | 13 | 88 | 88 | 38 | 75 | 88 |    |    | 0  |    |     |     | 23  | 75 |    | 68 |    |    | 66 |    |
| 2 + 300 |  |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    | 66 |    |

HOJA DE INSPECCION VISUAL

|         |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2 + 325 | 0 | 34 | 71 | 84 | 34 | 84 | 84 | 0  | 21  | 21  | 84  | 84  | 84  |
| 2 + 350 | 0 | 42 | 87 | 84 | 42 | 87 | 84 | 0  | 42  | 10  | 84  | 84  | 84  |
| 2 + 375 | 0 | 3  | 69 | 84 | 17 | 42 | 84 | 0  | 8.4 | 42  | 10  | 84  | 84  |
| 2 + 400 | 0 | 50 | 34 | 84 | 13 | 42 | 84 | 0  | 59  |     | 91  | 91  | 91  |
| 2 + 425 | 0 | 34 | 87 | 84 | 8  | 75 | 84 | 0  | 17  | 50  | 84  | 84  | 84  |
| 2 + 450 | 0 | 42 | 42 | 84 | 13 | 75 | 84 | 0  |     | 84  | 84  | 84  | 84  |
| 2 + 475 | 0 |    | 87 | 84 |    | 83 | 84 | 0  | 17  | 42  | 84  | 84  | 84  |
| 2 + 500 | 0 | 8  | 50 | 84 | 4  | 87 | 84 | 0  | 17  | 50  | 84  | 42  | 17  |
| 2 + 525 | 0 | 80 | 15 | 75 | 30 | 45 | 75 | 0  | 27  | 80  | 133 |     |     |
| 2 + 550 | 0 | 11 | 75 | 75 | 23 | 23 | 75 | 0  | 13  | 46  | 20  | 133 |     |
| 2 + 575 | 0 |    |    | 75 | 30 | 30 | 75 | 0  |     | 13  | 133 |     |     |
| 2 + 600 | 0 |    |    | 75 | 30 | 15 | 75 | 0  |     |     | 133 |     |     |
| 2 + 625 | 0 |    |    | 75 | 80 | 30 | 20 | 90 | 0   |     | 5   | 90  |     |
| 2 + 650 | 0 |    |    | 75 | 81 | 9  | 9  | 90 | 0   | 9   | 9   | 90  |     |
| 2 + 675 | 0 |    |    | 0  | 72 | 23 | 90 | 0  |     |     | 90  |     |     |
| 2 + 700 | 0 |    |    | 0  | 81 | 18 | 14 | 90 | 0   | 83  |     | 125 |     |
| 2 + 725 | 0 |    |    | 0  | ## | 25 | ## | 0  | 8   | 8   | 125 |     |     |
| 2 + 750 | 0 |    |    | 0  | ## | 1  | 25 | ## | 0   | 25  | 50  | 125 | 19  |
| 2 + 775 | 0 |    |    | 0  | 50 | 83 | ## | 0  |     | 8.3 | 125 | 7.5 |     |
| 2 + 800 | 0 |    |    | 0  |    | 38 | ## | 0  | 88  | 12  | 125 |     | 7.5 |
| 2 + 825 | 0 |    |    | 0  | 32 | ## | ## | 0  | 125 |     | 125 |     |     |
| 2 + 850 | 0 |    |    | 0  | 32 | ## | ## | 0  | 25  | 100 | 125 |     |     |
| 2 + 875 | 0 |    |    | 0  | 11 | 21 | 11 | ## | 0   | 81  |     | 81  | 81  |
| 2 + 900 | 0 |    |    | 0  | 8  | 11 | ## | 0  | 41  | 24  | 91  | 81  | 81  |
| 2 + 925 | 0 |    |    | ## | 4  | 72 |    | 80 | 0   | 58  | 24  | 80  | 53  |
| 2 + 950 | 0 |    |    | ## | 48 | 32 | 80 |    | 0   |     | 72  | 80  | 105 |
| 2 + 975 | 0 |    |    | ## | 48 | 12 | 80 |    | 0   |     | 80  | 80  | 105 |
| 3 + 0   | 0 |    |    | ## | 84 | 72 | 80 |    | 0   | 80  |     | 80  | 20  |
| 3 + 25  | 0 |    |    | ## | 40 | 80 | 80 |    | 0   |     | 40  | 80  | 105 |
| 3 + 50  | 0 |    |    | ## | 32 | 48 | 80 |    | 0   | 32  | 40  | 80  | 105 |
| 3 + 75  | 0 | 24 | 1  | 80 | ## | 24 | 1  | 80 | 80  |     |     | 80  | 5.3 |
| 3 + 100 | 0 |    | 24 | ## |    | 24 |    | 80 | 0   | 40  |     | 80  | 5.3 |
|         | 0 |    |    | 86 |    |    | 86 |    | 0   |     |     | 86  | 8.1 |

HOJA DE INSPECCION VISUAL

|         |  |   |  |  |  |    |  |  |    |    |    |    |    |   |    |    |    |     |    |    |  |    |  |  |    |
|---------|--|---|--|--|--|----|--|--|----|----|----|----|----|---|----|----|----|-----|----|----|--|----|--|--|----|
| 3 + 125 |  | 0 |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 | 5  |    |    |     | 98 | 10 |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 150 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 | 5  |    |    |     | 98 | 10 |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 175 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 | 5  |    |    |     | 98 | 10 |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 200 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 | 5  |    |    | 4.8 | 98 | 5  |  | 14 |  |  | 98 |
| 3 + 225 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 | 5  |    |    | 4.8 | 98 | 19 |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 250 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    | 98 |    |    |    | 0 |    |    |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 275 |  |   |  |  |  | 98 |  |  | 5  | 5  | 98 |    |    |   | 0  |    |    |     | 98 |    |  | 2  |  |  | 98 |
| 3 + 300 |  |   |  |  |  | 98 |  |  | 77 | 19 | 98 |    |    |   | 0  | 5  |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 325 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    |    | 98 |    |    |   | 0  |    |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 350 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    |    | 98 |    |    |   | 0  |    |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 375 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    |    | 98 |    |    |   | 0  |    |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 400 |  |   |  |  |  | 98 |  |  |    |    | 98 |    |    |   | 0  |    |    |     | 98 |    |  |    |  |  | 98 |
| 3 + 425 |  |   |  |  |  | 0  |  |  |    | 5  | 90 |    |    |   | 0  |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 450 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 5  | 1  | 45 | 90 |   |    | 0  | 72 | 9   | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 475 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 9  |    | 90 |    |   | 0  | 9  |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 500 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 9  |    | 5  | 90 |   |    | 0  | 9  |     | 18 | 90 |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 525 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 4  |    | 8  | 75 |   |    | 75 | 18 | 4   | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 550 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 4  |    | 75 |    |   | 75 |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 575 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  |    | 80 | 75 |    |   | 75 |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 600 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  |    | 88 | 75 |    |   | 75 |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 625 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 8  |    | 75 |    |   | 80 | 75 |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 650 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  |    | 8  | 75 | 30 |   | 75 |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 675 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  | 4  |    | 75 |    |   | 75 |    |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |
| 3 + 700 |  |   |  |  |  | 0  |  |  | 0  |    |    | 75 | 23 | 1 | 1  | 75 |    |     | 90 |    |  |    |  |  | 90 |

# **ANEXO C**

## **RÉSULTADOS DE LABORATORIO**

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **MARZO 1995**  
 PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

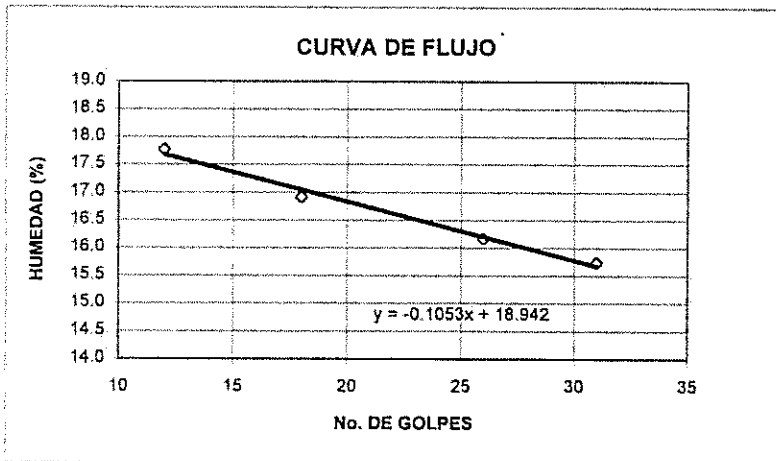
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 500**  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 31    | 26    | 18    | 12    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 38.29 | 35.7  | 38.22 | 34.86 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 36.25 | 33.36 | 36.07 | 32.45 |   |
| Ww                | 2.04  | 2.342 | 2.146 | 2.415 |   |
| Wc                | 23.3  | 18.88 | 23.39 | 18.86 |   |
| Ws                | 12.96 | 14.49 | 12.69 | 13.59 |   |
| % W               | 15.7  | 16.2  | 16.9  | 17.8  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 53    | 57    | 54    |
| Wc + Ww (gr.)     | 14.67 | 13.71 | 12.26 |
| Wc + Ws (gr.)     | 14.23 | 13.36 | 11.89 |
| Ww                | 0.433 | 0.345 | 0.364 |
| Wc                | 11.2  | 11.07 | 9.443 |
| Ws                | 3.037 | 2.298 | 2.451 |
| % W               | 14.3  | 15.0  | 14.9  |
| PROMEDIO          |       |       | 14.7  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 16.3 |
| LIMITE PLASTICO       | 14.7 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 1.6  |

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **MARZO 1995**  
PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

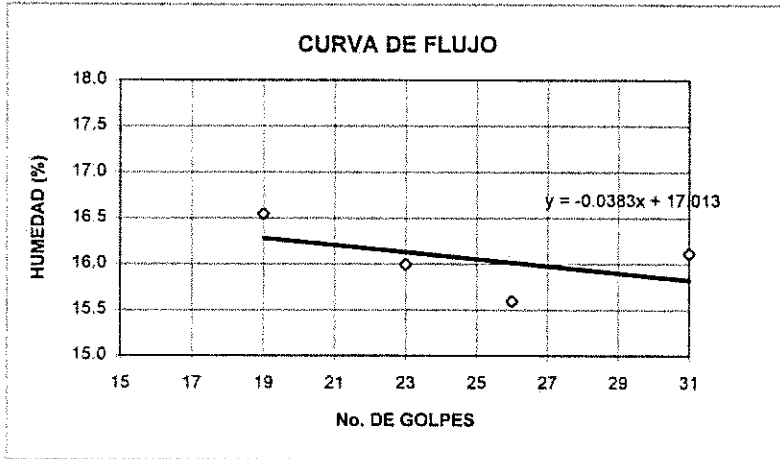
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 500**  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 31    | 26    | 23    | 19    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 37.96 | 40.7  | 38.42 | 35.76 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 35.33 | 38.37 | 35.71 | 33.36 |   |
| Ww                | 2.628 | 2.333 | 2.714 | 2.397 |   |
| Wc                | 19.02 | 23.41 | 18.74 | 18.88 |   |
| Ws                | 16.31 | 14.96 | 16.96 | 14.48 |   |
| % W               | 16.1  | 15.6  | 16.0  | 16.6  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 57    | 53    | 54    |
| Wc + Ww (gr.)     | 14.16 | 14.58 | 12.7  |
| Wc + Ws (gr.)     | 13.8  | 14.18 | 12.32 |
| Ww                | 0.364 | 0.398 | 0.378 |
| Wc                | 11.07 | 11.2  | 9.443 |
| Ws                | 2.73  | 2.982 | 2.879 |
| % W               | 13.3  | 13.3  | 13.1  |
| PROMEDIO          |       |       | 13.3  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 16.1 |
| LIMITE PLASTICO       | 13.3 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 2.8  |

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA MARZO -1995

PROYECTO FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

MUESTRA: SUBRASANTE

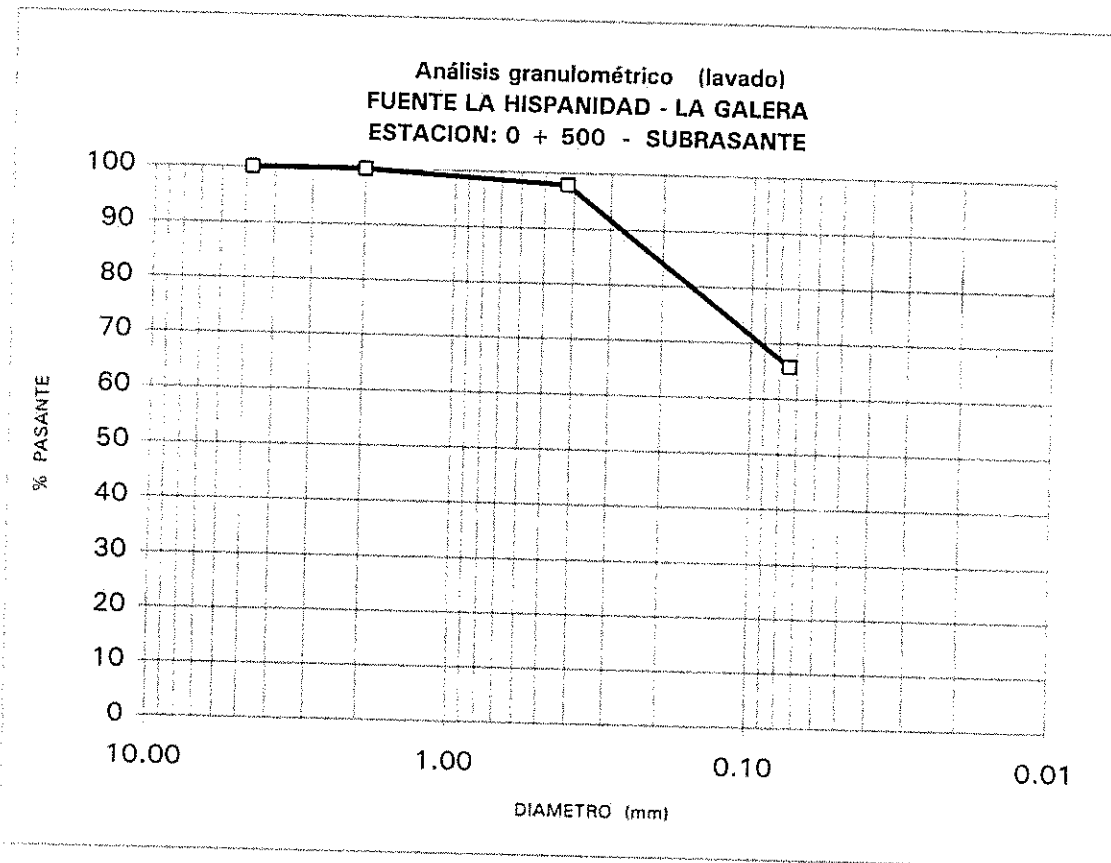
ESTACION: 0 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 450.0 grs.

PESO FINAL: 154.2 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #40       | 9.8       | 2.2    | 2.2        | 97.8   |                |
| #200      | 143.9     | 32.0   | 34.2       | 65.8   |                |





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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO POCO ARCILLOSO - COLOR CAFE  
 LOCALIZACION: ESTACION 0+500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

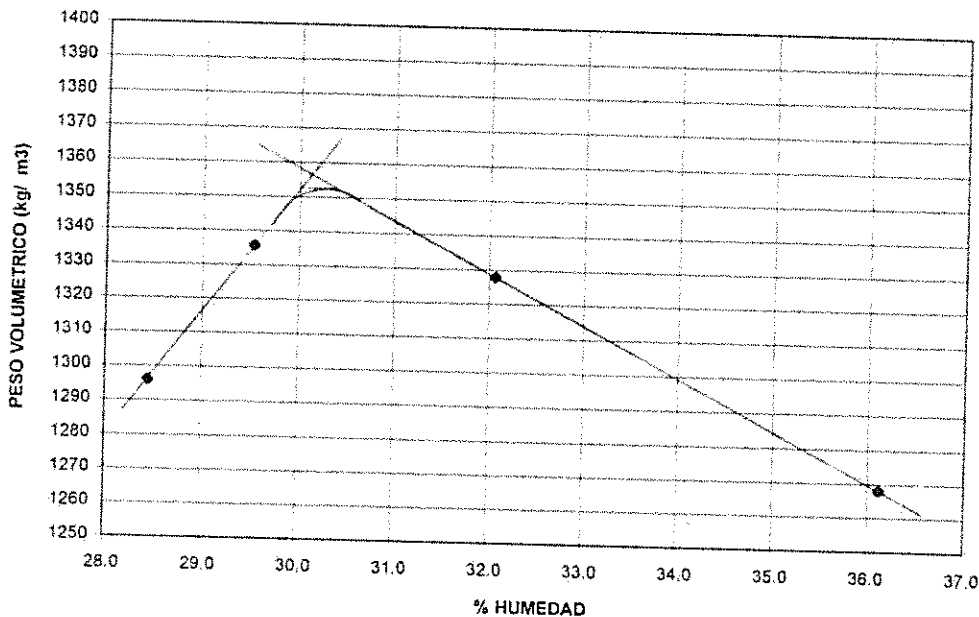
COMPACTACION

| DETERMINACION | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde   | 5757 | 5841 | 5815 | 5819 |   |   |   |
| P molde       | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww            | 1572 | 1656 | 1630 | 1634 |   |   |   |
| $\delta w$    | 1665 | 1754 | 1726 | 1730 |   |   |   |
| $\delta$      | 1296 | 1328 | 1268 | 1336 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 3-1   | 4-13  | 2-A   | 2-1   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 491.1 | 455.3 | 449.7 | 453.8 |
| Ws + Wc     | 409.2 | 373.7 | 364.1 | 378.1 |
| Ww          | 81.9  | 81.6  | 85.6  | 75.7  |
| Wc          | 121.3 | 119.2 | 127.1 | 121.8 |
| Ws          | 287.9 | 254.5 | 237.0 | 256.3 |
| %W          | 28.4  | 32.1  | 36.1  | 29.5  |

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



*Handwritten notes:*  
 Humid 1336  
 Wc 121.8

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995  
 PROYECTO FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCIÓN DE MATERIAL: LIMO POCO ARCILLOSO - COLOR CAFE  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

Xm = 1352 Ww: 30,4 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | X m  | X s  | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 10200  |      |      |      |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 25    | 6578   | 3622 | 1706 | 1323 | 97.8 | 5-1  | 358.1  | 304.6  | 121.3 |   | 53.5 | 183.3 | 29.2 |
|       |       | 11178  |      |      |      |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 24    | 7732   | 3446 | 1628 | 1263 | 93.4 | 3-1  | 380.2  | 322.6  | 125.7 |   | 57.6 | 196.9 | 29.3 |
|       |       | 10070  |      |      |      |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 20    | 6900   | 3170 | 1498 | 1162 | 85.9 | 2-5  | 433.7  | 365.7  | 128.0 |   | 68.0 | 237.7 | 28.6 |
|       |       |        |      |      |      |      |      |        |        |       |   |      |       | 28.9 |

EXPANSION.

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |     |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
|       | 25    |      | 296.0                | 312.0 | 312.0 | 313.0 | 313.0       | 5.4 | 5.4 | 5.7 | 5.7 |
|       | 24    |      | 309.0                | 320.0 | 322.0 | 324.0 | 325.0       | 3.6 | 4.2 | 4.9 | 5.2 |
|       | 20    |      | 300.0                | 310.0 | 312.0 | 316.0 | 316.0       | 3.3 | 4.0 | 5.3 | 5.3 |

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  | 13.0  | 27.0  | 39.0  | 45.0  | 62.0   | 68.0   | 76.0   | 80.0  | 84.0   | 90.0   |
| 25    | 0.06 | 3.128 | 6.432 | 9.264 | 10.68 | 14.692 | 16.108 | 17.996 | 18.94 | 19.884 | 21.3   |
|       | 0.0  | 12.0  | 18.0  | 23.0  | 26.0  | 30.5   | 34.0   | 37.0   | 40.0  | 43.5   | 46.0   |
| 24    | 0.06 | 2.892 | 4.308 | 5.488 | 6.196 | 7.258  | 8.084  | 8.792  | 9.5   | 10.326 | 10.916 |
|       | 0.0  | 4.5   | 8.0   | 10.5  | 12.0  | 14.0   | 15.5   | 16.5   | 17.5  | 18.5   | 19.5   |
| 20    | 0.06 | 1.122 | 1.948 | 2.538 | 2.892 | 3.364  | 3.718  | 3.954  | 4.19  | 4.426  | 4.662  |

Valores corregidos para x

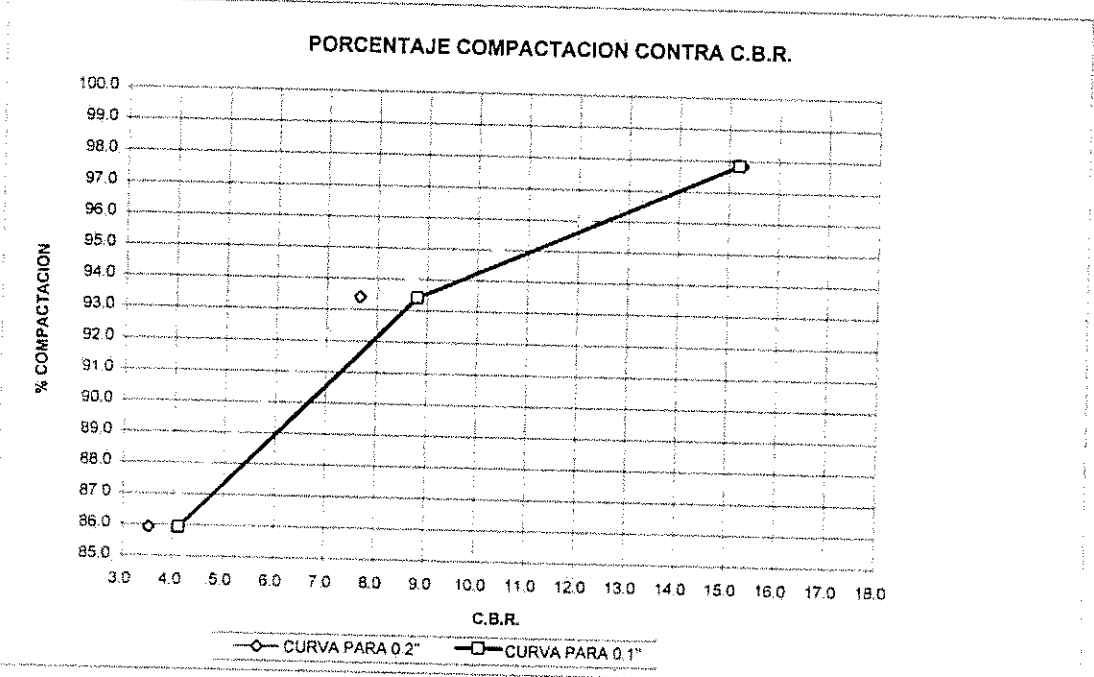
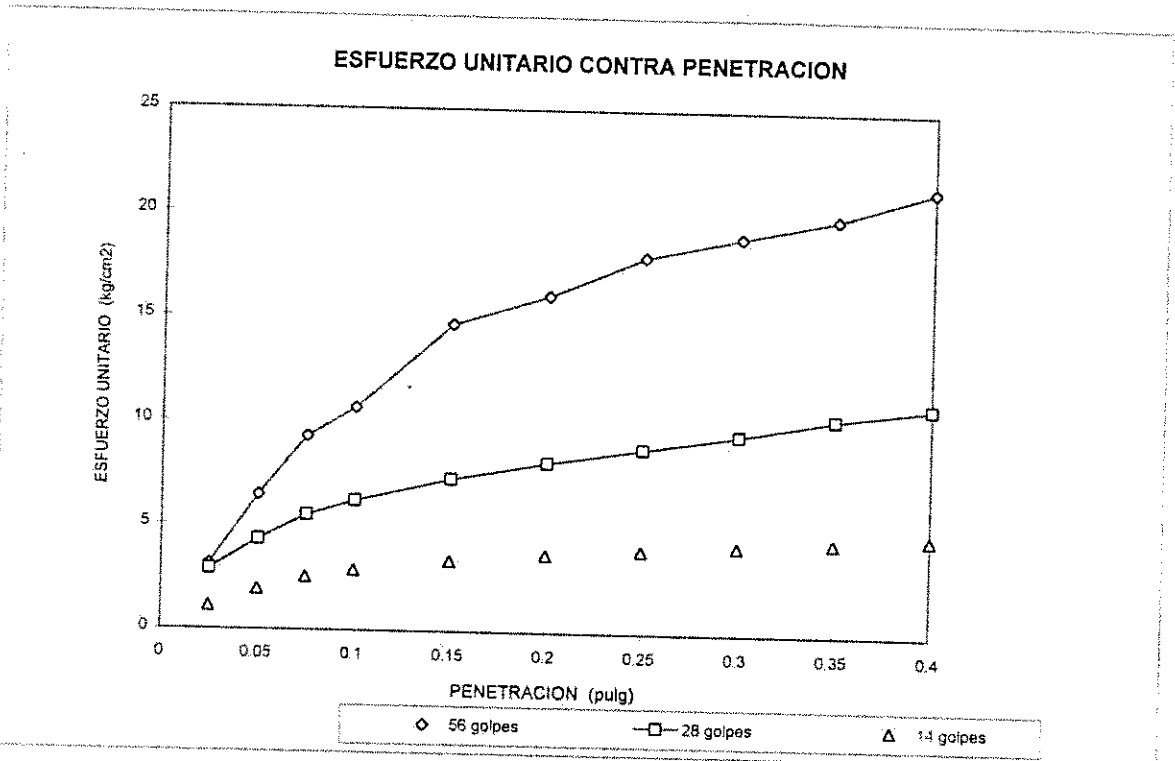
| x = | Valores corregidos para x |     | No. golpes | CALCULADOS |       |           | CORREGIDOS |       |
|-----|---------------------------|-----|------------|------------|-------|-----------|------------|-------|
|     | 0.1                       | 0.2 |            | 0.1        | 0.2   | %COMPACT. | 0.1        | 0.2   |
|     | 0.1                       | 0.2 | 56         | 10.70      | 16.13 | 97.8      | 15.20      | 15.27 |
|     | 0.1                       | 0.2 | 28         | 6.20       | 8.08  | 93.4      | 8.80       | 7.66  |
|     | 0.1                       | 0.2 | 14         | 2.89       | 3.72  | 85.9      | 4.11       | 3.52  |

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

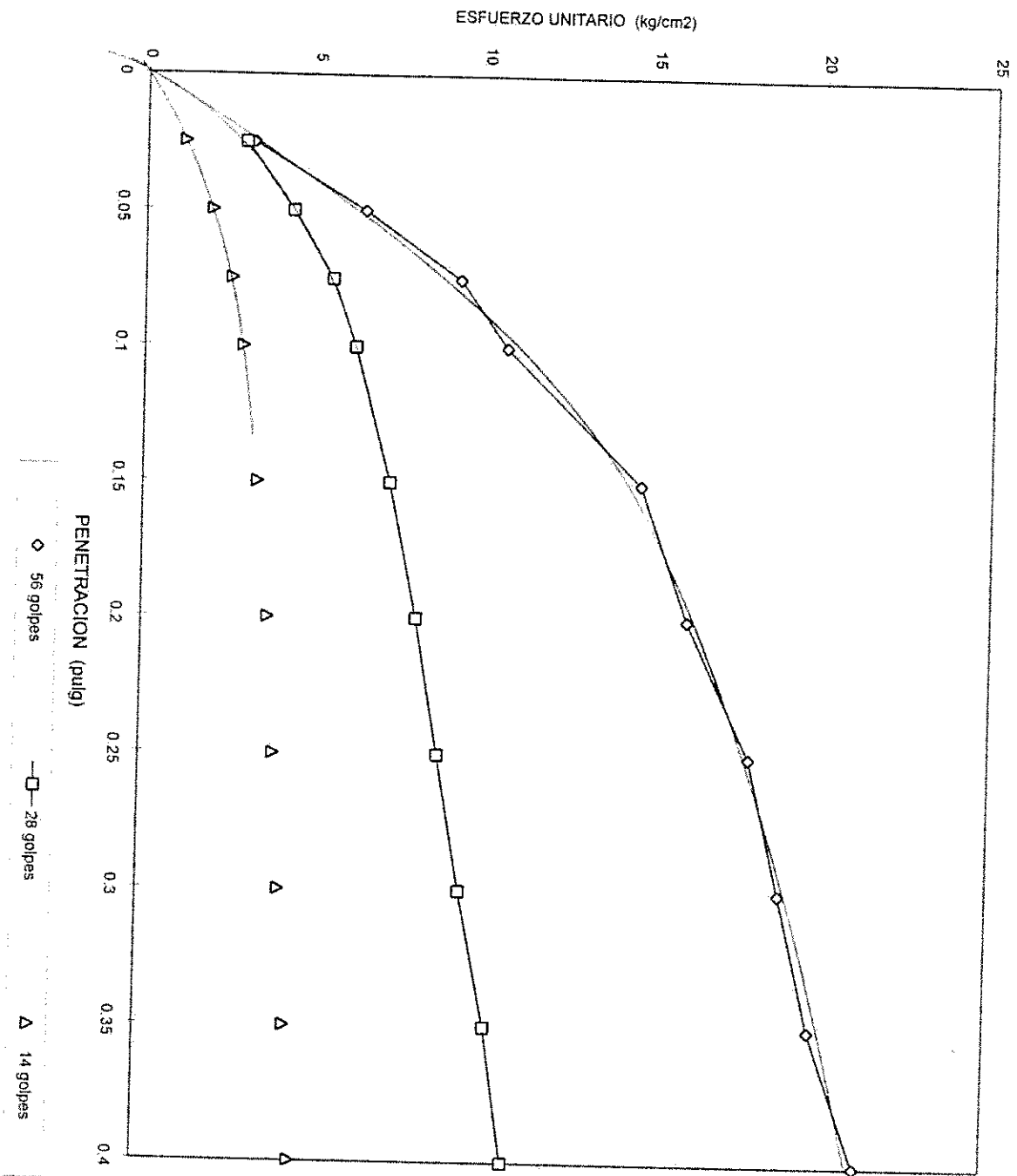
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO POCO ARCILLOSO - COLOR CAFE  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995

MUESTRA: BASE

PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

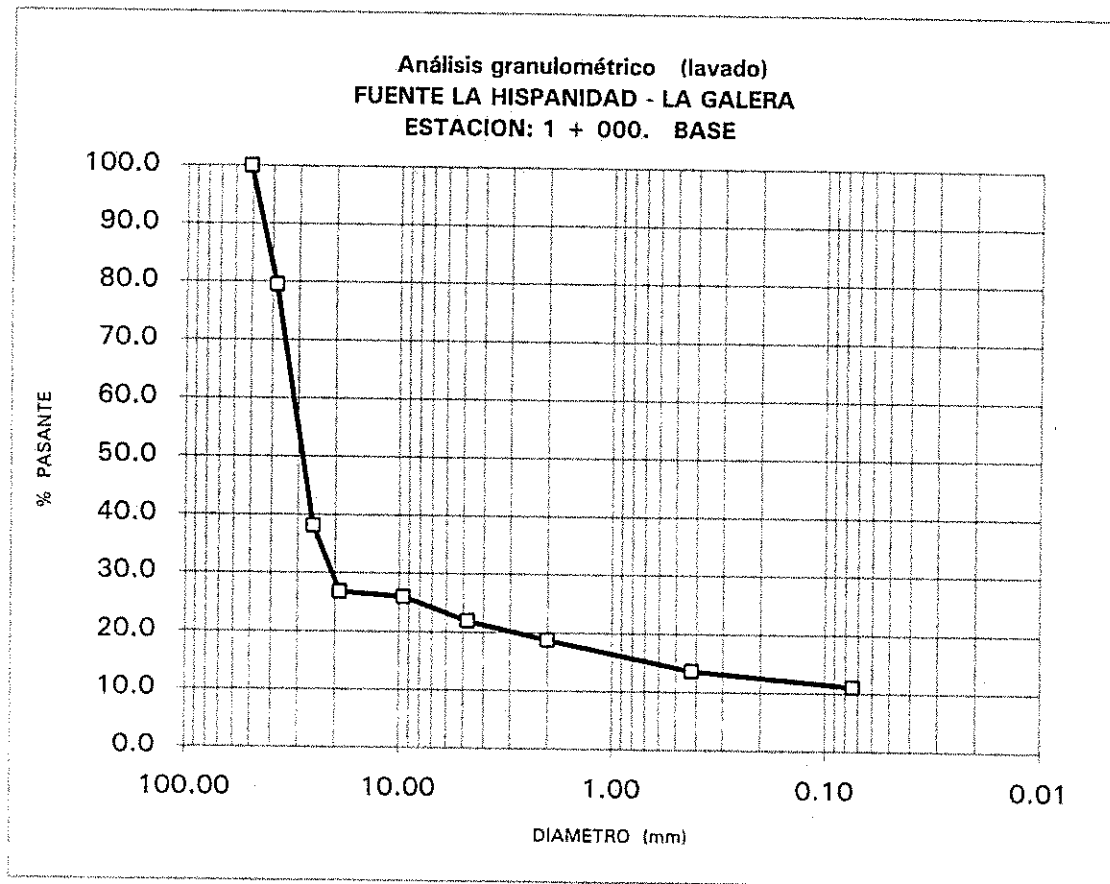
ESTACION: 1 + 000

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11690.0 grs.

PESO FINAL: 10395.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 1 1/2"    | 2395.0    | 20.5   | 20.5       | 79.5   | 90-100         |
| 1"        | 4840.0    | 41.4   | 61.9       | 38.1   | ---            |
| 3/4"      | 1318.0    | 11.3   | 73.2       | 26.8   | 55-85          |
| 3/8"      | 97.0      | 0.8    | 74.0       | 26.0   | ---            |
| #4        | 475.0     | 4.1    | 78.1       | 21.9   | 30-50          |
| #10       | 373.0     | 3.2    | 81.2       | 18.8   | ---            |
| #40       | 593.0     | 5.1    | 86.3       | 13.7   | 10-25          |
| #200      | 301.0     | 2.6    | 88.9       | 11.1   | 2-9            |



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

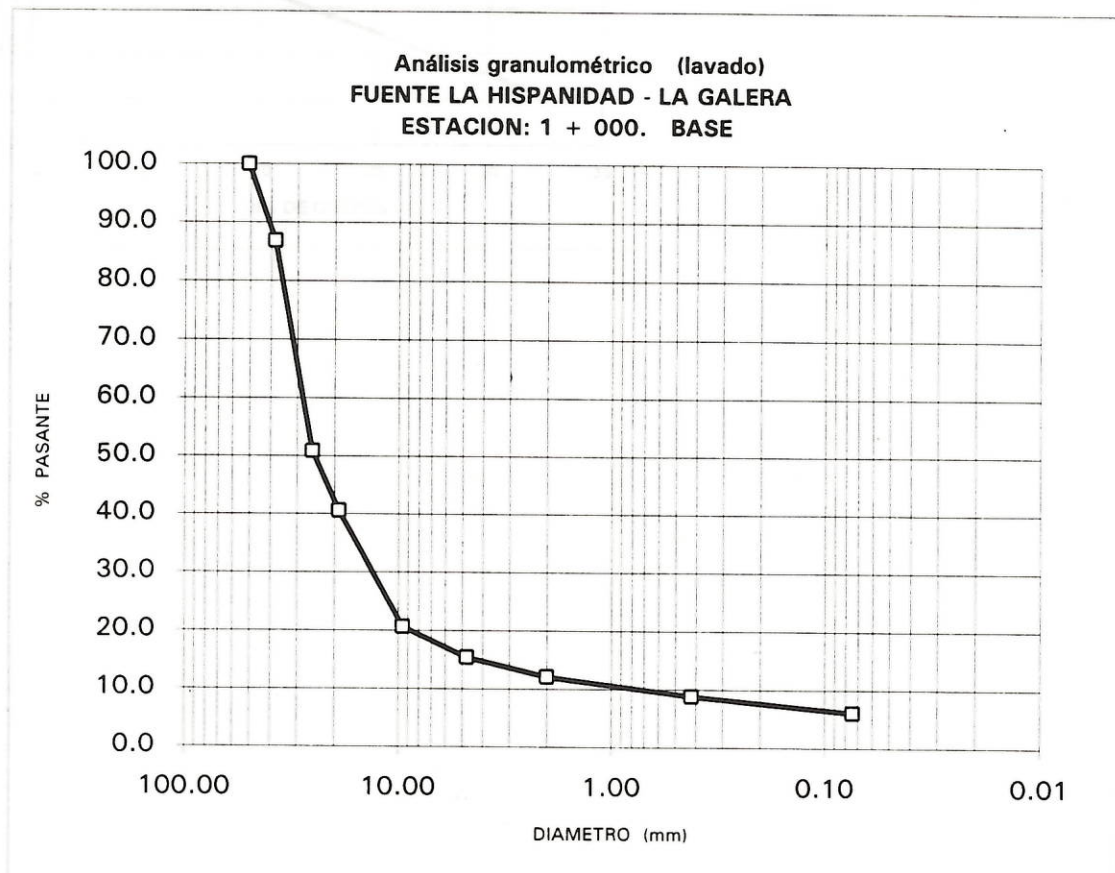
**ANALISIS GRANULOMETRICO**

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: BASE  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 1 + 000

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 17986.0 grs. PESO FINAL: 16912.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 1 1/2"    | 2355.0    | 13.1   | 13.1       | 86.9   | 90-100         |
| 1"        | 6485.0    | 36.1   | 49.1       | 50.9   | - - -          |
| 3/4"      | 1844.5    | 10.3   | 59.4       | 40.6   | 55-85          |
| 3/8"      | 3584.0    | 19.9   | 79.3       | 20.7   | - - -          |
| #4        | 947.0     | 5.3    | 84.6       | 15.4   | 30-50          |
| #10       | 588.5     | 3.3    | 87.9       | 12.1   | - - -          |
| #40       | 595.0     | 3.3    | 91.2       | 8.8    | 10-25          |
| #200      | 491.5     | 2.7    | 93.9       | 6.1    | 2-9            |



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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

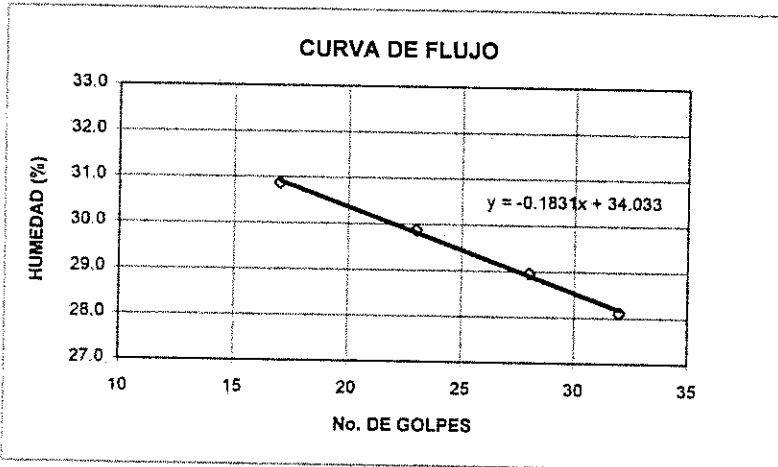
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 32    | 28    | 23    | 17    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 33.5  | 33.52 | 33.4  | 31.2  |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 30.28 | 30.23 | 30.03 | 28.24 |   |
| Ww                | 3.212 | 3.288 | 3.371 | 2.957 |   |
| Wc                | 18.86 | 18.88 | 18.75 | 18.67 |   |
| Ws                | 11.42 | 11.35 | 11.28 | 9.577 |   |
| % W               | 28.1  | 29.0  | 29.9  | 30.9  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 36    | 37    | 55    |
| Wc + Ww (gr.)     | 12.26 | 12.24 | 13.92 |
| Wc + Ws (gr.)     | 11.72 | 11.66 | 13.39 |
| Ww                | 0.535 | 0.581 | 0.526 |
| Wc                | 9.344 | 9.085 | 11.06 |
| Ws                | 2.376 | 2.572 | 2.328 |
| % W               | 22.5  | 22.6  | 22.6  |
| PROMEDIO          |       |       | 22.6  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 29.5 |
| LIMITE PLASTICO       | 22.6 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 6.9  |

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

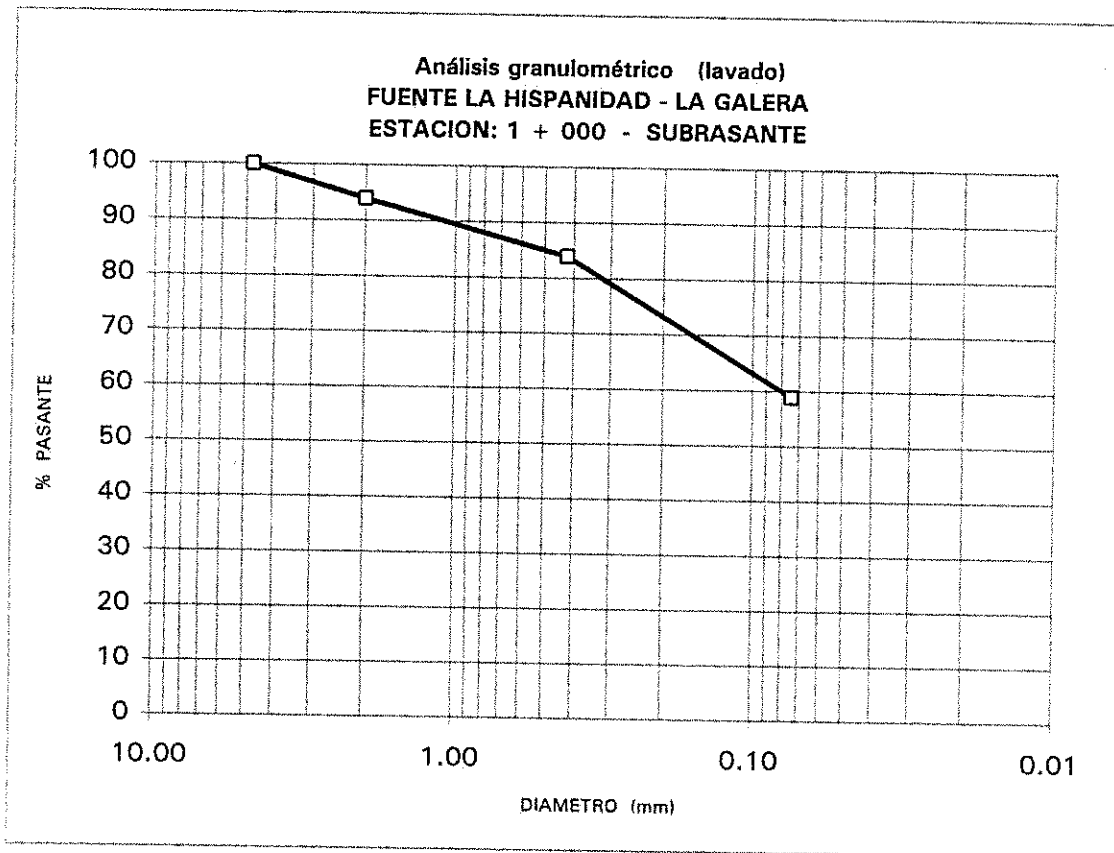
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUBRASANTE  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 1 + 000

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs. PESO FINAL: 206.8 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 30.2      | 6.0    | 6.0        | 94.0   |                |
| #40       | 50.0      | 10.0   | 16.0       | 84.0   |                |
| #200      | 125.2     | 25.0   | 41.1       | 58.9   |                |





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

**LIMITES DE ATTERBERG**

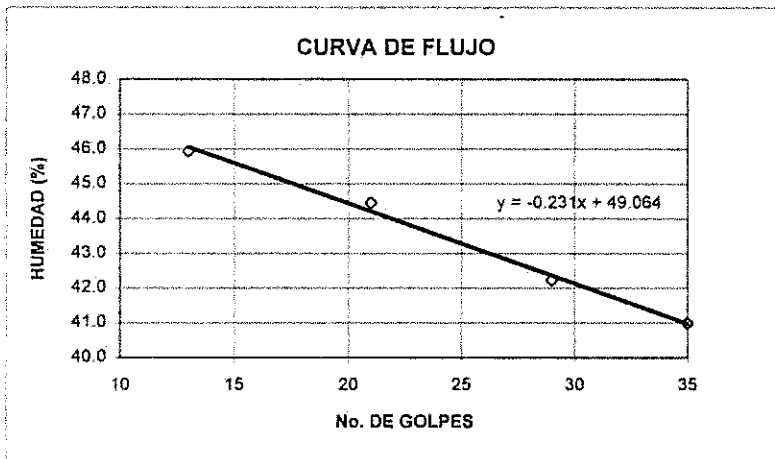
FECHA: **MARZO 1995**  
 PROYECTO: **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LIMO COLOR CAFE OSCURO**  
 MUESTRA No: \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 000**  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 35    | 29    | 21    | 13    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 31.26 | 30.49 | 37.14 | 31.49 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 27.6  | 26.93 | 32.92 | 27.47 |   |
| Ww                | 3.657 | 3.568 | 4.226 | 4.022 |   |
| Wc                | 18.68 | 18.48 | 23.41 | 18.71 |   |
| Ws                | 8.921 | 8.45  | 9.506 | 8.754 |   |
| % W               | 41.0  | 42.2  | 44.5  | 45.9  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 19    | 13    | 22    |
| Wc + Ww (gr.)     | 9.291 | 9.114 | 9.633 |
| Wc + Ws (gr.)     | 8.785 | 8.62  | 9.088 |
| Ww                | 0.506 | 0.494 | 0.545 |
| Wc                | 6.899 | 6.797 | 7.145 |
| Ws                | 1.886 | 1.823 | 1.943 |
| % W               | 26.8  | 27.1  | 28.0  |
| PROMEDIO          |       |       | 27.3  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 43.3 |
| LIMITE PLASTICO       | 27.3 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 16.0 |

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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE  
 LOCALIZACION: ESTACION 1+000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD:

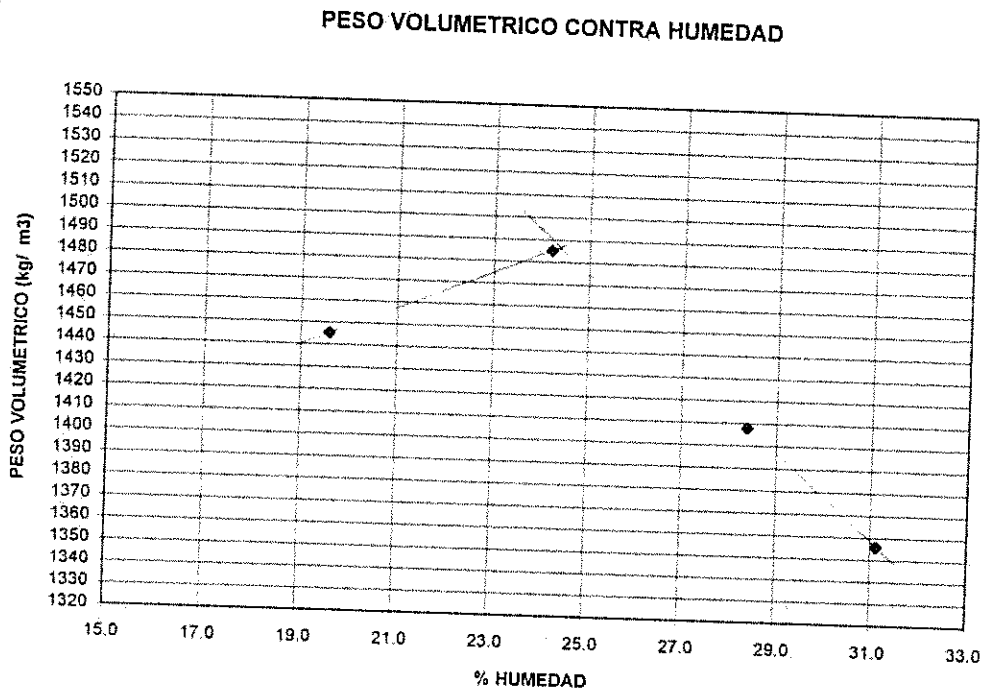
HUECO: No. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde   | 5900 | 6010 | 5975 | 5947 |   |   |   |
| P molde       | 4268 | 4268 | 4268 | 4268 |   |   |   |
| Ww            | 1632 | 1742 | 1707 | 1679 |   |   |   |
| $\delta w$    | 1728 | 1845 | 1808 | 1778 |   |   |   |
| $\delta$      | 1445 | 1485 | 1408 | 1356 |   |   |   |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 59    | 58    | 11    | 18    |
| Ww + Wc     | 350.5 | 387.0 | 438.5 | 466.3 |
| Ws + Wc     | 299.5 | 319.3 | 350.2 | 365.2 |
| Ww          | 51.0  | 67.7  | 88.3  | 101.1 |
| Wc          | 39.1  | 39.7  | 39.2  | 40.4  |
| Ws          | 260.4 | 279.6 | 311.0 | 324.8 |
| %W          | 19.6  | 24.2  | 28.4  | 31.1  |



*H<sub>max</sub> = 1485*  
*W<sub>opt</sub> = 24.3%*

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE OSCURO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 1 + 000

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  $\delta m = 1485$   $W_o = 24.2 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 11140  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 36    | 7180   | 3960 | 1865       | 1455       | 98.0 | 3-1  | 499.9  | 422.5  | 125.7 |   | 77.4 | 296.8 | 26.1 |
|       |       | 11150  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 32    | 7238   | 3912 | 1848       | 1443       | 97.1 | 8-9  | 464.1  | 389.7  | 123.4 |   | 74.4 | 266.3 | 27.9 |
|       |       | 11050  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 13    | 7235   | 3815 | 1803       | 1407       | 94.7 | 37   | 487.8  | 408.7  | 129.4 |   | 79.1 | 279.3 | 28.3 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       | 28.1 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |     |     |       | % EXPANSION |     |     |     |     |     |
|-------|-------|------|----------------------|-----|-----|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo                   | 1 D | 2 D | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |     |
| 36    |       |      | 344.0                | --- | --- | 346.0 | 347.0       |     |     |     | 0.6 | 0.9 |
| 32    |       |      | 192.0                | --- | --- | 195.0 | 196.0       |     |     |     | 1.6 | 2.1 |
| 13    |       |      | 296.0                | --- | --- | 298.0 | 299.0       |     |     |     | 0.7 | 1.0 |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

| MOLDE | Lo   | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0.0  | 3.0   | 5.5   | 7.5   | 10.0  | 15.0  | 20.0  | 25.0  | 28.0  | 31.0  | 36.0  |
| 36    | 0.06 | 0.768 | 1.358 | 1.83  | 2.42  | 3.6   | 4.78  | 5.96  | 6.668 | 7.376 | 8.556 |
|       | 0.0  | 2.0   | 4.0   | 6.0   | 8.0   | 12.0  | 15.5  | 18.0  | 21.0  | 23.0  | 26.0  |
| 32    | 0.06 | 0.532 | 1.004 | 1.476 | 1.948 | 2.892 | 3.718 | 4.308 | 5.016 | 5.488 | 6.196 |
|       | 0.0  | 2.5   | 5.0   | 7.0   | 9.5   | 13.5  | 17.0  | 20.5  | 23.0  | 25.5  | 27.0  |
| 13    | 0.06 | 0.65  | 1.24  | 1.712 | 2.302 | 3.246 | 4.072 | 4.898 | 5.488 | 6.078 | 6.432 |

Valores corregidos para x

x = 0.1 0.2  
0.1 0.2  
0.1 0.2

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.  
2.42 4.78 98.0  
1.95 3.72 97.1  
2.31 4.07 94.7

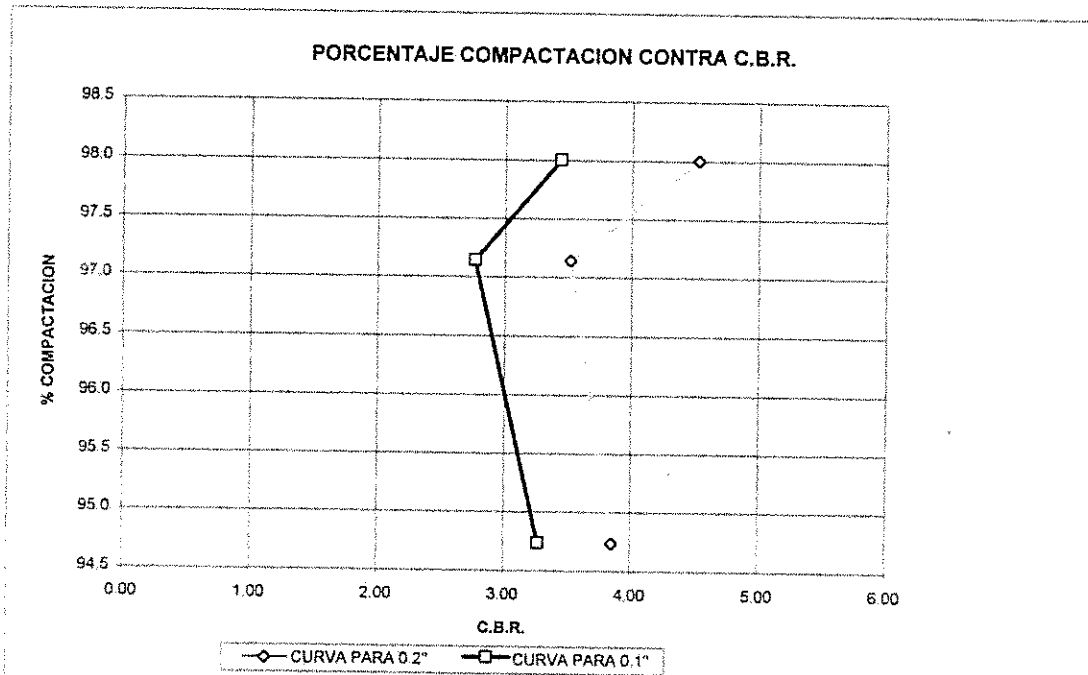
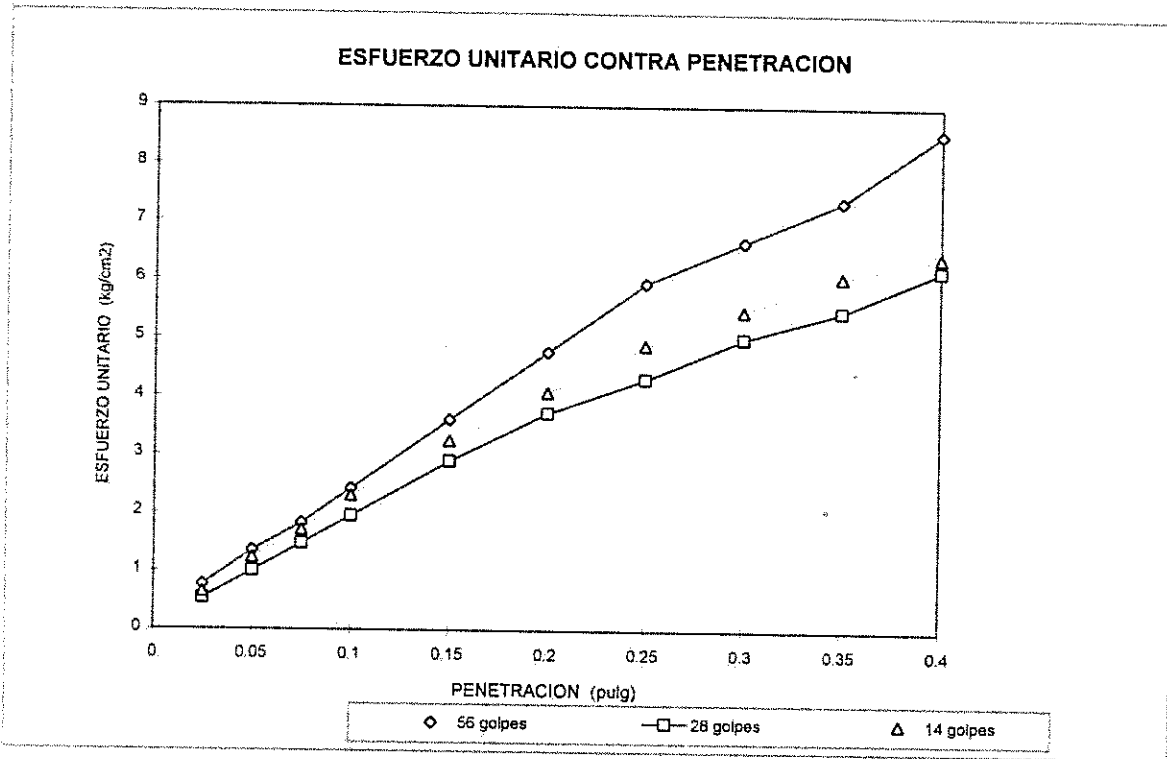
CORREGIDOS:

0.1 0.2  
3.44 4.53  
2.77 3.52  
3.27 3.86

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

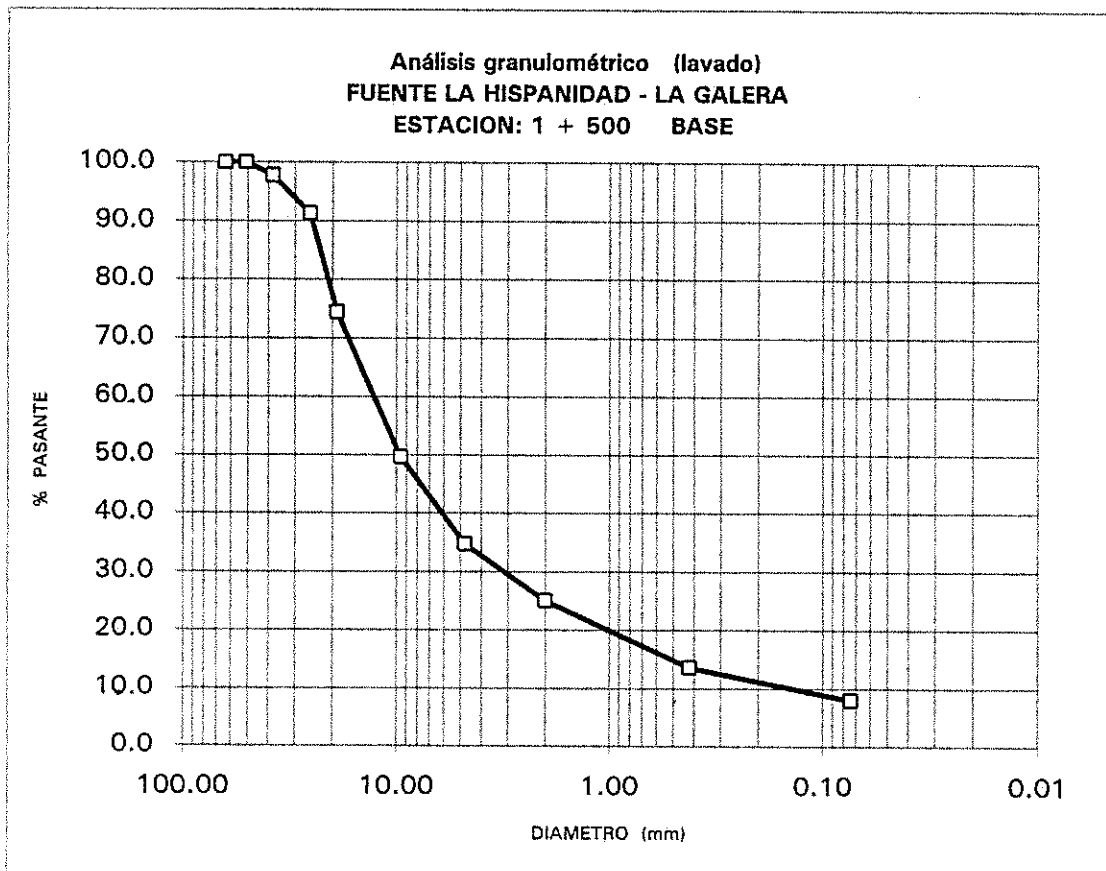
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: BASE  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 1 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11338.0 grs. PESO FINAL: 10448.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 1 1/2"    | 257.0     | 2.3    | 2.3        | 97.7   | 90-100         |
| 1"        | 732.0     | 6.5    | 8.7        | 91.3   | ---            |
| 3/4"      | 1914.0    | 16.9   | 25.6       | 74.4   | 55-85          |
| 3/8"      | 2809.0    | 24.8   | 50.4       | 49.6   | ---            |
| #4        | 1688.5    | 14.9   | 65.3       | 34.7   | 30-50          |
| #10       | 1096.0    | 9.7    | 74.9       | 25.1   | ---            |
| #40       | 1298.5    | 11.5   | 86.4       | 13.6   | 10-25          |
| #200      | 635.0     | 5.6    | 92.0       | 8.0    | 2-9            |



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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **MARZO 1995**  
 PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

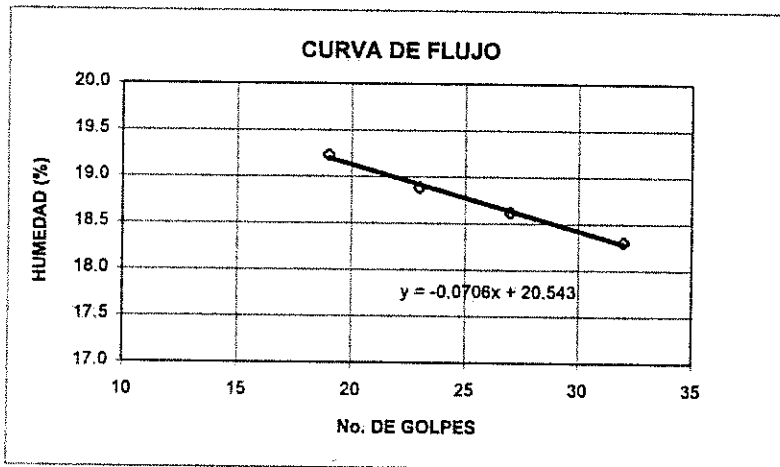
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 500**  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 32    | 27    | 23    | 19    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 41.29 | 35.02 | 34.58 | 35.65 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 38.5  | 32.45 | 32.06 | 32.94 |   |
| Ww                | 2.784 | 2.567 | 2.515 | 2.708 |   |
| Wc                | 23.3  | 18.67 | 18.75 | 18.86 |   |
| Ws                | 15.21 | 13.79 | 13.32 | 14.08 |   |
| % W               | 18.3  | 18.6  | 18.9  | 19.2  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 4     | 3     | 43    |
| Wc + Ww (gr.)     | 14.08 | 14.03 | 14.35 |
| Wc + Ws (gr.)     | 13.73 | 13.65 | 13.95 |
| Ww                | 0.352 | 0.38  | 0.391 |
| Wc                | 11.16 | 10.9  | 11.11 |
| Ws                | 2.57  | 2.751 | 2.844 |
| % W               | 13.7  | 13.8  | 13.7  |
| PROMEDIO          |       |       | 13.8  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 18.8 |
| LIMITE PLASTICO       | 13.8 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 5.0  |

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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

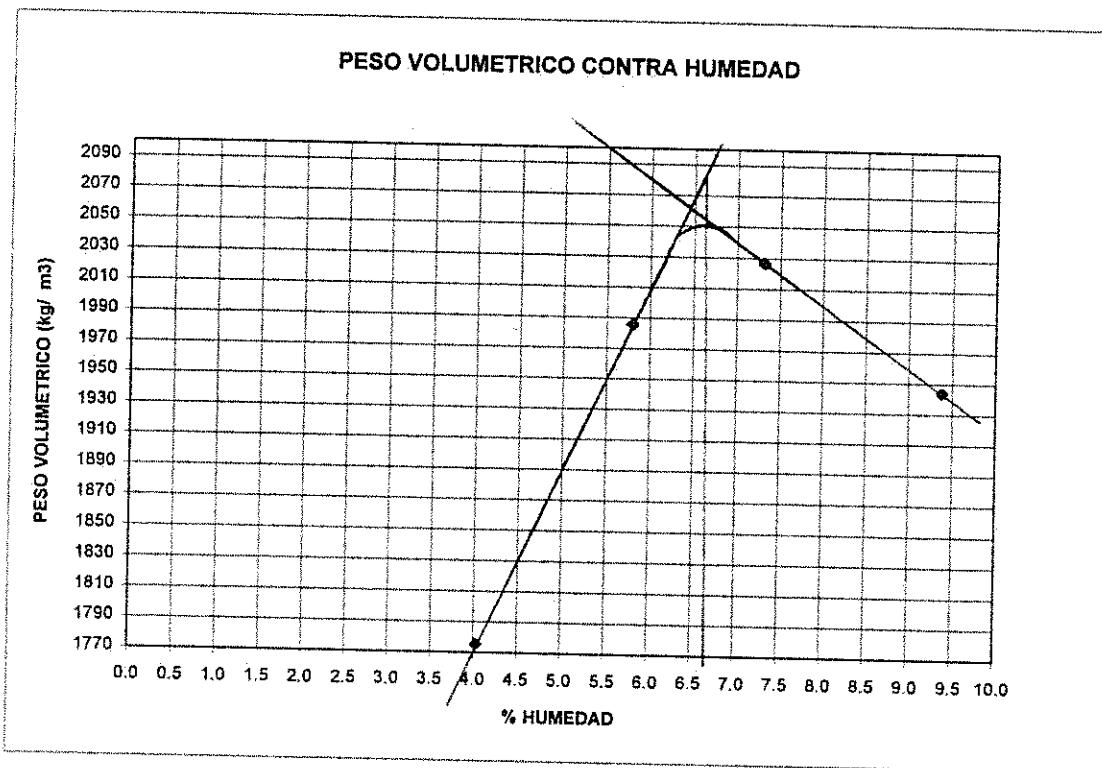
FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR COLOR GRIS OSCURO  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:  
 ESPESOR: 15.6 cm.

**COMPACTACION**

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 6006 | 6246 | 6316 | 6270 |   |   |   |
| P molde        | 4262 | 4262 | 4262 | 4262 |   |   |   |
| Ww             | 1744 | 1984 | 2054 | 2008 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 1847 | 2101 | 2175 | 2126 |   |   |   |
| $\delta s$     | 1775 | 1986 | 2027 | 1944 |   |   |   |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 21    | 15    | 30T   | 92    |
| Ww + Wc     | 380.1 | 376.4 | 387.6 | 371.0 |
| Ws + Wc     | 369.3 | 361.3 | 367.8 | 347.1 |
| Ww          | 10.8  | 15.1  | 19.8  | 23.9  |
| Wc          | 101.3 | 101.0 | 97.3  | 92.4  |
| Ws          | 268.0 | 260.3 | 270.5 | 254.7 |
| %W          | 4.0   | 5.8   | 7.3   | 9.4   |



$\gamma_{max}$ : 2050  
 $w_{opt}$ : 6.7%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**  
PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **GRANULAR. COLOR GRIS OSCURO.**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 500**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**

$\delta m = 2050$        $W_o = 6.7 \%$

**COMPACTACION**

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W  |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|-----|
|       |       | 11540  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 56    | NU    | 6886   | 4654 | 2192       | 2053       | 100.2 | 22   | 377.5  | 363.6  | 104.6 |   | 13.9 | 259.0 | 5.4 |
|       |       | 11320  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 28    | 30    | 6790   | 4530 | 2140       | 2005       | 97.8  | 4    | 379.4  | 362.6  | 101.2 |   | 16.8 | 261.4 | 6.4 |
|       |       | 10830  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 14    | 23    | 6440   | 4390 | 2074       | 1943       | 94.8  | X1   | 402.4  | 383.0  | 108.2 |   | 19.4 | 274.8 | 7.1 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       | 6.7 |

**EXPANSION**

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA | EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |
|-------|-------|------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|
|       |       |      |         | 1 D          | 2 D   | 3 D   | 4 D   | 1 D         | 2 D | 3 D | 4 D |
| NU    |       |      | 443.0   | 442.0        | 444.0 | 444.0 | 445.0 | -0.2        | 0.2 | 0.2 | 0.5 |
| 30    |       |      | 381.0   | 390.0        | 381.0 | 382.0 | 383.0 | 2.4         | 0.0 | 0.3 | 0.5 |
| 23    |       |      | 484.0   | 490.0        | 491.0 | 493.0 | 495.0 | 1.2         | 1.4 | 1.9 | 2.3 |

**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  | 49.0   | 101.0  | 156.0  | 198.0  | 277.0  | 354.0  | 432.0  | 502.0  | 572.0  | 640.0  |
| NU    | 0.06 | 11.624 | 23.896 | 36.876 | 46.788 | 65.432 | 83.604 | 102.01 | 118.53 | 135.05 | 151.1  |
|       | 0.0  | 15.0   | 32.0   | 49.0   | 68.0   | 108.0  | 152.0  | 196.0  | 238.0  | 276.0  | 323.0  |
| 30    | 0.06 | 3.6    | 7.612  | 11.624 | 16.108 | 25.548 | 35.932 | 46.316 | 56.228 | 65.196 | 76.288 |
|       | 0.0  | 73.0   | 119.0  | 153.0  | 184.0  | 234.0  | 279.0  | 304.0  | 352.0  | 388.0  | 428.0  |
| 23    | 0.06 | 17.288 | 28.144 | 36.168 | 43.484 | 55.284 | 65.904 | 71.804 | 83.132 | 91.628 | 101.07 |

Valores corregidos para x

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| x = | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes  
56  
14

CALCULADOS

|       |       |           |
|-------|-------|-----------|
| 0.1   | 0.2   | %COMPACT. |
| 49.20 | 86.00 | 100.2     |
| 43.48 | 65.90 | 94.8      |

CORREGIDOS

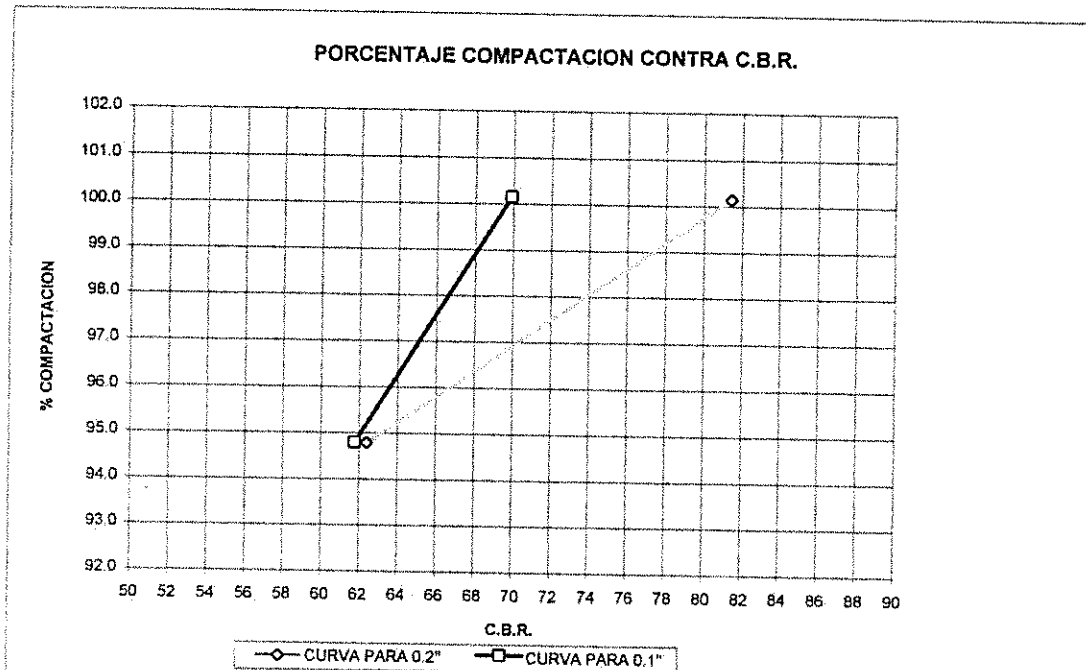
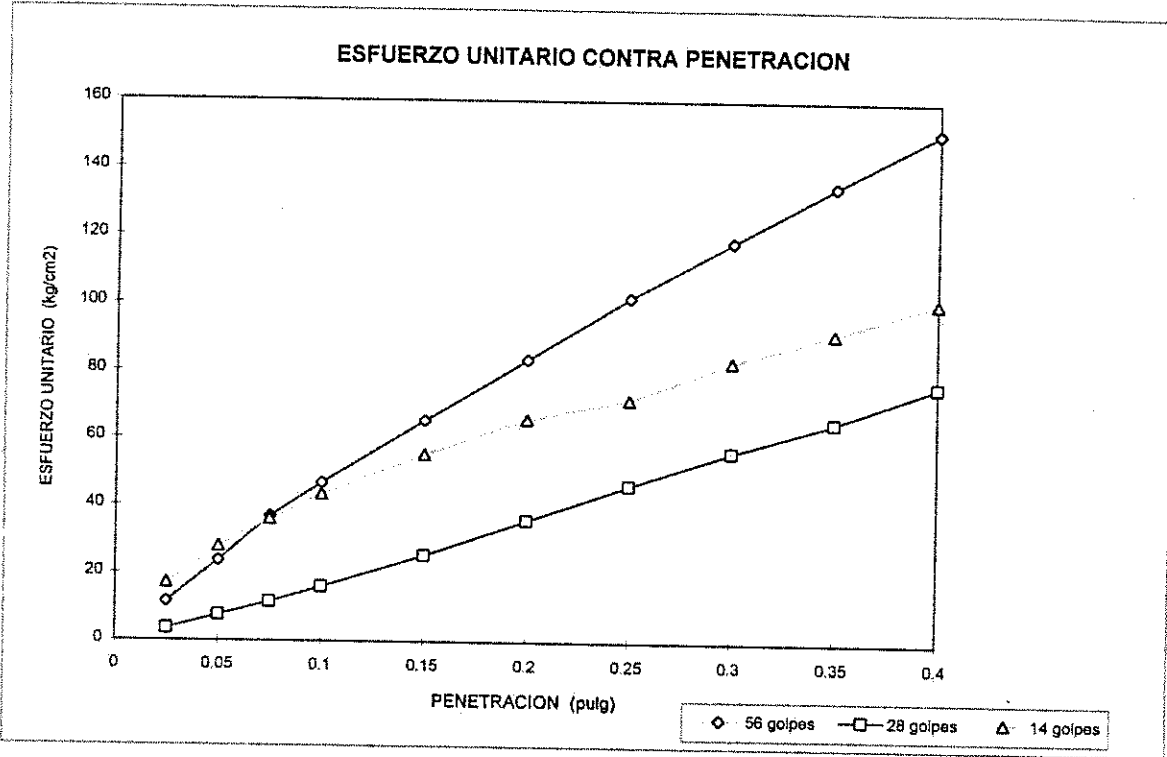
|       |       |
|-------|-------|
| 0.1   | 0.2   |
| 69.89 | 81.44 |
| 61.76 | 62.41 |



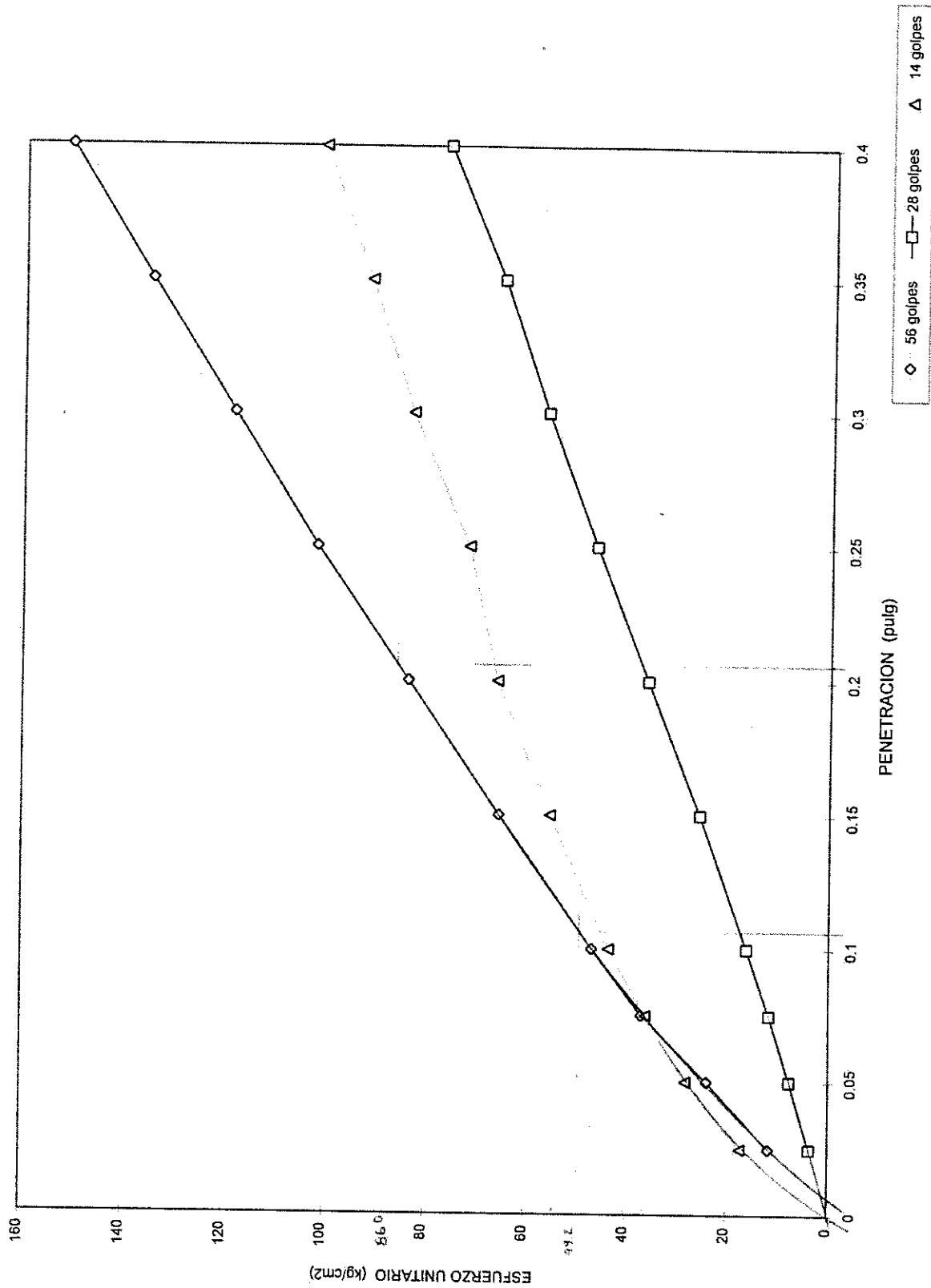
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR, COLOR GRIS OSCURO.  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

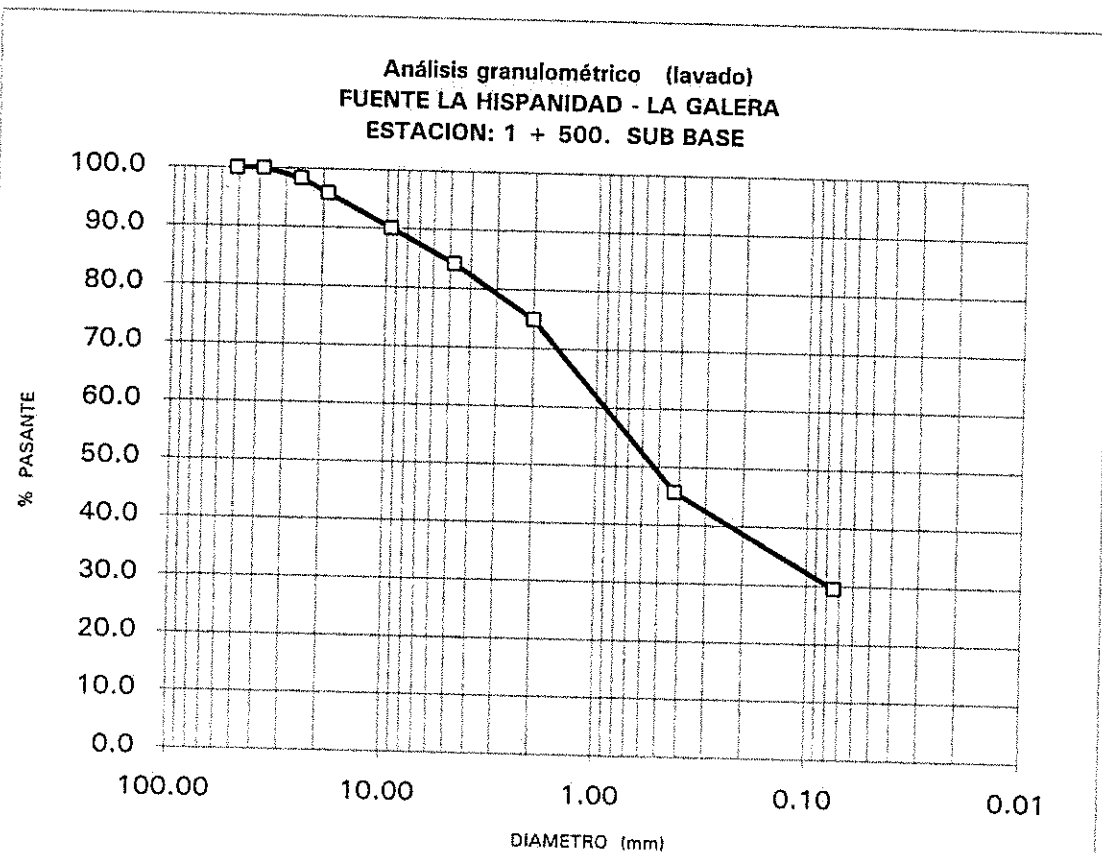
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 MUESTRA: SUB BASE  
 ESTACION: 1 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9974.0 grs.      PESO FINAL: 7059.5 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 3"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 2 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | ---            |
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | ---            |
| 1 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | ---            |
| 1"        | 162.0     | 1.6    | 1.6        | 98.4   | ---            |
| 3/4"      | 250.0     | 2.5    | 4.1        | 95.9   | ---            |
| 3/8"      | 580.0     | 5.8    | 9.9        | 90.1   | ---            |
| #4        | 585.0     | 5.9    | 15.8       | 84.2   | 40-70          |
| #10       | 922.0     | 9.2    | 25.1       | 74.9   | ---            |
| #40       | 2919.0    | 29.3   | 54.3       | 45.7   | 10-50          |
| #200      | 1610.0    | 16.1   | 70.5       | 29.5   | 0-15           |



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995

PROYECTO FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE

LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500

ESPESOR: 43.5 cm

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

MUESTRA No: PROFUNDIDAD:

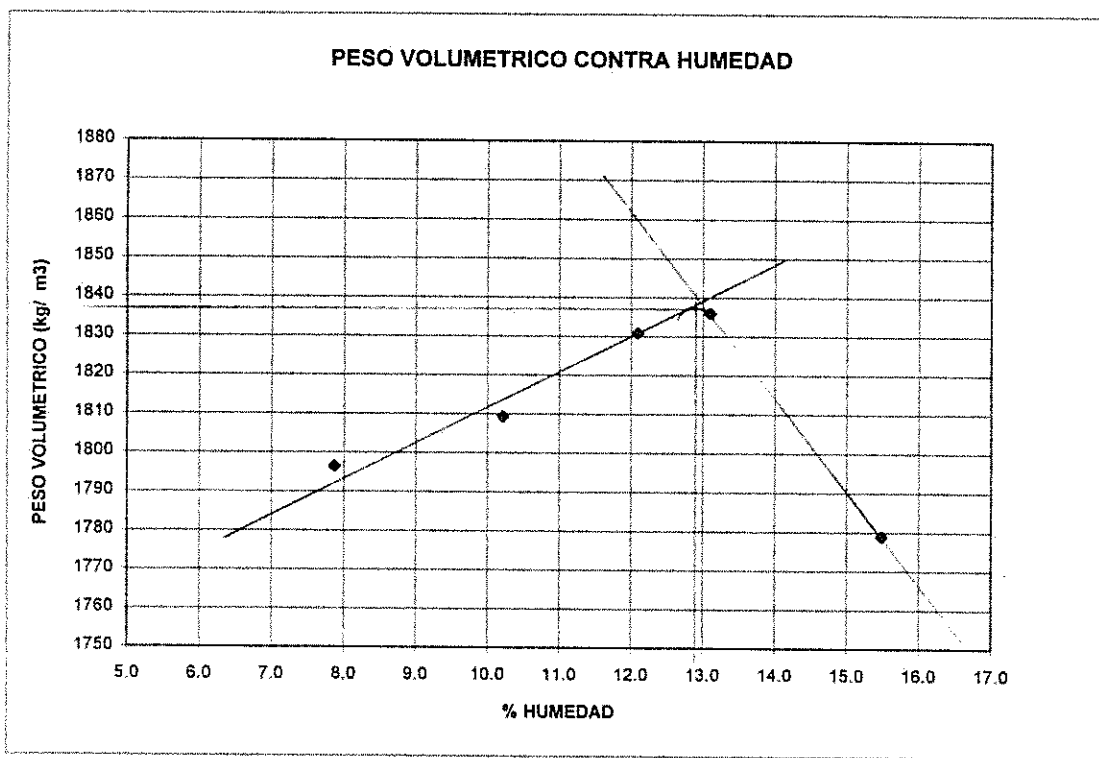
HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|------|---|---|
| Ww + Pmolde    | 6153 | 6231 | 6210 | 6100 | 6208 |   |   |
| P molde        | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 |   |   |
| Ww             | 1883 | 1961 | 1940 | 1830 | 1938 |   |   |
| $\delta\omega$ | 1994 | 2077 | 2054 | 1938 | 2052 |   |   |
| $\delta s$     | 1809 | 1836 | 1779 | 1797 | 1831 |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

|             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 73    | 35    | 46    | 53    | 7     |
| Ww + Wc     | 368.5 | 452.4 | 381.2 | 383.4 | 411.5 |
| Ws + Wc     | 338.0 | 404.6 | 335.4 | 358.4 | 371.2 |
| Ww          | 30.5  | 47.8  | 45.8  | 25.0  | 40.3  |
| Wc          | 39.4  | 39.8  | 39.6  | 40.8  | 38.0  |
| Ws          | 298.6 | 364.8 | 295.8 | 317.6 | 333.2 |
| %W          | 10.2  | 13.1  | 15.5  | 7.9   | 12.1  |



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

$\delta m = 1837$        $W_o = 12.9 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | $W_w + M$ | $W_w$ | $\delta m$ | $\delta_s$ | % C  | CAP. | $W_w + C$ | $W_s + C$ | $W_c$ | e | $W_w$ | $W_s$ | %W   |
|-------|-------|-----------|-------|------------|------------|------|------|-----------|-----------|-------|---|-------|-------|------|
|       |       | 11620     |       |            |            |      |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 56    | 7     | 7377      | 4243  | 1998       | 1776       | 96.7 | 68   | 486.2     | 437.6     | 40.0  |   | 48.6  | 397.6 | 12.2 |
|       |       | 11570     |       |            |            |      |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 28    | 9     | 7425      | 4145  | 1959       | 1740       | 94.7 | 64   | 423.7     | 381.6     | 38.8  |   | 42.1  | 342.8 | 12.3 |
|       |       | 11180     |       |            |            |      |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 14    | 16    | 7195      | 3985  | 1883       | 1673       | 91.1 | 73   | 481.6     | 431.5     | 39.4  |   | 50.1  | 392.1 | 12.8 |
|       |       |           |       |            |            |      |      |           |           |       |   |       |       | 12.5 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | $L_o$ | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |
|-------|-------|------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|
|       |       |      |       | 1 D                  | 2 D   | 3 D   | 4 D   | 1 D         | 2 D | 3 D | 4 D |
| 7     |       |      | 328.0 | 329.0                | 330.0 | 330.0 | 330.0 | 0.3         | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 9     |       |      | 327.0 | 329.0                | 330.0 | 330.0 | 330.0 | 0.6         | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 16    |       |      | 300.0 | 302.0                | 303.0 | 304.0 | 304.0 | 0.7         | 1.0 | 1.3 | 1.3 |

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   | 23.0  | 60.0   | 104.0  | 158.0  | 258.0  | 350.0  | 427.0  | 492.0  | 550.0  | 588.0  |
| 7     | 0.06  | 5.488 | 14.22  | 24.604 | 37.348 | 60.948 | 82.66  | 100.83 | 116.17 | 129.86 | 138.83 |
|       | 0.0   | 21.0  | 54.0   | 93.0   | 134.0  | 202.0  | 254.0  | 302.0  | 345.0  | 378.0  | 416.0  |
| 9     | 0.06  | 5.016 | 12.804 | 22.008 | 31.684 | 47.732 | 60.004 | 71.332 | 81.48  | 89.268 | 98.236 |
|       | 0.0   | 27.0  | 49.0   | 67.0   | 80.0   | 99.0   | 117.0  | 136.0  | 153.0  | 171.0  | 187.0  |
| 16    | 0.06  | 6.432 | 11.624 | 15.872 | 18.94  | 23.424 | 27.672 | 32.156 | 36.168 | 40.416 | 44.192 |

Valores corregidos para x

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| x = | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

| 0.1   | 0.2   | % COMPACT. |
|-------|-------|------------|
| 41.43 | 85.71 | 96.7       |
| 34.28 | 62.14 | 94.7       |
| 19.28 | 28.21 | 91.1       |

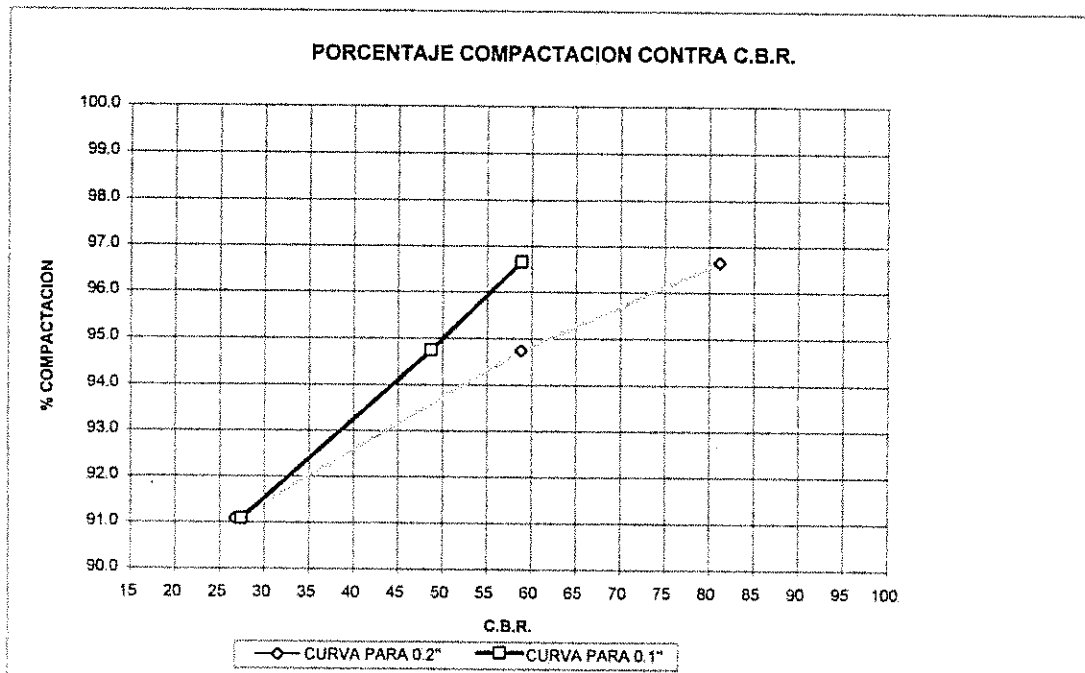
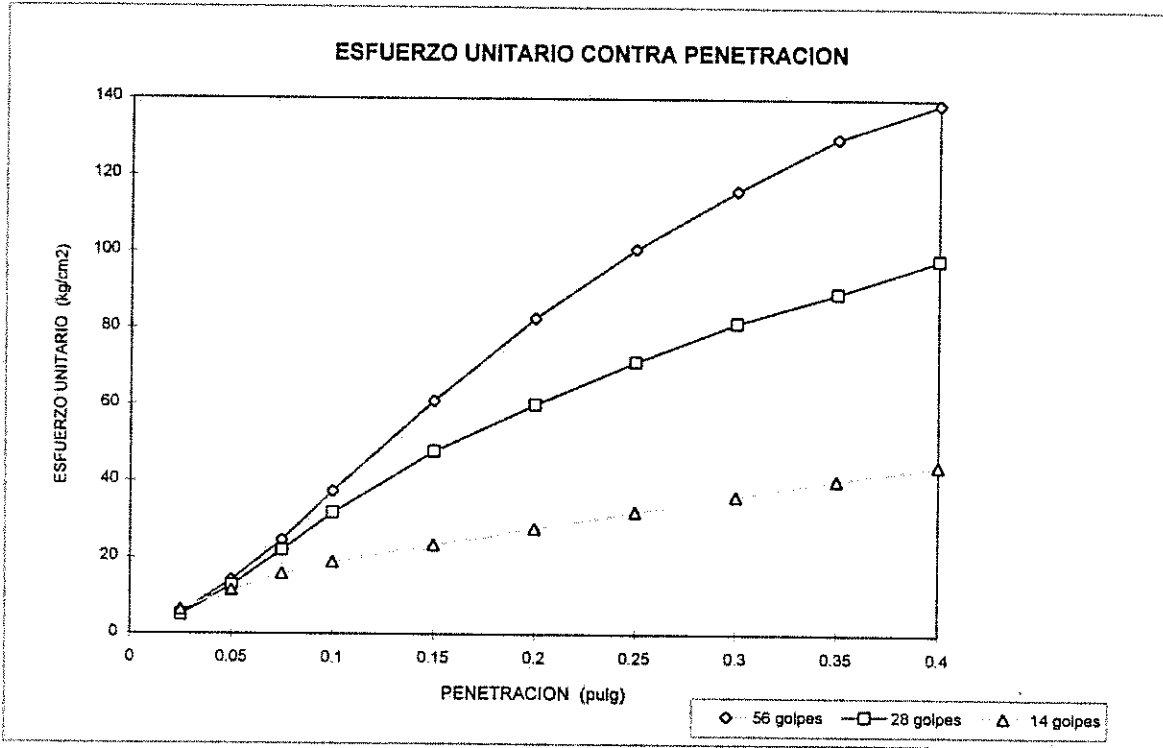
CORREGIDOS

| 0.1   | 0.2   |
|-------|-------|
| 58.85 | 81.16 |
| 48.69 | 58.84 |
| 27.39 | 26.71 |

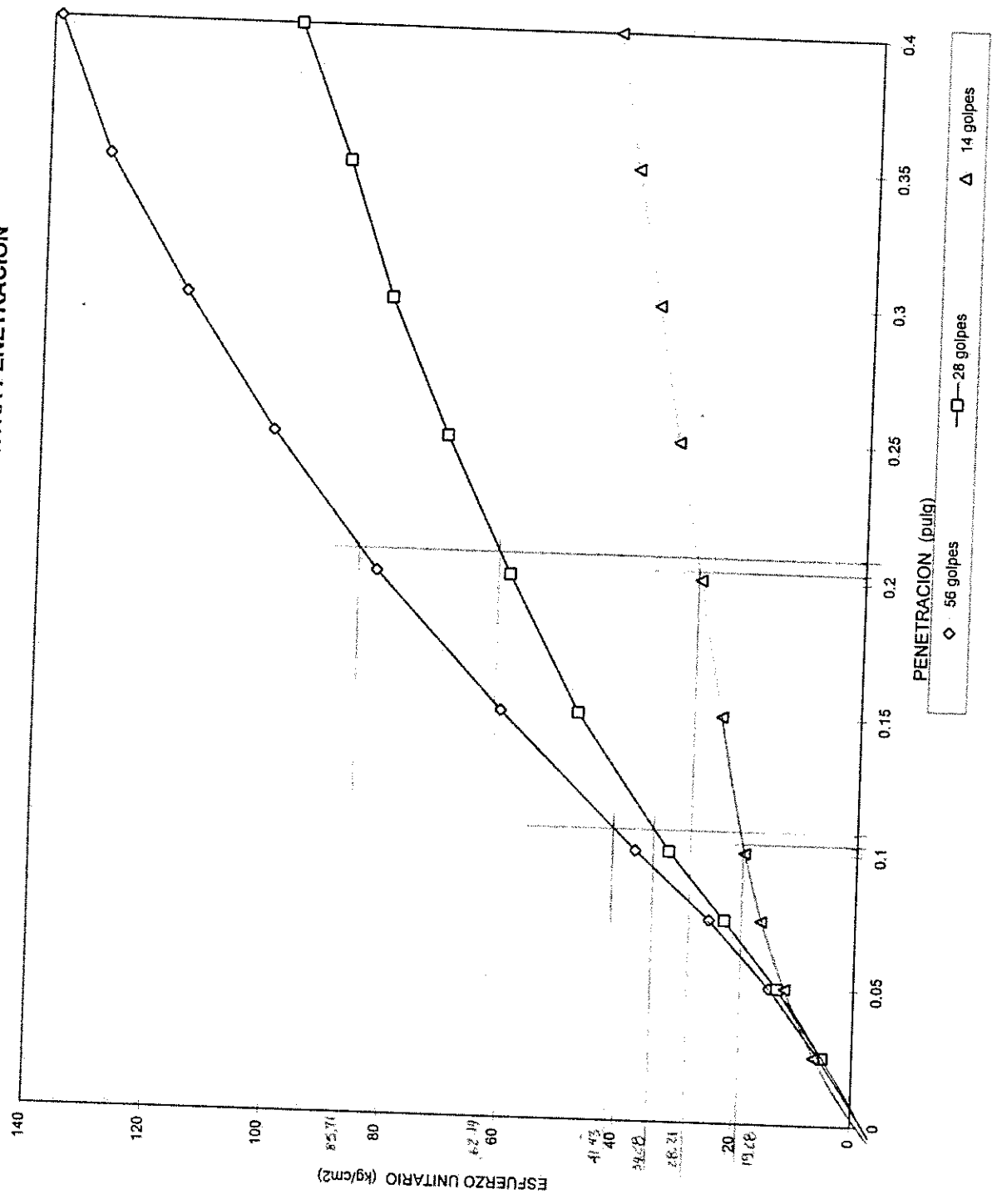
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

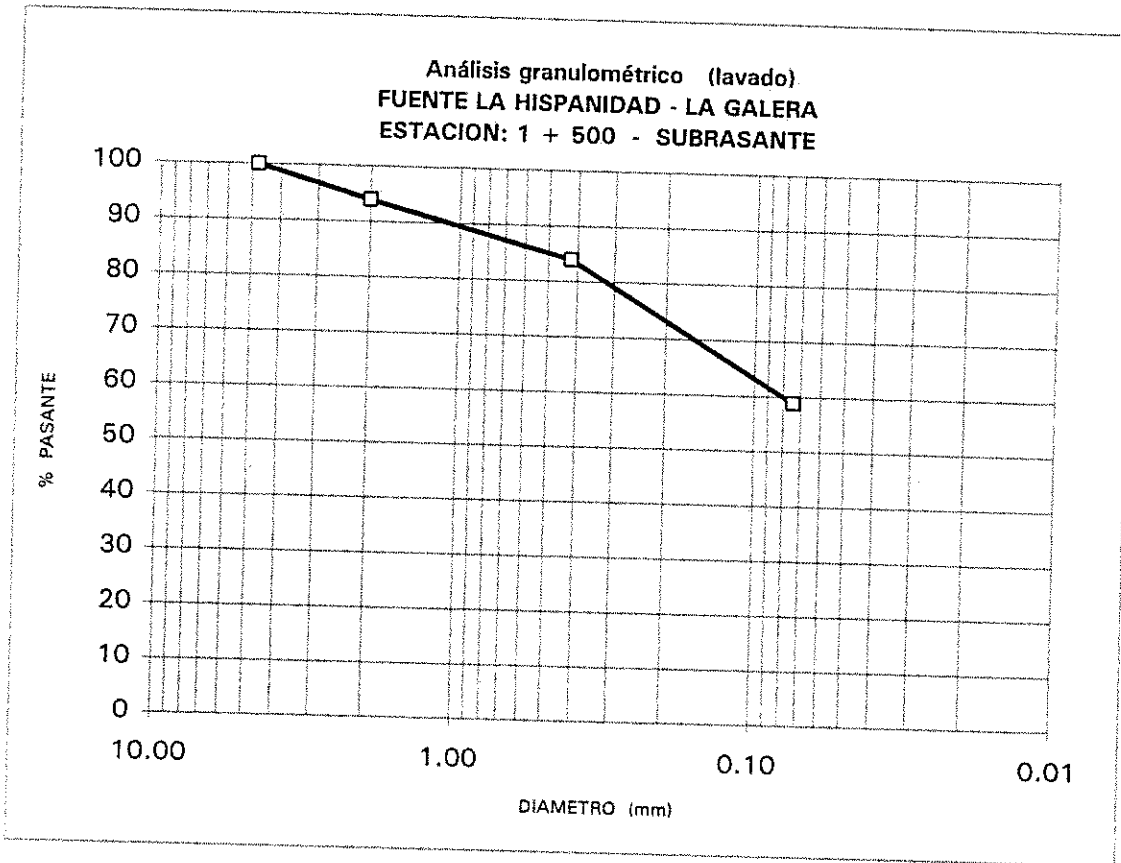
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
MUESTRA: SUBRASANTE  
ESTACION: 1 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs.      PESO FINAL: 206.8 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 30.2      | 6.0    | 6.0        | 94.0   |                |
| #40       | 50.0      | 10.0   | 16.0       | 84.0   |                |
| #200      | 125.2     | 25.0   | 41.1       | 58.9   |                |





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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

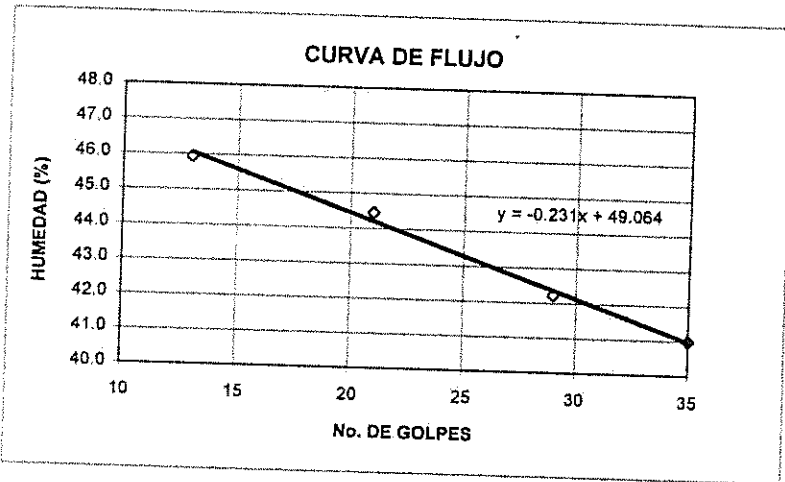
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 35    | 29    | 21    | 13    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 31.26 | 30.49 | 37.14 | 31.49 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 27.6  | 26.93 | 32.92 | 27.47 |   |
| Ww                | 3.657 | 3.568 | 4.226 | 4.022 |   |
| Wc                | 18.68 | 18.48 | 23.41 | 18.71 |   |
| Ws                | 8.921 | 8.45  | 9.506 | 8.754 |   |
| % W               | 41.0  | 42.2  | 44.5  | 45.9  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 19    | 13    | 22    |
| Wc + Ww (gr.)     | 9.291 | 9.114 | 9.633 |
| Wc + Ws (gr.)     | 8.785 | 8.62  | 9.088 |
| Ww                | 0.506 | 0.494 | 0.545 |
| Wc                | 6.899 | 6.797 | 7.145 |
| Ws                | 1.886 | 1.823 | 1.943 |
| % W               | 26.8  | 27.1  | 28.0  |
| PROMEDIO          |       |       | 27.3  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 43.3 |
| LIMITE PLASTICO       | 27.3 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 16.0 |

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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

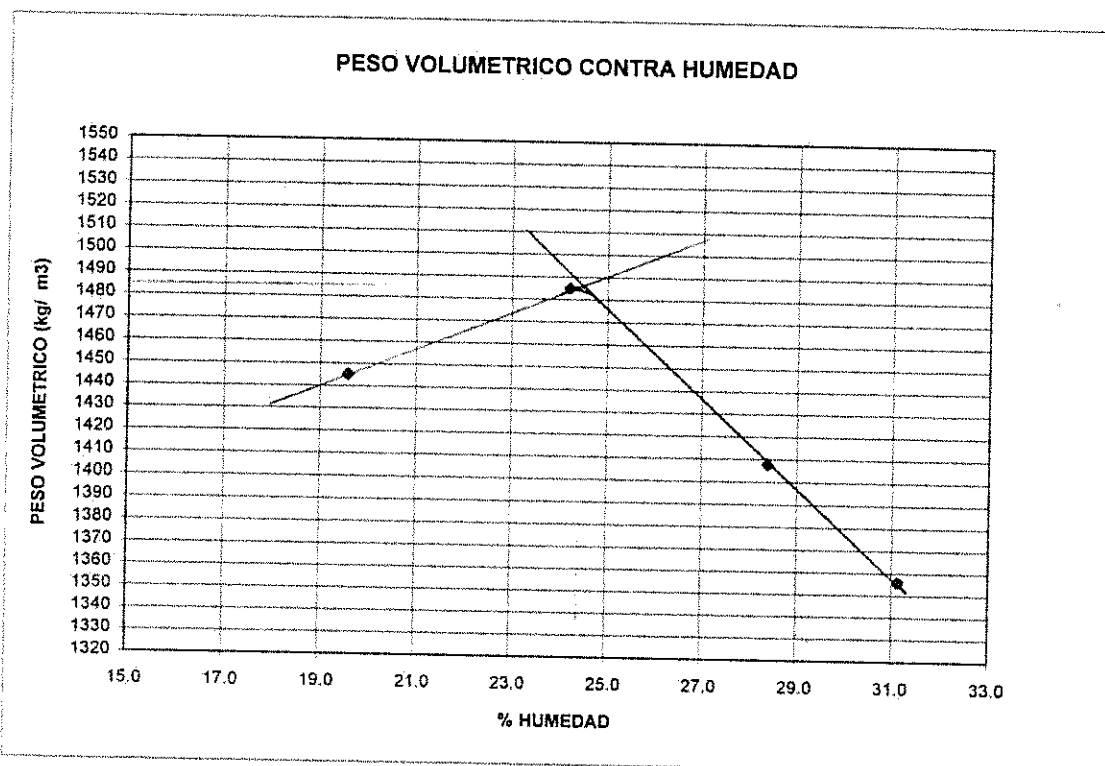
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE  
 LOCALIZACION: ESTACION 1+550  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 5900 | 6010 | 5975 | 5947 |   |   |   |
| P molde        | 4268 | 4268 | 4268 | 4268 |   |   |   |
| Ww             | 1632 | 1742 | 1707 | 1679 |   |   |   |
| $\bar{\omega}$ | 1728 | 1845 | 1808 | 1778 |   |   |   |
| $\bar{\delta}$ | 1445 | 1485 | 1408 | 1356 |   |   |   |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 59    | 58    | 11    | 18    |
| Ww + Wc     | 350.5 | 387.0 | 438.5 | 466.3 |
| Ws + Wc     | 299.5 | 319.3 | 350.2 | 365.2 |
| Ww          | 51.0  | 67.7  | 88.3  | 101.1 |
| Wc          | 39.1  | 39.7  | 39.2  | 40.4  |
| Ws          | 260.4 | 279.6 | 311.0 | 324.8 |
| %W          | 19.6  | 24.2  | 28.4  | 31.1  |



$\rho_{max} = 1485$   
 $w_{opt} = 24.3\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 550  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

$\delta m = 1485$        $W_o = 24.2 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 11140  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 36    | 7180   | 3960 | 1865       | 1455       | 98.0 | 3-1  | 499.9  | 422.5  | 125.7 |   | 77.4 | 296.8 | 26.1 |
|       |       | 11150  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 32    | 7238   | 3912 | 1848       | 1443       | 97.1 | 8-9  | 464.1  | 389.7  | 123.4 |   | 74.4 | 266.3 | 27.9 |
|       |       | 11050  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 13    | 7235   | 3815 | 1803       | 1407       | 94.7 | 37   | 487.8  | 408.7  | 129.4 |   | 79.1 | 279.3 | 28.3 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       | 28.1 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |     |     |       |       | % EXPANSION |     |     |     |  |  |
|-------|-------|------|----------------------|-----|-----|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|--|--|
|       |       |      | Lo                   | 1 D | 2 D | 3 D   | 4 D   | 1 D         | 2 D | 3 D | 4 D |  |  |
| 36    |       |      | 344.0                | --- | --- | 346.0 | 347.0 |             |     | 0.6 | 0.9 |  |  |
| 32    |       |      | 192.0                | --- | --- | 195.0 | 196.0 |             |     | 1.6 | 2.1 |  |  |
| 13    |       |      | 296.0                | --- | --- | 298.0 | 299.0 |             |     | 0.7 | 1.0 |  |  |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

| MOLDE | Lo   | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0.0  | 3.0   | 5.5   | 7.5   | 10.0  | 15.0  | 20.0  | 25.0  | 28.0  | 31.0  | 36.0  |
| 36    | 0.06 | 0.768 | 1.358 | 1.83  | 2.42  | 3.6   | 4.78  | 5.96  | 6.668 | 7.376 | 8.556 |
|       | 0.0  | 2.0   | 4.0   | 6.0   | 8.0   | 12.0  | 15.5  | 18.0  | 21.0  | 23.0  | 26.0  |
| 32    | 0.06 | 0.532 | 1.004 | 1.476 | 1.948 | 2.892 | 3.718 | 4.308 | 5.016 | 5.488 | 6.196 |
|       | 0.0  | 2.5   | 5.0   | 7.0   | 9.5   | 13.5  | 17.0  | 20.5  | 23.0  | 25.5  | 27.0  |
| 13    | 0.06 | 0.65  | 1.24  | 1.712 | 2.302 | 3.246 | 4.072 | 4.898 | 5.488 | 6.078 | 6.432 |

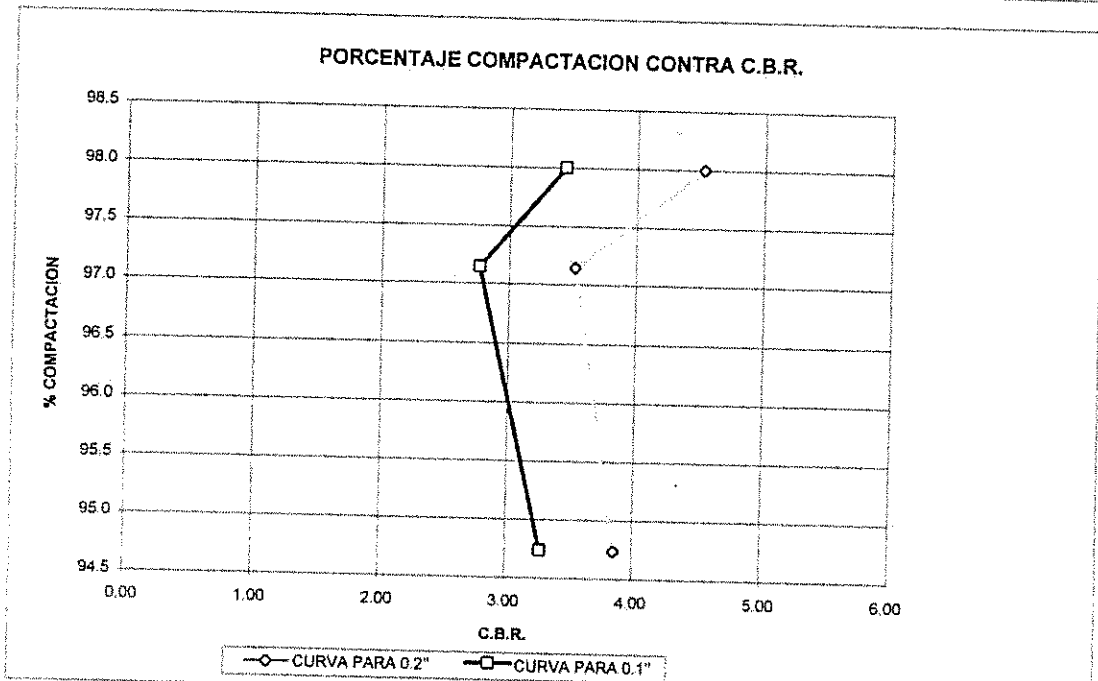
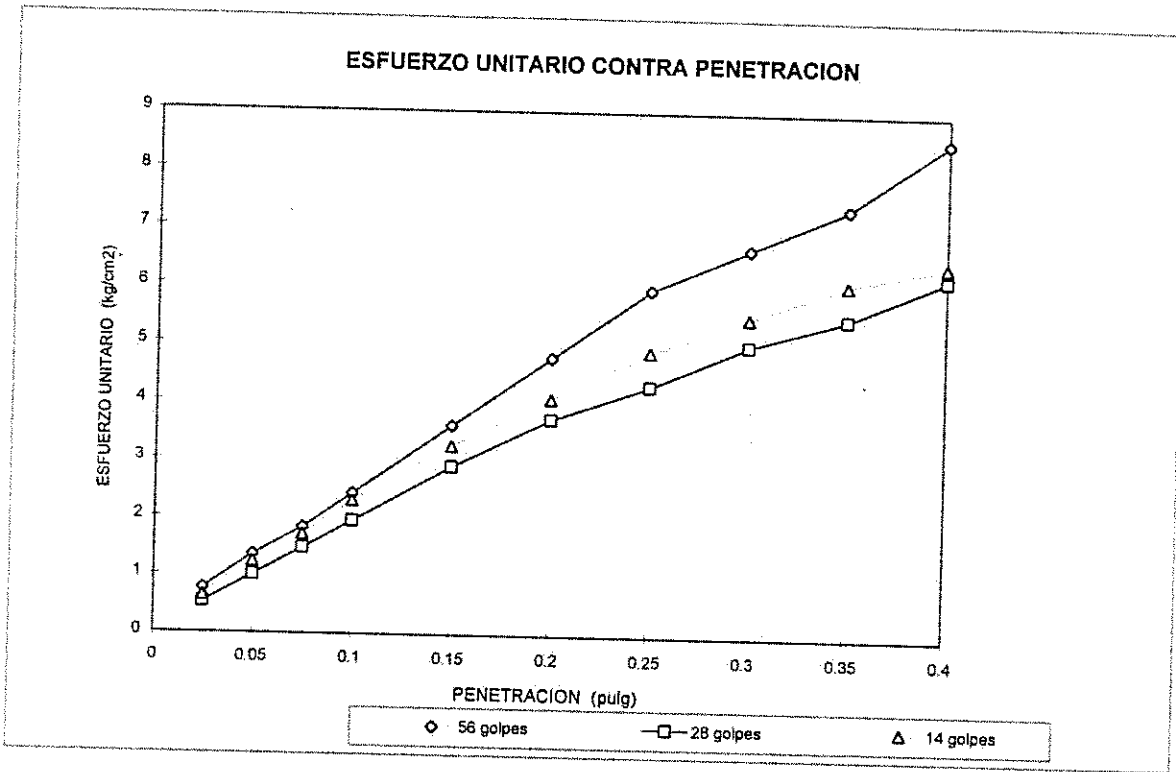
Valores corregidos para x

| x = | Valores corregidos para x |     | No. golpes | CALCULADOS |      |            | CORREGIDOS |      |
|-----|---------------------------|-----|------------|------------|------|------------|------------|------|
|     | 0.1                       | 0.2 |            | 0.1        | 0.2  | % COMPACT. | 0.1        | 0.2  |
|     | 0.1                       | 0.2 | 56         | 2.42       | 4.78 | 98.0       | 3.44       | 4.53 |
|     | 0.1                       | 0.2 | 28         | 1.95       | 3.72 | 97.1       | 2.77       | 3.52 |
|     | 0.1                       | 0.2 | 14         | 2.31       | 4.07 | 94.7       | 3.27       | 3.86 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 550  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

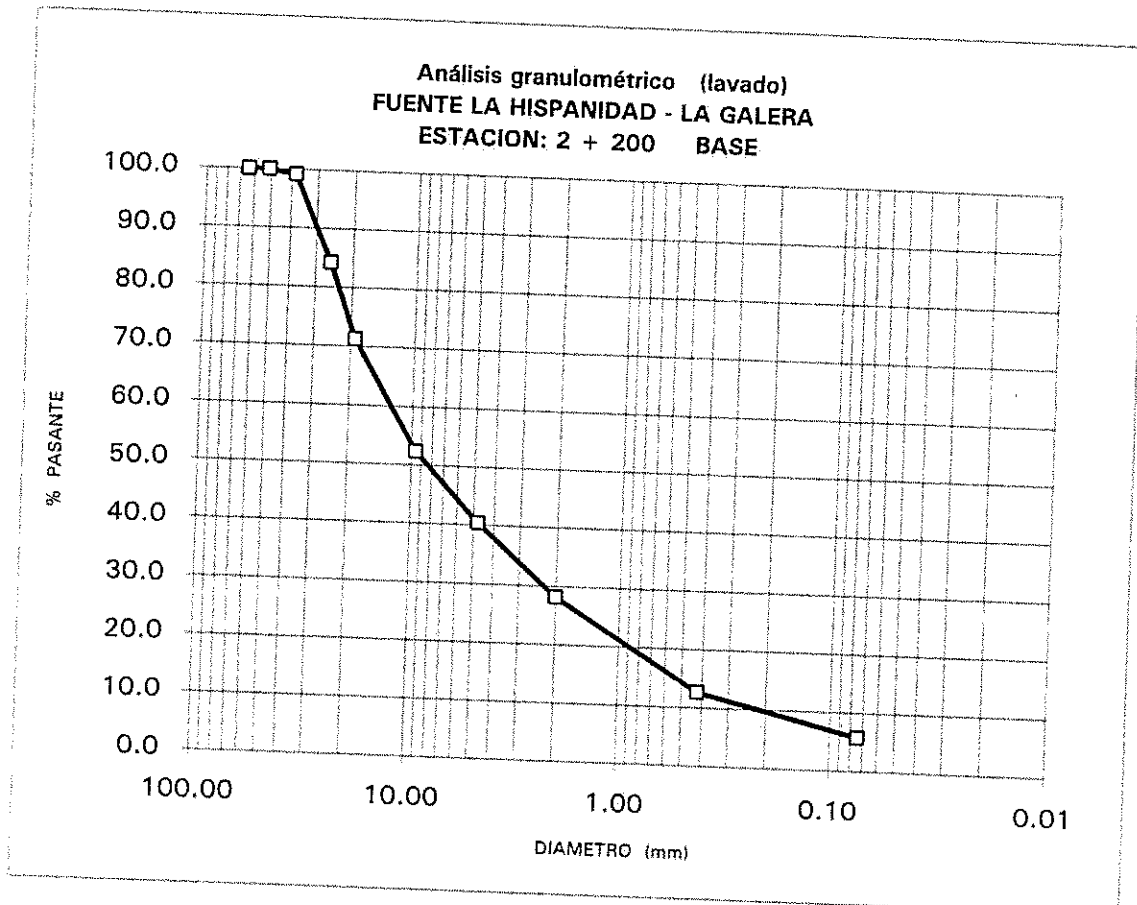
FECHA: MARZO -1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

MUESTRA: BASE  
 ESTACION: 2 + 200

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12067.0 grs.      PESO FINAL: 11374.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 1 1/2"    | 97.0      | 0.8    | 0.8        | 99.2   | 90-100         |
| 1"        | 1813.0    | 15.0   | 15.8       | 84.2   | ---            |
| 3/4"      | 1556.0    | 12.9   | 28.7       | 71.3   | 55-85          |
| 3/8"      | 2285.0    | 18.9   | 47.7       | 52.3   | ---            |
| #4        | 1439.0    | 11.9   | 59.6       | 40.4   | 30-50          |
| #10       | 1474.0    | 12.2   | 71.8       | 28.2   | ---            |
| #40       | 1878.0    | 15.6   | 87.4       | 12.6   | 10-25          |
| #200      | 830.0     | 6.9    | 94.2       | 5.8    | 2-9            |



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

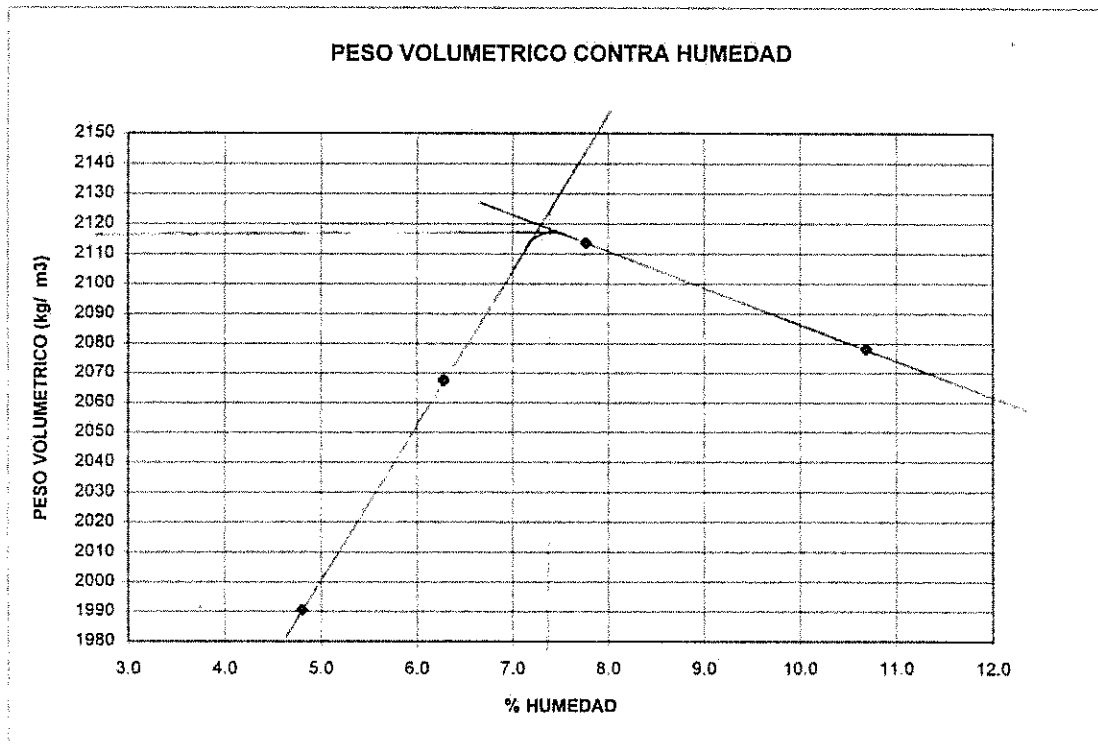
DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR  
LOCALIZACION: ESTACION 2 + 000  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

| DETERMINACION | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde   | 6240 | 6345 | 6421 | 6442 |   |   |   |
| P molde       | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 |   |   |   |
| Ww            | 1970 | 2075 | 2151 | 2172 |   |   |   |
| $\delta_w$    | 2086 | 2197 | 2278 | 2300 |   |   |   |
| $\delta_s$    | 1991 | 2068 | 2114 | 2078 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 46    | 7     | 18-A  | 53    |
| Ww + Wc     | 469.3 | 412.1 | 462.7 | 489.3 |
| Ws + Wc     | 449.6 | 390.0 | 432.2 | 446.0 |
| Ww          | 19.7  | 22.1  | 30.5  | 43.3  |
| Wc          | 39.6  | 38.0  | 39.5  | 40.8  |
| Ws          | 410.0 | 352.0 | 392.7 | 405.2 |
| %W          | 4.8   | 6.3   | 7.8   | 10.7  |



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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION: ESTACION 2 + 000

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

MUESTRA No:

PROFUNDIDAD:

ESPESOR:

HUECO:

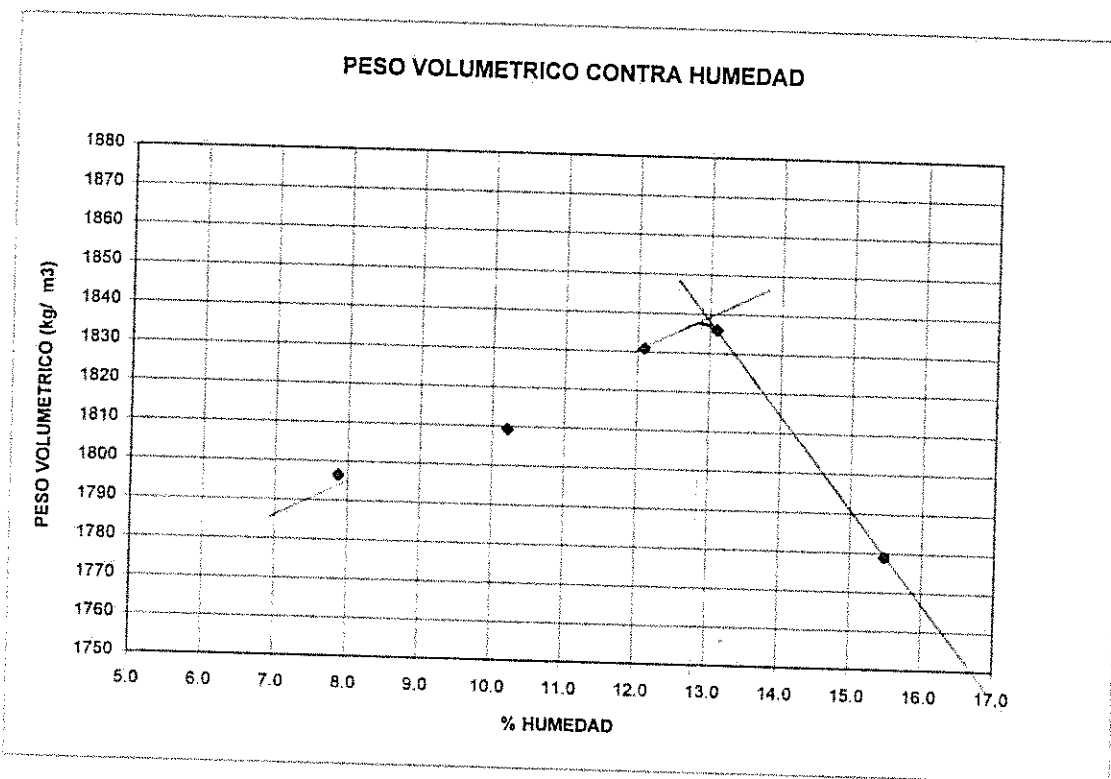
Nº. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|------|---|---|
| Ww + Pmolde   | 6153 | 6231 | 6210 | 6100 | 6208 |   |   |
| P molde       | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 |   |   |
| Ww            | 1883 | 1961 | 1940 | 1830 | 1938 |   |   |
| $\delta_w$    | 1994 | 2077 | 2054 | 1938 | 2052 |   |   |
| $\delta_s$    | 1809 | 1836 | 1779 | 1797 | 1831 |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 73    | 35    | 46    | 53    | 7     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 368.5 | 452.4 | 381.2 | 383.4 | 411.5 |
| Ws + Wc     | 338.0 | 404.6 | 335.4 | 358.4 | 371.2 |
| Ww          | 30.5  | 47.8  | 45.8  | 25.0  | 40.3  |
| Wc          | 39.4  | 39.8  | 39.6  | 40.8  | 38.0  |
| Ws          | 298.6 | 364.8 | 295.8 | 317.6 | 333.2 |
| %W          | 10.2  | 13.1  | 15.5  | 7.9   | 12.1  |



$\delta_{max}$  1837  
 $w_{opt}$  12.9%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 2 +000

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

SUB BASE

$\delta m = 1837$        $W_o = 12.9 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc   | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|------|---|------|-------|------|
|       |       | 11620  |      |            |            |      |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 56    | 7     | 7377   | 4243 | 1998       | 1776       | 96.7 | 68   | 486.2  | 437.6  | 40.0 |   | 48.6 | 397.6 | 12.2 |
|       |       | 11570  |      |            |            |      |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 28    | 9     | 7425   | 4145 | 1959       | 1740       | 94.7 | 64   | 423.7  | 381.6  | 38.8 |   | 42.1 | 342.8 | 12.3 |
|       |       | 11180  |      |            |            |      |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 14    | 16    | 7195   | 3985 | 1883       | 1673       | 91.1 | 73   | 481.6  | 431.5  | 39.4 |   | 50.1 | 392.1 | 12.8 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |      |   |      |       | 12.5 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA |       |       |       | EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |     |
|-------|-------|------|---------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo      | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D          | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 7     |       |      | 328.0   | 329.0 | 330.0 | 330.0 | 330.0        | 330.0 | 330.0 | 330.0 | 0.3         | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 9     |       |      | 327.0   | 329.0 | 330.0 | 330.0 | 330.0        | 330.0 | 330.0 | 330.0 | 0.6         | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 16    |       |      | 300.0   | 302.0 | 303.0 | 304.0 | 304.0        | 304.0 | 304.0 | 304.0 | 0.7         | 1.0 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |

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  | 23.0  | 60.0   | 104.0  | 158.0  | 258.0  | 350.0  | 427.0  | 492.0  | 550.0  | 588.0  |
| 7     | 0.06 | 5.488 | 14.22  | 24.604 | 37.348 | 60.948 | 82.66  | 100.83 | 116.17 | 129.86 | 138.83 |
|       | 0.0  | 21.0  | 54.0   | 93.0   | 134.0  | 202.0  | 254.0  | 302.0  | 345.0  | 378.0  | 416.0  |
| 9     | 0.06 | 5.016 | 12.804 | 22.008 | 31.684 | 47.732 | 60.004 | 71.332 | 81.48  | 89.268 | 98.236 |
|       | 0.0  | 27.0  | 49.0   | 67.0   | 80.0   | 99.0   | 117.0  | 136.0  | 153.0  | 171.0  | 187.0  |
| 16    | 0.06 | 6.432 | 11.624 | 15.872 | 18.94  | 23.424 | 27.672 | 32.156 | 36.168 | 40.416 | 44.192 |

Valores corregidos para x.

| x = | Valores corregidos para x. |     | No. golpes | CALCULADOS |       |            | CORREGIDOS |       |
|-----|----------------------------|-----|------------|------------|-------|------------|------------|-------|
|     | 0.1                        | 0.2 |            | 0.1        | 0.2   | % COMPACT. | 0.1        | 0.2   |
|     | 0.1                        | 0.2 | 56         | 41.43      | 85.71 | 96.7       | 58.85      | 81.16 |
|     | 0.1                        | 0.2 | 28         | 34.28      | 62.14 | 94.7       | 48.69      | 58.84 |
|     | 0.1                        | 0.2 | 14         | 19.28      | 28.21 | 91.1       | 27.39      | 26.71 |

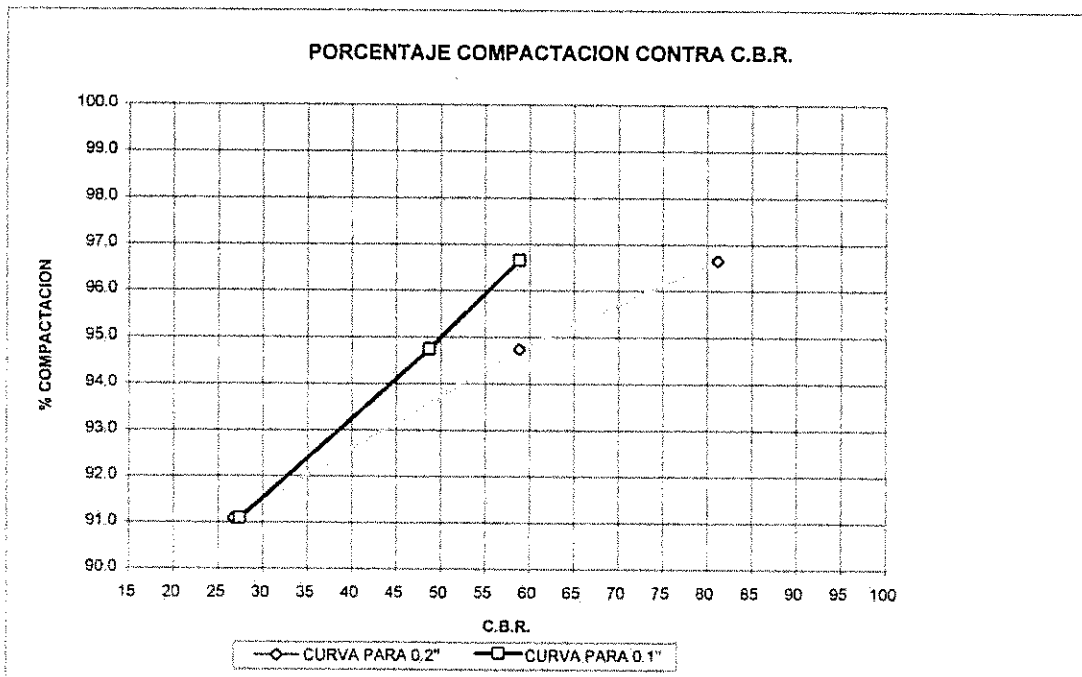
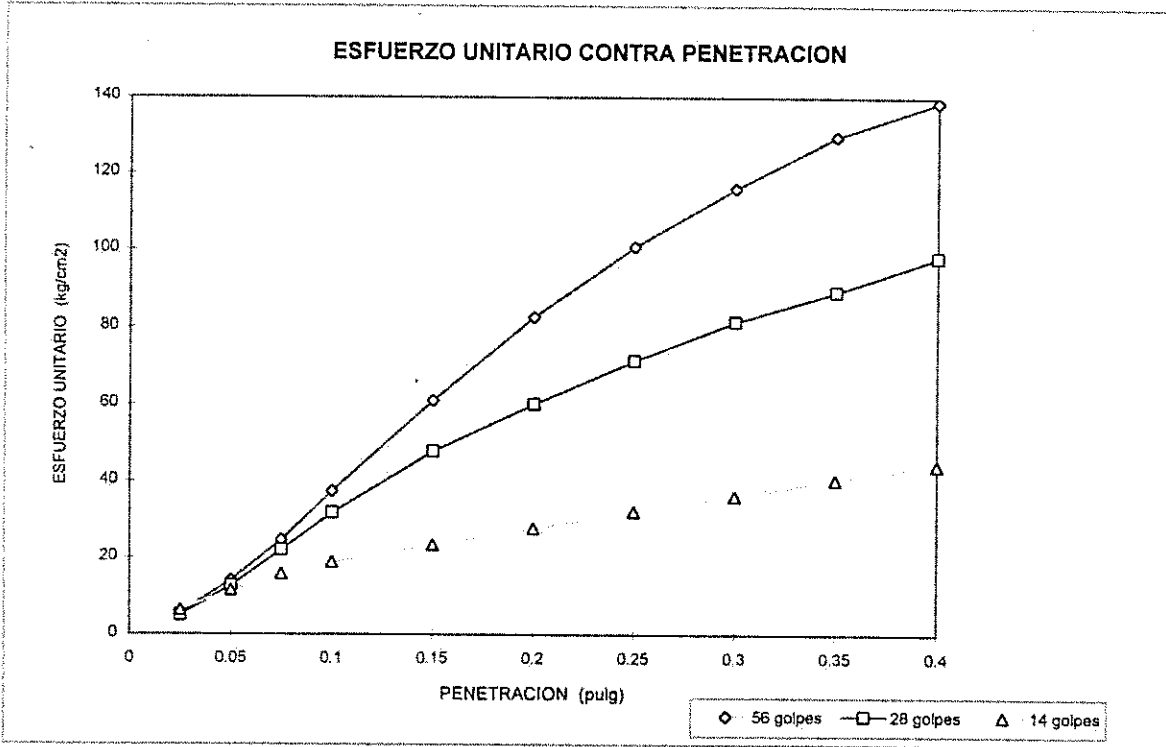


UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 2 +000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

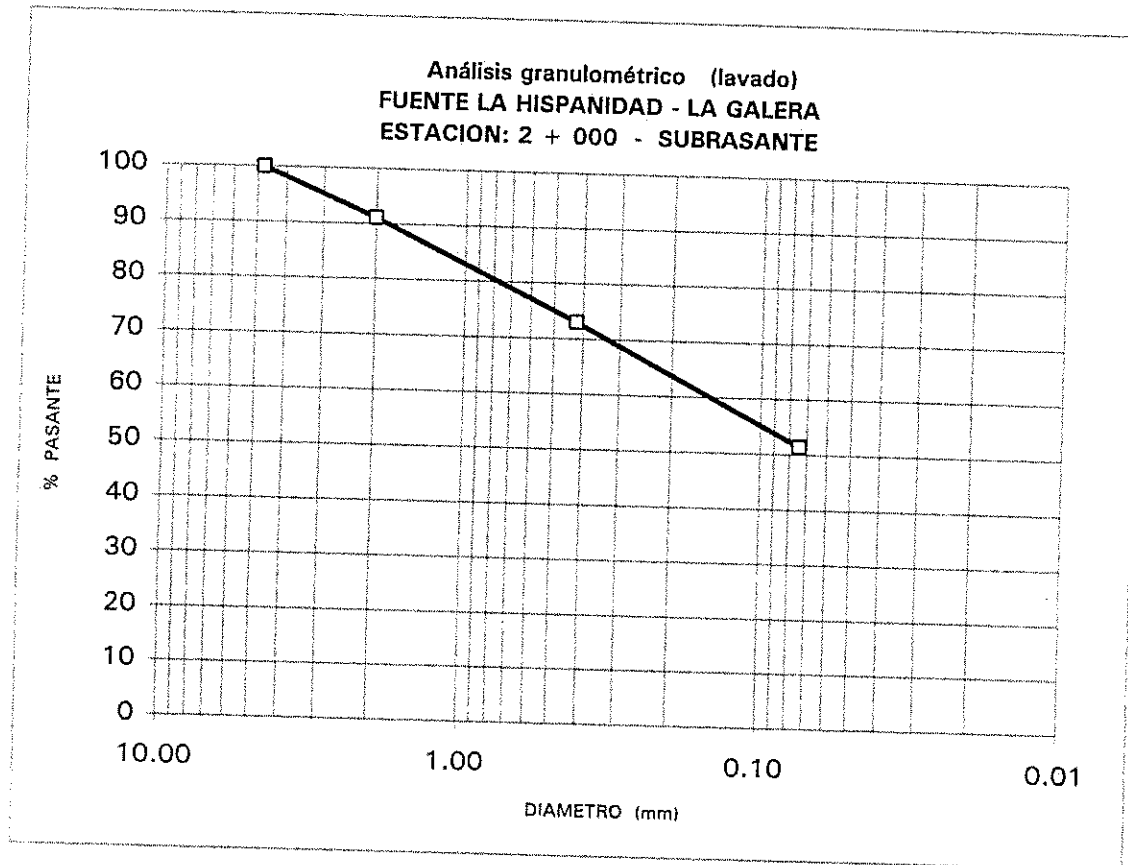
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA: MARZO -1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 MUESTRA: SUBRASANTE  
 ESTACION: 2 + 000

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 450.0 grs.      PESO FINAL: 220.5 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 40.0      | 8.9    | 8.9        | 91.1   |                |
| #40       | 81.5      | 18.1   | 27.0       | 73.0   |                |
| #200      | 97.0      | 21.6   | 48.6       | 51.4   |                |



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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

**LIMITE LIQUIDO**

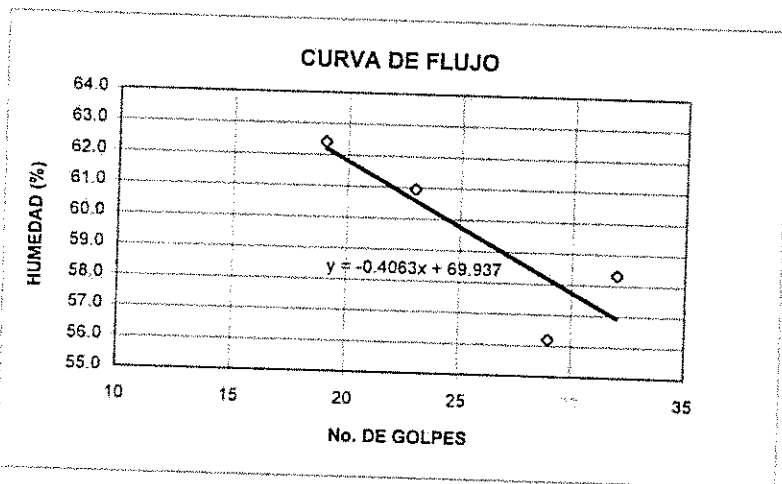
| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 32    | 29    | 23    | 19    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 34.32 | 29.33 | 29.98 | 30.35 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 30.29 | 25.32 | 25.72 | 25.87 |   |
| Ww                | 4.027 | 4.012 | 4.268 | 4.486 |   |
| Wc                | 23.39 | 18.18 | 18.71 | 18.68 |   |
| Ws                | 6.904 | 7.139 | 7.002 | 7.187 |   |
| % W               | 58.3  | 56.2  | 61.0  | 62.4  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 36    | 37    | 55    |
| Wc + Ww (gr.)     | 11.9  | 11.4  | 13.35 |
| Wc + Ws (gr.)     | 11.34 | 10.9  | 12.85 |
| Ww                | 0.56  | 0.502 | 0.506 |
| Wc                | 9.344 | 9.085 | 11.06 |
| Ws                | 1.995 | 1.812 | 1.786 |
| % W               | 28.1  | 27.7  | 28.3  |
| PROMEDIO          |       |       | 28.0  |

**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 59.8 |
| LIMITE PLASTICO       | 28.0 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 31.7 |



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE VETEADO CON NEGRO  
LOCALIZACION: ESTACION 2 + 000  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

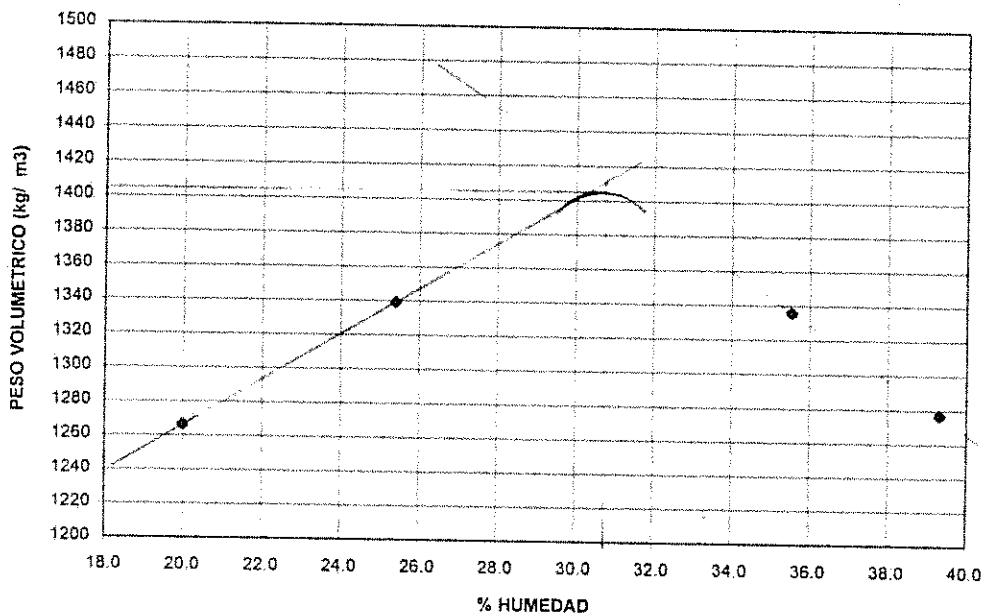
COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|------|---|---|
| Ww + Pmolde    | 5615 | 5766 | 5890 | 5860 | 5790 |   |   |
| P molde        | 4180 | 4180 | 4180 | 4180 | 4180 |   |   |
| Ww             | 1435 | 1586 | 1710 | 1680 | 1610 |   |   |
| $\delta\omega$ | 1520 | 1680 | 1811 | 1779 | 1705 |   |   |
| $\delta$       | 1267 | 1339 | 1336 | 1277 | 1253 |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 53    | 71    | 61    | 80    | 2     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 377.6 | 380.0 | 382   | 388.0 | 386.0 |
| Ws + Wc     | 332.2 | 325.1 | 315.3 | 311.9 | 315.1 |
| Ww          | 45.4  | 54.9  | 66.7  | 76.1  | 70.9  |
| Wc          | 105.0 | 109.0 | 127.6 | 118.4 | 118.5 |
| Ws          | 227.2 | 216.1 | 187.7 | 193.5 | 196.6 |
| %W          | 20.0  | 25.4  | 35.5  | 39.3  | 36.1  |

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



$P_{max} = 1406$   
 $w_{opt} = 35.5\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE VETEADO CON NEGRO

MUESTRA No: ESTACION 2 + 000  
LOCALIZACION: SUBRASANTE

$\delta m = 1406$        $W_o = 30.8 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 11204  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 33    | 7215   | 3989 | 1878       | 1425       | 101.3 | 4-1  | 339.1  | 290.6  | 129.6 |   | 48.5 | 161.0 | 30.1 |
|       |       | 11215  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 5     | 7302   | 3913 | 1849       | 1403       | 99.8  | X-3  | 359.6  | 304.7  | 128.0 |   | 54.9 | 176.7 | 31.1 |
|       |       | 10870  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 2     | 7131   | 3739 | 1767       | 1340       | 95.3  | 55   | 338.0  | 284.8  | 121.5 |   | 53.2 | 163.3 | 32.6 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       | 31.8 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA |       |       |       | EXTENSOMETRO |     |     |     | % EXPANSION |  |  |  |
|-------|-------|------|---------|-------|-------|-------|--------------|-----|-----|-----|-------------|--|--|--|
|       |       |      | Lo      | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D          | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D         |  |  |  |
| 33    |       |      | 292.0   | 300.0 | 303.0 | 305.0 | 306.0        | 2.7 | 3.8 | 4.5 | 4.8         |  |  |  |
| 5     |       |      | 351.0   | 354.0 | 356.0 | 357.0 | 359.0        | 0.9 | 1.4 | 1.7 | 2.3         |  |  |  |
| 2     |       |      | 235.0   | 238.0 | 241.0 | 243.0 | 243.0        | 1.3 | 2.6 | 3.4 | 3.4         |  |  |  |

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   | 4.0   | 6.0   | 8.0   | 13.0  | 18.0   | 23.0   | 28.0   | 30.0   | 36.0   |
| 33    | 0.06 | 0.532 | 1.004 | 1.476 | 1.948 | 3.128 | 4.308  | 5.488  | 6.668  | 7.14   | 8.556  |
|       | 0.0  | 6.0   | 13.0  | 19.0  | 26.0  | 36.0  | 46.0   | 54.0   | 61.0   | 68.0   | 74.0   |
| 5     | 0.06 | 1.476 | 3.128 | 4.544 | 6.196 | 8.556 | 10.916 | 12.804 | 14.456 | 16.108 | 17.524 |
|       | 0.0  | 9.5   | 14.0  | 20.0  | 25.0  | 32.5  | 38.5   | 44.0   | 49.0   | 54.0   | 59.0   |
| 2     | 0.06 | 2.302 | 3.364 | 4.78  | 5.96  | 7.73  | 9.146  | 10.444 | 11.624 | 12.804 | 13.984 |

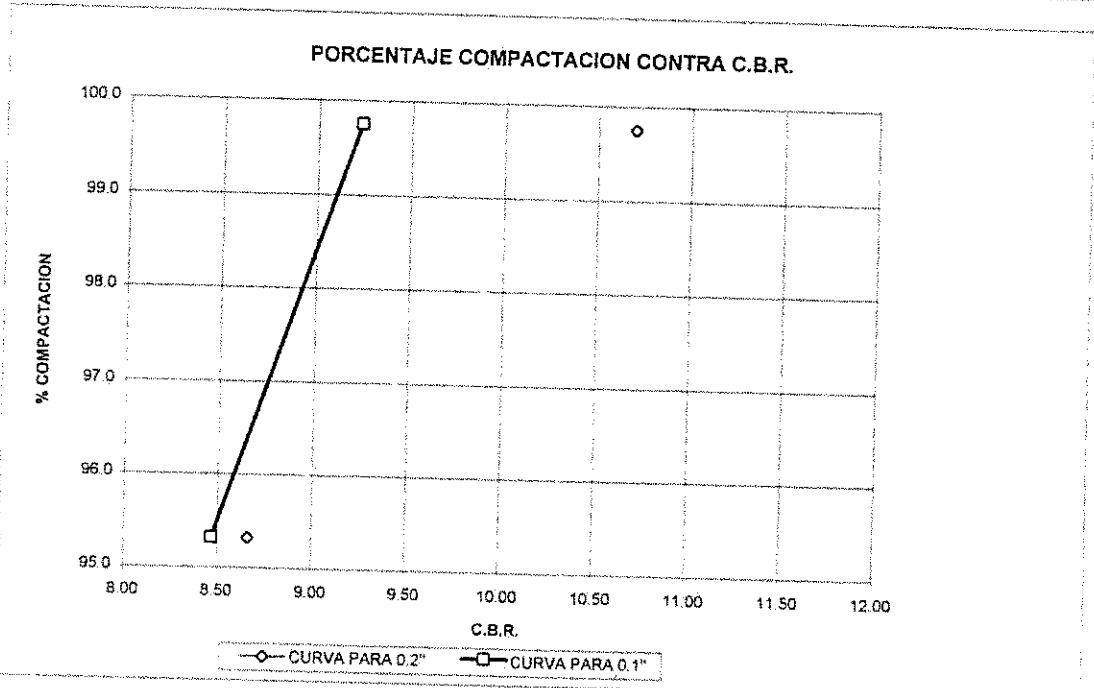
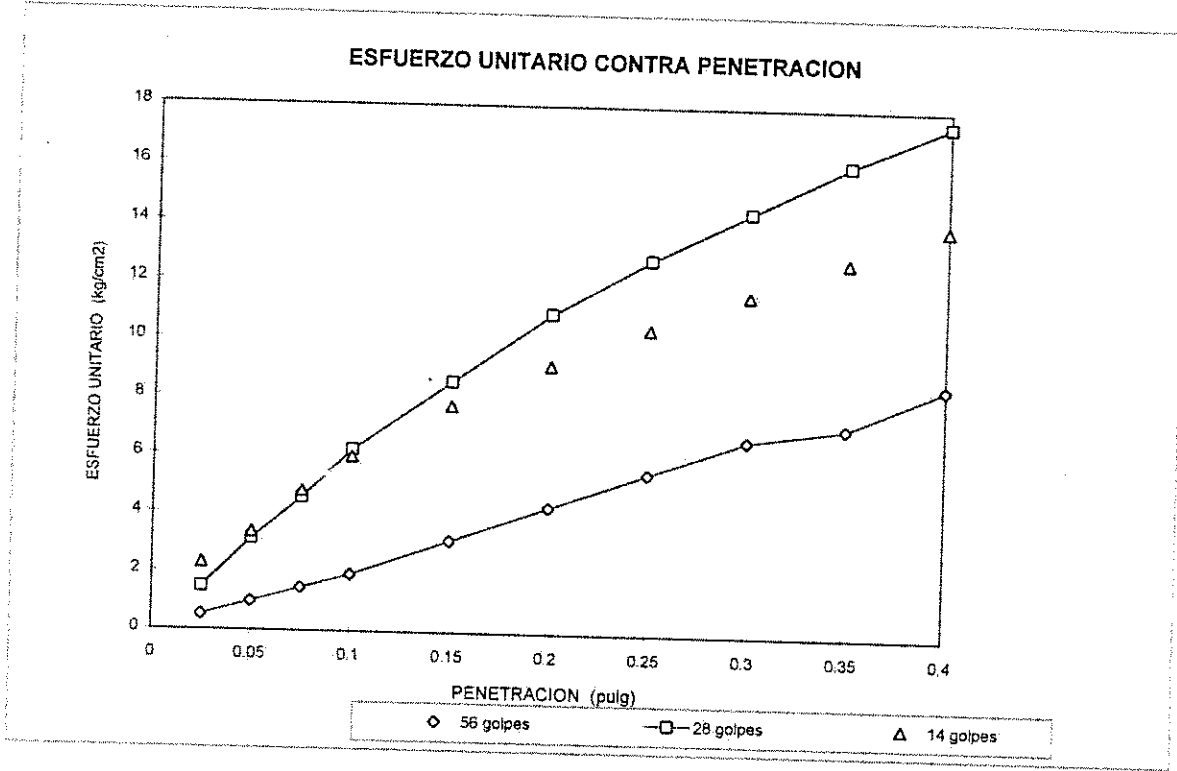
Valores corregidos para x

| x = |     |     | No. golpes | CALCULADOS |       |           | CORREGIDOS |       |
|-----|-----|-----|------------|------------|-------|-----------|------------|-------|
|     | 0.1 | 0.2 |            | 0.1        | 0.2   | %COMPACT. | 0.1        | 0.2   |
|     | 0.1 | 0.2 | 56         | 0.00       | 0.00  | 101.3     | 0.00       | 0.00  |
|     | 0.1 | 0.2 | 28         | 6.50       | 11.30 | 99.8      | 9.23       | 10.70 |
|     | 0.1 | 0.2 | 14         | 5.96       | 9.15  | 95.3      | 8.47       | 8.66  |

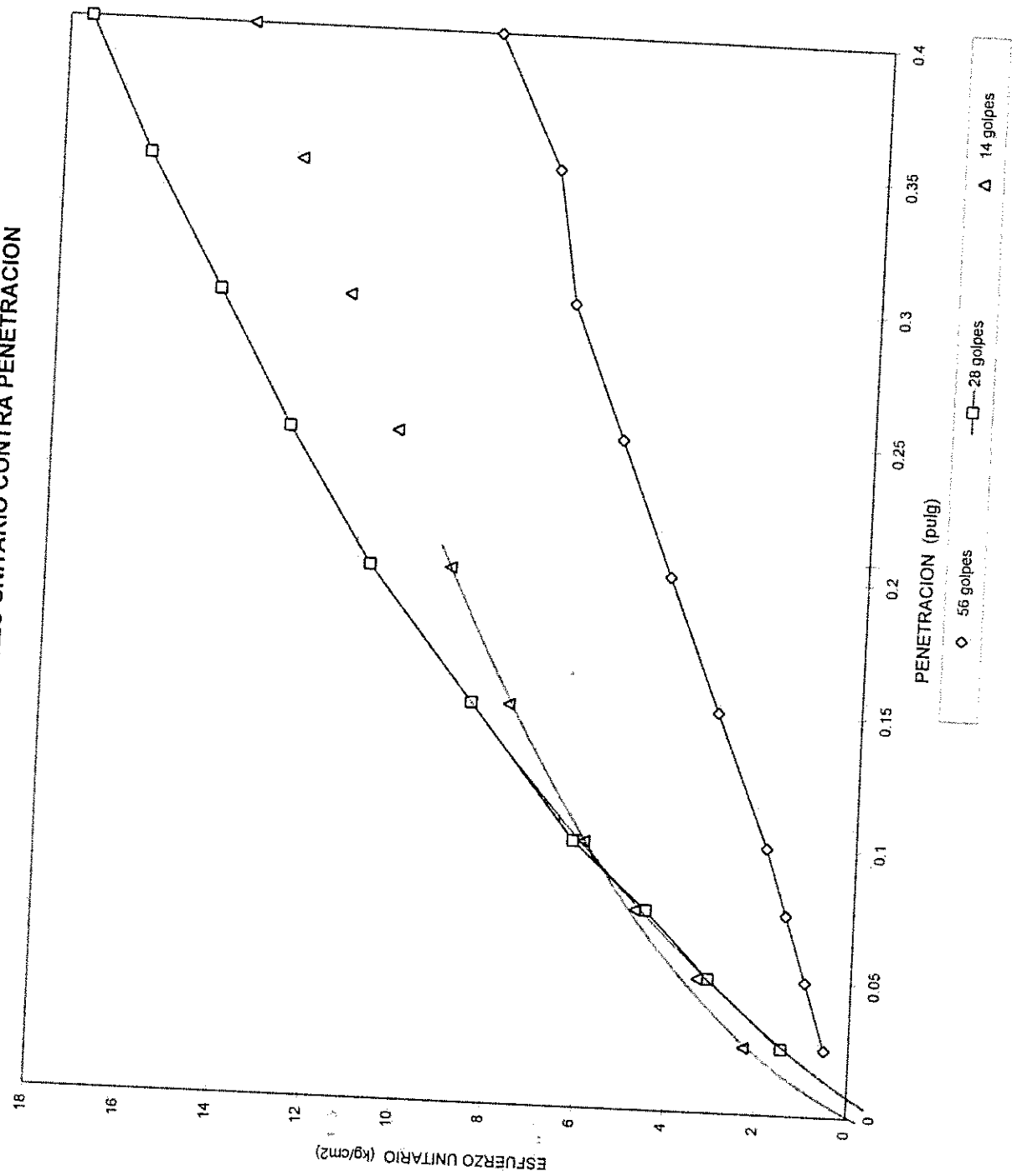
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE VETEADO CON NEGRO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

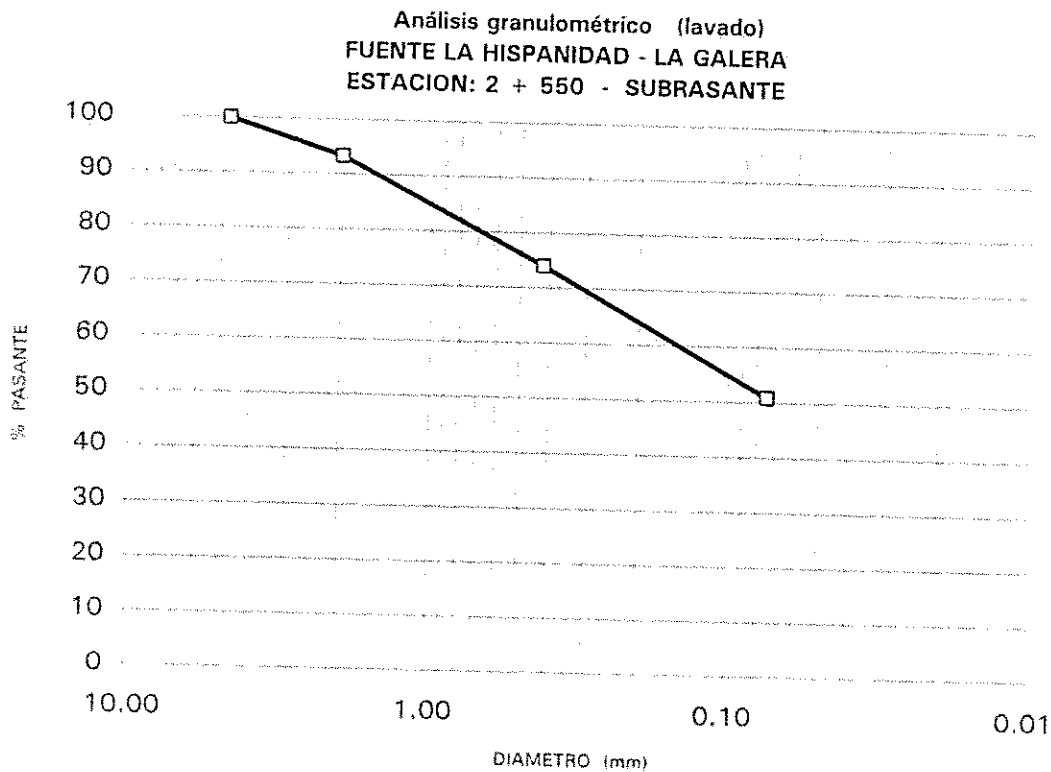
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 MUESTRA: SUBRASANTE  
 ESTACION: 2 + 550

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 450.0 grs.      PESO FINAL: 224.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 30.0      | 6.7    | 6.7        | 93.3   |                |
| #40       | 87.0      | 19.3   | 26.0       | 74.0   |                |
| #200      | 104.0     | 23.1   | 49.1       | 50.9   |                |





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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: ESTACION 2 + 550  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

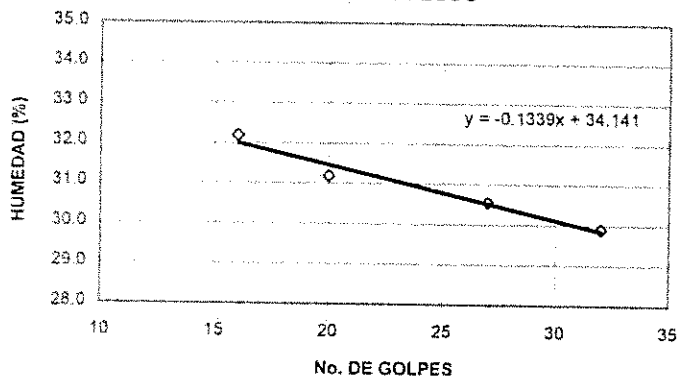
**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 32    | 27    | 20    | 16    |   |
| Wc - Ww (gr.)     | 29.97 | 33.51 | 32.01 | 31.36 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 26.86 | 30.09 | 28.81 | 28.28 |   |
| Ww                | 3.111 | 3.419 | 3.192 | 3.081 |   |
| Wc                | 16.46 | 18.9  | 18.58 | 18.71 |   |
| Ws                | 10.4  | 11.19 | 10.23 | 9.57  |   |
| % W               | 29.9  | 30.6  | 31.2  | 32.2  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 3     | 53    | 43    |
| Wc + Ww (gr.)     | 14.18 | 14.24 | 14.03 |
| Wc + Ws (gr.)     | 13.65 | 13.76 | 13.56 |
| Ww                | 0.53  | 0.486 | 0.473 |
| Wc                | 10.9  | 11.2  | 11.11 |
| Ws                | 2.759 | 2.561 | 2.445 |
| % W               | 19.2  | 19.0  | 19.3  |
| PROMEDIO          |       |       | 19.2  |

**CURVA DE FLUJO**



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 30.8 |
| LIMITE PLASTICO       | 19.2 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 11.6 |

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE  
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 550 LD.  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No.: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

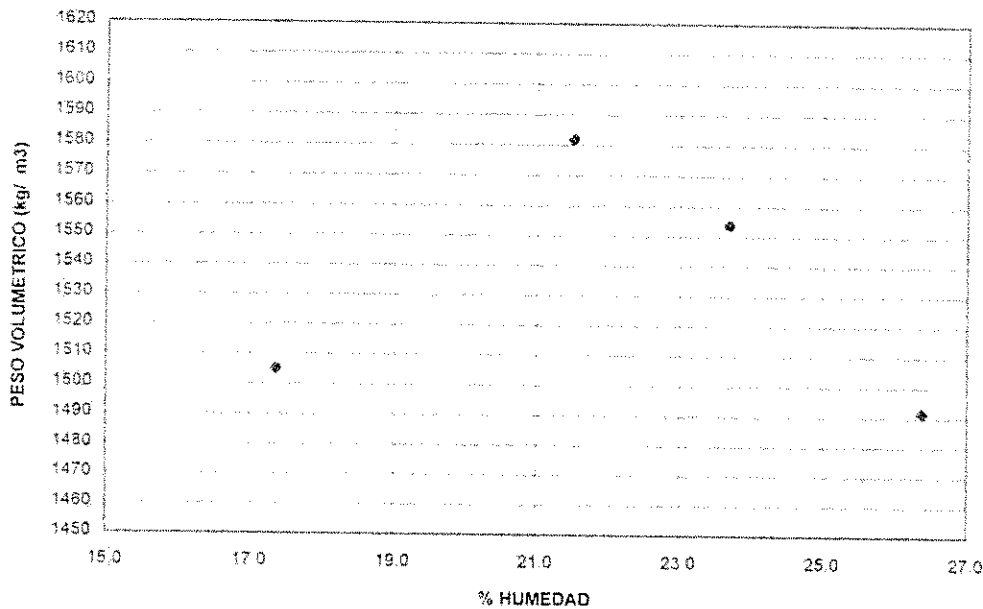
COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 5853 | 6000 | 5965 | 6000 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 1668 | 1815 | 1780 | 1815 |   |   |   |
| $\hat{\omega}$ | 1766 | 1922 | 1885 | 1922 |   |   |   |
| $\hat{\delta}$ | 1505 | 1582 | 1492 | 1554 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 4     | 47    | 49    | 70    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 437.9 | 503.6 | 520   | 533.5 |
| Ws + Wc     | 388.1 | 431.8 | 433.4 | 451.4 |
| Ww          | 49.8  | 71.8  | 86.6  | 82.1  |
| Wc          | 101.2 | 97.9  | 105.1 | 104.8 |
| Ws          | 286.9 | 333.9 | 328.3 | 346.6 |
| %W          | 17.4  | 21.5  | 26.4  | 23.7  |

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1996  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO POCO ARCILLOSO - COLOR CAFE

MUESTRA No.

LOCALIZACION: ESTACION 2 + 550 LD

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

SUBRASANTE

$\bar{\sigma}_m = 1588$        $W_w = 22\%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | $W_w + M$ | $W_w$ | $\bar{\sigma}_m$ | $\bar{\sigma}_s$ | % C   | CAP. | $W_w + C$ | $W_s + C$ | $W_c$ | e | $W_w$ | $W_s$ | %W   |
|-------|-------|-----------|-------|------------------|------------------|-------|------|-----------|-----------|-------|---|-------|-------|------|
|       |       | 11360     |       |                  |                  |       |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 56    | 43    | 7212      | 4148  | 1953             | 1594             | 100.4 | 2-1  | 412.2     | 358.7     | 121.8 |   | 53.5  | 236.9 | 22.6 |
|       |       | 11279     |       |                  |                  |       |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 28    | 30    | 7190      | 4089  | 1932             | 1576             | 99.3  | 37   | 446.4     | 388.1     | 129.4 |   | 58.3  | 258.7 | 22.6 |
|       |       | 12467     |       |                  |                  |       |      |           |           |       |   |       |       |      |
| 14    | 10    | 5662      | 3805  | 1798             | 1467             | 92.4  | 8-9  | 414.7     | 361.0     | 123.4 |   | 53.7  | 237.6 | 22.6 |
|       |       |           |       |                  |                  |       |      |           |           |       |   |       |       | 22.6 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA |       |       |       | EXTENSOMETRO |     |     |     | % EXPANSION |  |  |  |
|-------|-------|------|---------|-------|-------|-------|--------------|-----|-----|-----|-------------|--|--|--|
|       |       |      | $L_0$   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D          | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D         |  |  |  |
| 43    |       |      | 331.0   | 331.0 | 331.0 | 331.0 | 334.0        | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9         |  |  |  |
| 30    |       |      | 300.0   | 301.0 | 303.0 | 303.0 | 305.0        | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.7         |  |  |  |
| 10    |       |      | 298.0   | 300.0 | 302.0 | 302.0 | 303.0        | 0.7 | 1.3 | 1.3 | 1.7         |  |  |  |

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

| MOLDE | $L_0$ | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0.0   | 3.0   | 4.5   | 6.5   | 8.5   | 12.0  | 15.0  | 18.0  | 20.5  | 23.0  | 25.0  |
| 43    | 0.06  | 0.769 | 1.122 | 1.594 | 2.066 | 2.892 | 3.6   | 4.308 | 4.898 | 5.488 | 5.96  |
|       | 0.0   | 5.0   | 8.0   | 12.0  | 14.5  | 20.0  | 24.0  | 27.0  | 31.0  | 33.0  | 36.0  |
| 30    | 0.06  | 1.24  | 1.948 | 2.892 | 3.482 | 4.78  | 5.724 | 6.432 | 7.376 | 7.848 | 8.556 |
|       | 0.0   | 6.0   | 8.0   | 10.0  | 12.0  | 14.0  | 15.0  | 15.5  | 17.0  | 18.5  | 20.0  |
| 10    | 0.06  | 1.476 | 1.948 | 2.42  | 2.892 | 3.364 | 3.5   | 3.718 | 4.072 | 4.426 | 4.78  |

Valores corregidos para x

| x = | 0.1 | 0.2 |
|-----|-----|-----|
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes

|    |
|----|
| 56 |
| 28 |
| 14 |

CALCULADOS

| 0.1  | 0.2  | %COMPACT. |
|------|------|-----------|
| 2.07 | 3.60 | 100.4     |
| 3.48 | 5.72 | 99.3      |
| 2.89 | 3.60 | 92.4      |

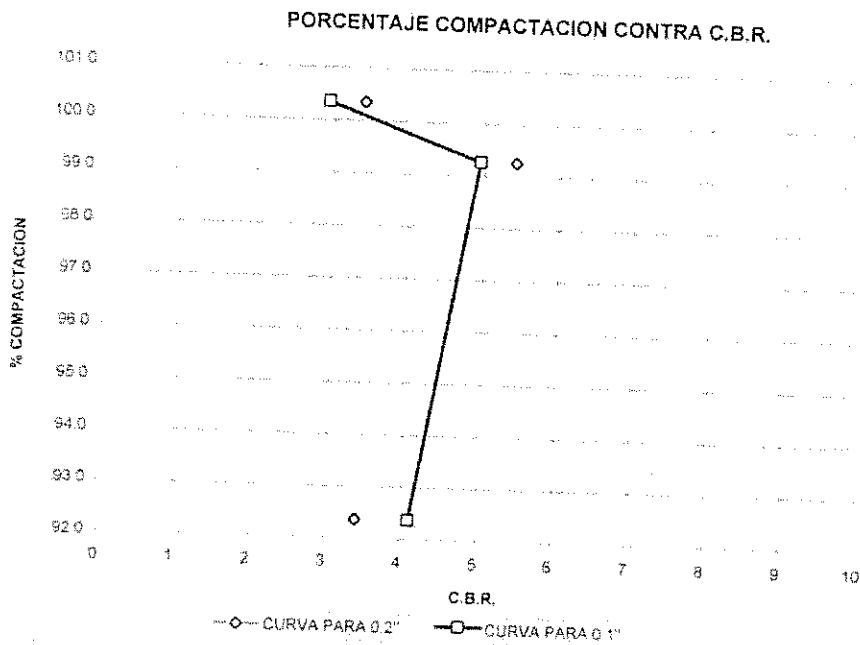
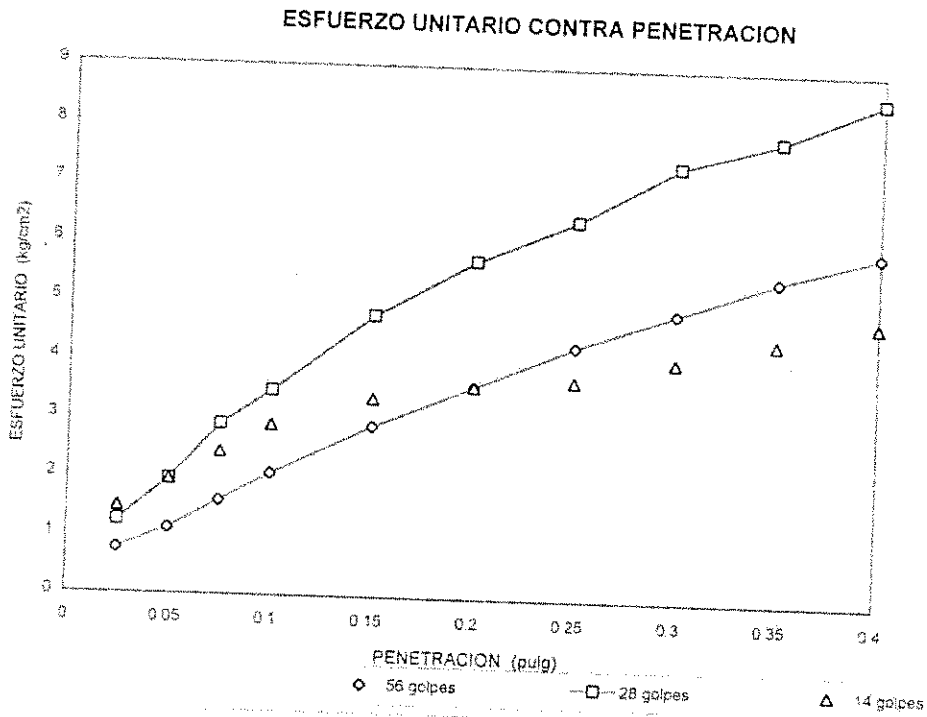
CORREGIDOS

| 0.1  | 0.2  |
|------|------|
| 2.93 | 3.41 |
| 4.95 | 5.42 |
| 4.11 | 3.41 |

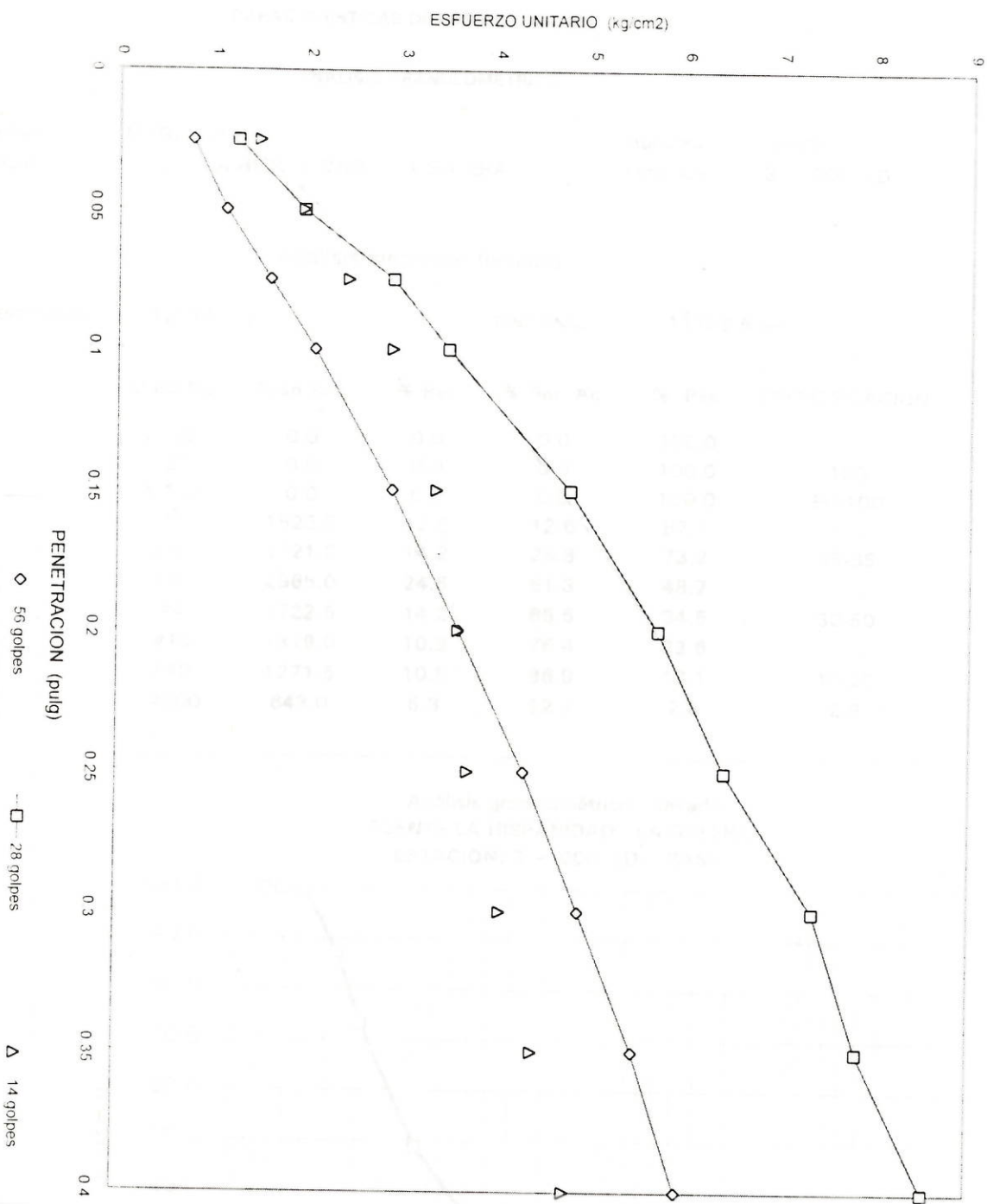
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO POCO ARCILLOSO - COLOR CAFE  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 550 LD  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA MARZO -1995

PROYECTO FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

MUESTRA: BASE

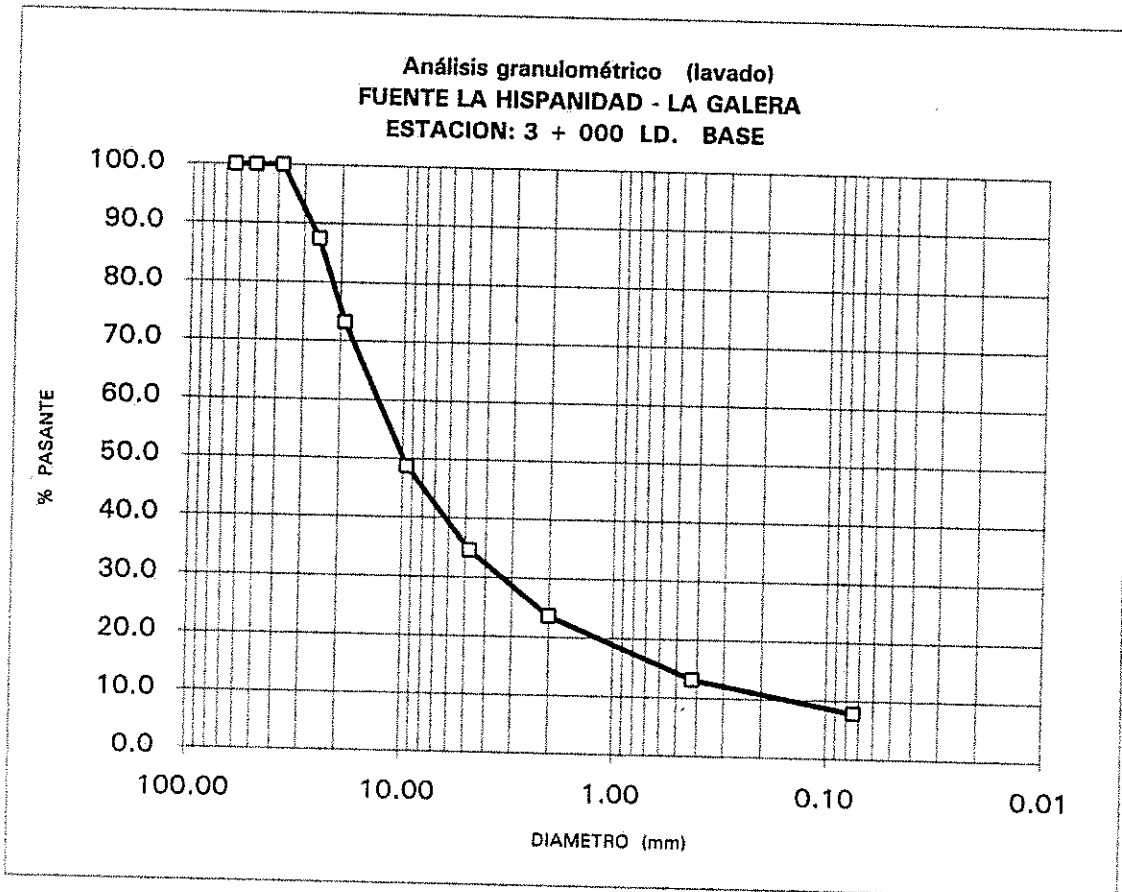
ESTACION: 3 + 000 LD

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12114.0 grs.

PESO FINAL: 11169.5 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| 2"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 1 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 90-100         |
| 1"        | 1523.5    | 12.6   | 12.6       | 87.4   | ---            |
| 3/4"      | 1721.0    | 14.2   | 26.8       | 73.2   | 55-85          |
| 3/8"      | 2965.0    | 24.5   | 51.3       | 48.7   | ---            |
| #4        | 1722.5    | 14.2   | 65.5       | 34.5   | 30-50          |
| #10       | 1319.0    | 10.9   | 76.4       | 23.6   | ---            |
| #40       | 1271.5    | 10.5   | 86.9       | 13.1   | 10-25          |
| #200      | 643.0     | 5.3    | 92.2       | 7.8    | 2-9            |



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

**LIMITES DE ATTERBERG**

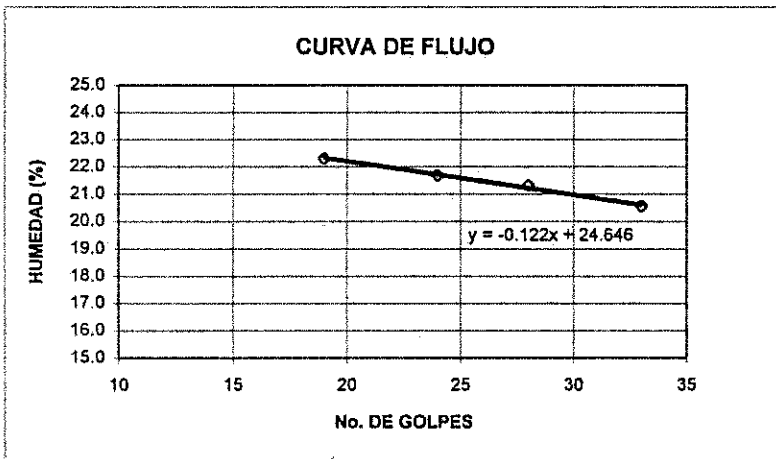
FECHA                   MARZO 1995  
PROYECTO               FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
DESCRIPCION DE MATERIAL:       COLOR GRIS  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION:               ESTACION 3 + 000 LD  
CARACTERIZACION DE MUESTRA:   BASE

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No. DE GOLPES     | 33    | 28    | 24    | 19    | 14    |
| Wc + Ww (gr.)     | 29.73 | 32.46 | 30.72 | 32.95 | 28.67 |
| Wc + Ws (gr.)     | 27.88 | 30.08 | 28.56 | 31.18 | 26.77 |
| Ww                | 1.848 | 2.389 | 2.161 | 1.761 | 1.896 |
| Wc                | 18.9  | 18.87 | 18.59 | 23.29 | 18.75 |
| Ws                | 8.983 | 11.21 | 9.963 | 7.892 | 8.023 |
| % W               | 20.6  | 21.3  | 21.7  | 22.3  | 23.6  |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 6     | 11    | 13    |
| Wc + Ww (gr.)     | 9.931 | 9.561 | 9.806 |
| Wc + Ws (gr.)     | 9.564 | 9.228 | 9.414 |
| Ww                | 0.367 | 0.333 | 0.392 |
| Wc                | 7.008 | 6.999 | 6.781 |
| Ws                | 2.556 | 2.229 | 2.633 |
| % W               | 14.4  | 14.9  | 14.9  |
| PROMEDIO          |       |       | 14.7  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 21.6 |
| LIMITE PLASTICO       | 14.7 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 6.9  |

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

PRUEBA DE COMPACTACION

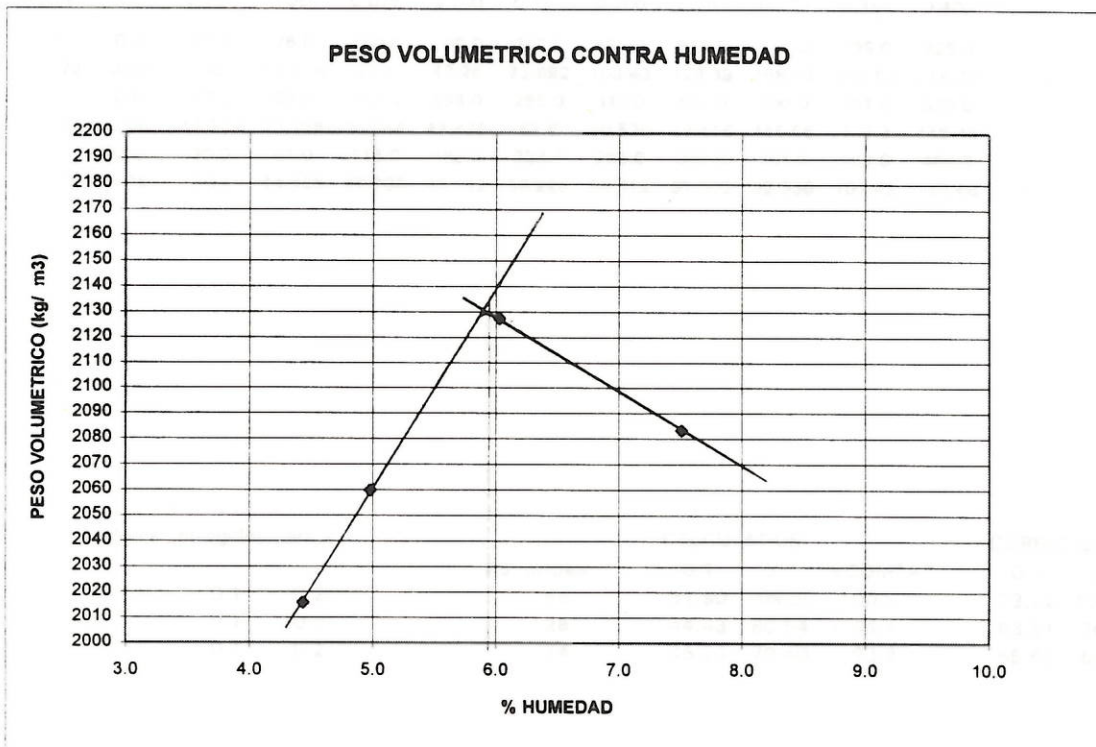
FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARENISCA, LASTRE GRANULAR COLOR GRIS OSCURO  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 6315 | 6173 | 6227 | 6300 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 2130 | 1988 | 2042 | 2115 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 2256 | 2105 | 2162 | 2240 |   |   |   |
| $\delta$       | 2127 | 2016 | 2060 | 2083 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 4-13  | 37    | 2-1   | 2-5   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 571.2 | 548.5 | 520.3 | 568.9 |
| Ws + Wc     | 545.5 | 530.7 | 501.4 | 538.1 |
| Ww          | 25.7  | 17.8  | 18.9  | 30.8  |
| Wc          | 119.2 | 129.4 | 121.8 | 128.0 |
| Ws          | 426.3 | 401.3 | 379.6 | 410.1 |
| %W          | 6.0   | 4.4   | 5.0   | 7.5   |



$\rho_{max}$ : 2130  
 $W_{opt}$ : 5.9%



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARENISCO, LASTRE GRANULAR DE COLOR GRIS OSCURO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

$\delta m = 2130$        $W_o = 5.9 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W  |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|-----|
|       |       | 12682  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 56    | 29    | 7900   | 4782 | 2252       | 2148       | 100.9 | 47   | 507.7  | 486.2  | 97.4  |   | 21.5 | 388.8 | 5.5 |
|       |       | 11960  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 28    | 27    | 7500   | 4460 | 2107       | 2010       | 94.4  | 05   | 503.1  | 483.9  | 94.8  |   | 19.2 | 389.1 | 4.9 |
|       |       | 11678  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 14    | 19    | 7288   | 4390 | 2074       | 1979       | 92.9  | 16   | 560.6  | 540.4  | 110.9 |   | 20.2 | 429.5 | 4.7 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       | 4.8 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA<br>Lo | EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |
|-------|-------|------|---------------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|
|       |       |      |               | 1 D          | 2 D   | 3 D   | 4 D   | 1 D         | 2 D | 3 D | 4 D |
| 29    |       |      | 259.0         | 259.0        | 259.0 | 259.0 | 261.0 | 0.0         | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| 27    |       |      | 230.0         | 230.0        | 230.0 | 230.0 | 232.0 | 0.0         | 0.0 | 0.0 | 0.9 |
| 19    |       |      | 195.0         | 195.0        | 195.0 | 195.0 | 199.0 | 0.0         | 0.0 | 0.0 | 2.1 |

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  | 27.0   | 76.0   | 140.0  | 200.0  | 312.0  | 438.0  | 548.0  | 671.0  | 799.0  | 925.0  |
| 29    | 0.06 | 6.432  | 17.996 | 33.1   | 47.26  | 73.692 | 103.43 | 129.39 | 158.42 | 188.62 | 218.36 |
|       | 0.0  | 52.0   | 98.0   | 144.0  | 188.0  | 265.0  | 341.0  | 421.0  | 500.0  | 751.0  | 633.0  |
| 27    | 0.06 | 12.332 | 23.188 | 34.044 | 44.428 | 62.6   | 80.536 | 99.416 | 118.06 | 177.3  | 149.45 |
|       | 0.0  | 30.0   | 61.0   | 118.0  | 182.0  | 238.0  | 282.0  | 343.0  | 391.0  | 438.0  | 489.0  |
| 19    | 0.06 | 7.14   | 14.456 | 27.908 | 43.012 | 56.228 | 66.812 | 81.008 | 92.336 | 103.43 | 115.46 |

Valores corregidos para x

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| x = | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

| 0.1   | 0.2    | %COMPACT. |
|-------|--------|-----------|
| 51.90 | 109.80 | 100.9     |
| 44.43 | 80.54  | 94.4      |
| 46.20 | 70.40  | 92.9      |

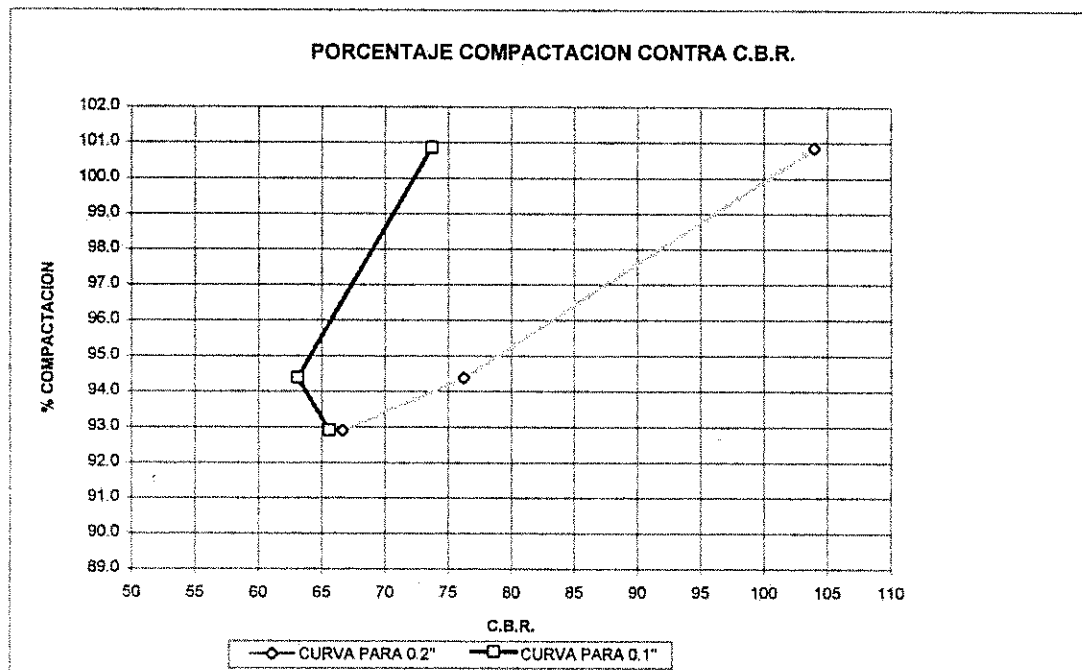
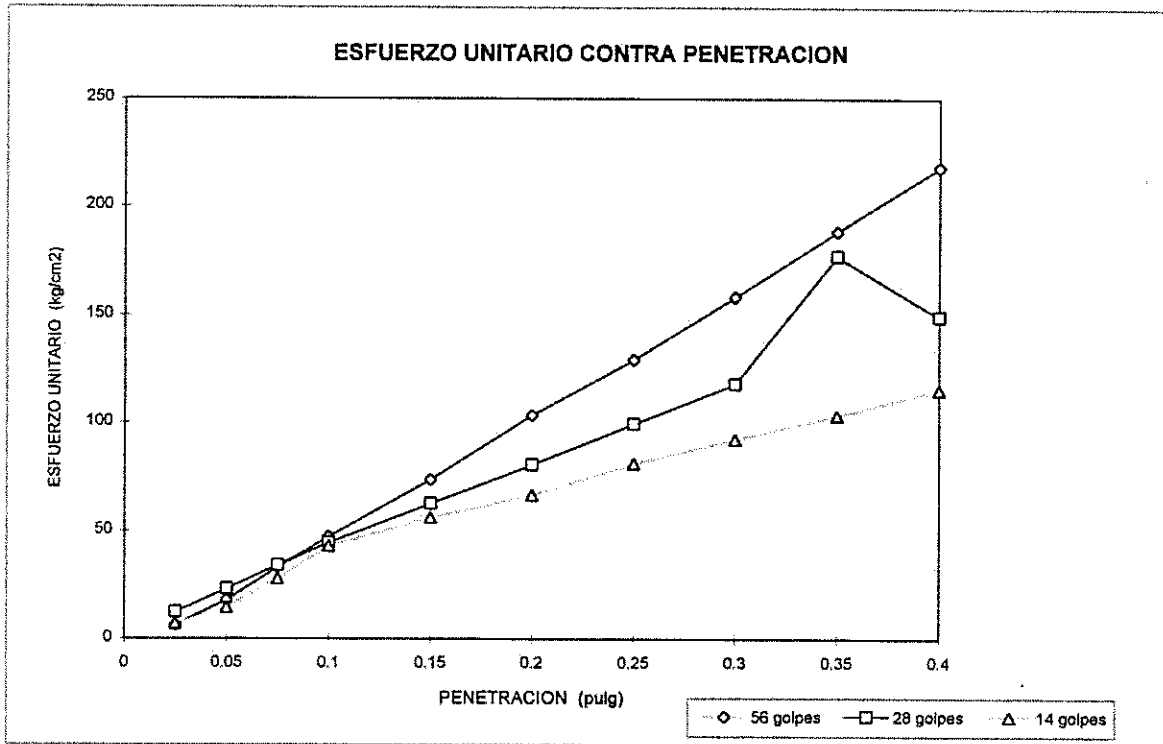
CORREGIDOS

| 0.1   | 0.2    |
|-------|--------|
| 73.72 | 103.98 |
| 63.11 | 76.27  |
| 65.63 | 66.67  |

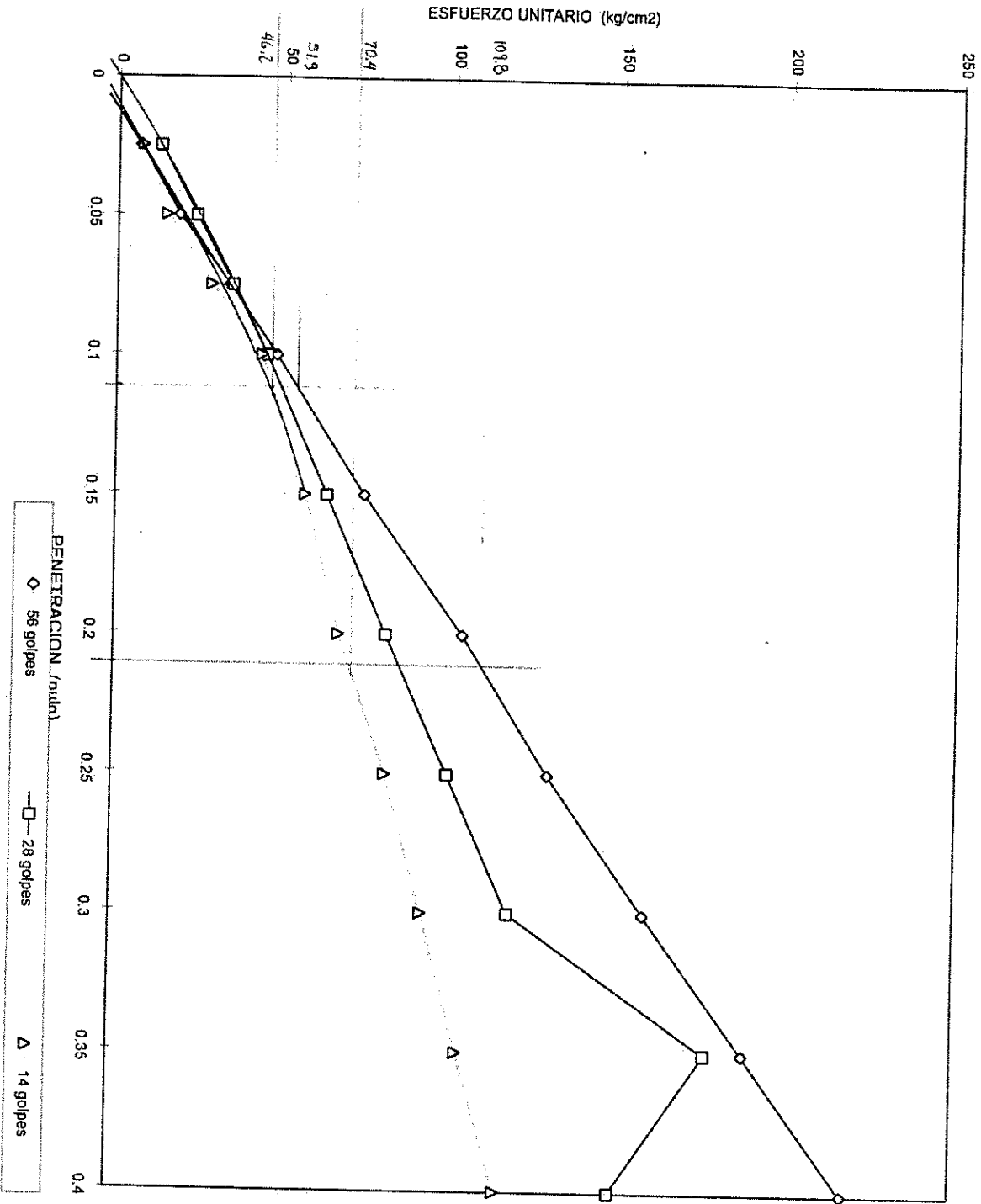
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARENISCO, LASTRE GRANULAR DE COLOR GRIS OSCURO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA                   MARZO 1995  
PROYECTO               FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

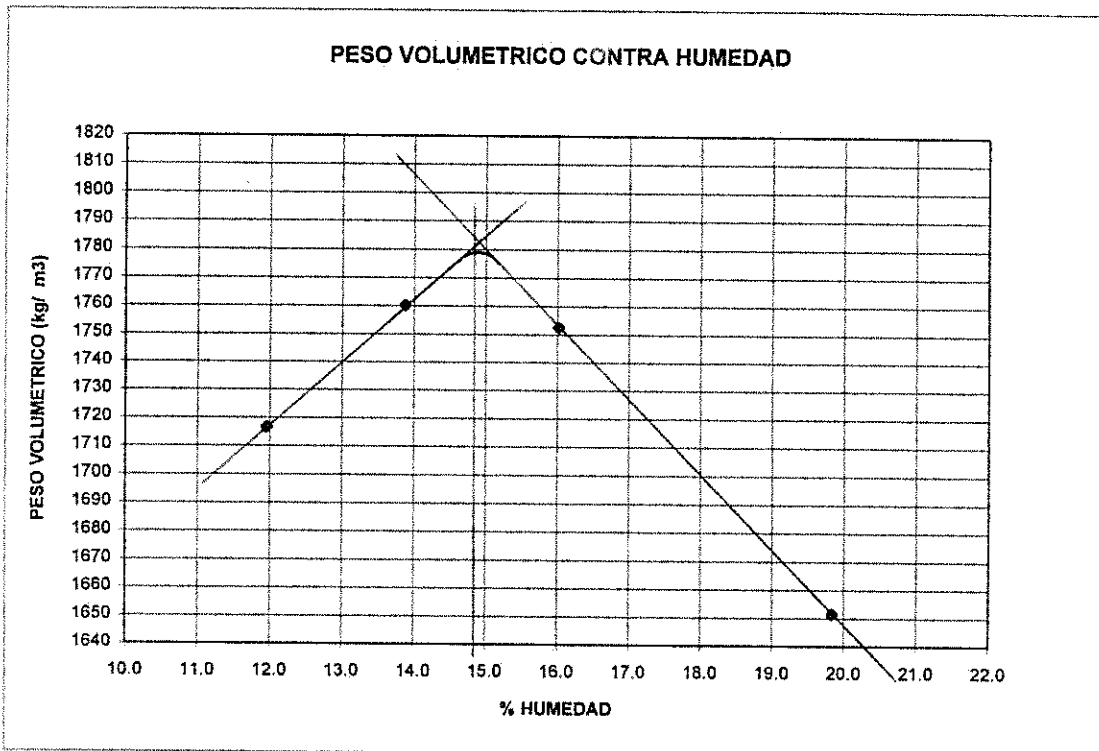
DESCRIPCION DE MATERIAL:       LASTRE COLOR GRIS  
LOCALIZACION:                   ESTACION 3+000  
CARACTERIZACION DE MUESTRA:   SUB BASE  
MUESTRA No:                        PROFUNDIDAD:                        HUECO:                                No. DE IDENT.:

COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 6000 | 6105 | 6054 | 6078 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 1815 | 1920 | 1869 | 1893 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 1922 | 2033 | 1979 | 2005 |   |   |   |
| $\delta$       | 1717 | 1753 | 1652 | 1760 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| No. CAPSULA | 2-5   | 8-9   | X-3   | 37    |
| Ww + Wc     | 512.7 | 481.2 | 488.7 | 510.8 |
| Ws + Wc     | 471.6 | 431.8 | 429.1 | 464.3 |
| Ww          | 41.1  | 49.4  | 59.6  | 46.5  |
| Wc          | 128.0 | 123.4 | 128.7 | 129.4 |
| Ws          | 343.6 | 308.4 | 300.4 | 334.9 |
| %W          | 12.0  | 16.0  | 19.8  | 13.9  |



$T_{m\acute{a}x} = 1780$   
 $W_{\acute{o}pt.} = 14.9\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

$\delta m = 1780$        $W_o = 14.9 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 11442  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 44    | 7163   | 4279 | 2015       | 1745       | 98.0 | 8-9  | 492.4  | 445.8  | 123.4 |   | 46.6 | 322.4 | 14.5 |
|       |       | 11467  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 28    | 7345   | 4122 | 1948       | 1686       | 94.7 | 2-A  | 453.2  | 409.3  | 127.1 |   | 43.9 | 282.2 | 15.6 |
|       |       | 11337  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 8     | 7420   | 3917 | 1851       | 1602       | 90.0 | 5-1  | 470.6  | 423.9  | 121.3 |   | 46.7 | 302.6 | 15.4 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       | 15.5 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |     |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 44    |       |      | 315.0                | 315.0 | 315.0 | 315.0 |             | 0.0 | 0.0 | 0.0 |     |
| 28    |       |      | 315.0                | 316.0 | 316.0 | 316.0 |             | 0.3 | 0.3 | 0.3 |     |
| 8     |       |      | 266.0                | 266.0 | 266.0 | 266.0 |             | 0.0 | 0.0 | 0.0 |     |

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  | 25.0   | 70.0   | 133.0  | 201.0  | 325.0  | 431.0  | 525.0  | 601.0  | 674.0  | 743.0  |
| 44    | 0.06 | 5.96   | 16.58  | 31.448 | 47.496 | 76.76  | 101.78 | 123.96 | 141.9  | 159.12 | 175.41 |
|       | 0.0  | 48.0   | 97.0   | 156.0  | 210.0  | 303.0  | 366.0  | 421.0  | 466.0  | 505.0  | 540.0  |
| 28    | 0.06 | 11.388 | 22.952 | 36.876 | 49.62  | 71.568 | 86.436 | 99.416 | 110.04 | 119.24 | 127.5  |
|       | 0.0  | 29.0   | 55.0   | 79.0   | 102.0  | 136.0  | 159.0  | 178.0  | 195.0  | 213.0  | 227.0  |
| 8     | 0.06 | 6.904  | 13.04  | 18.704 | 24.132 | 32.156 | 37.584 | 42.068 | 46.08  | 50.328 | 53.632 |

Valores corregidos para x

| x = | 0.1 | 0.2 |
|-----|-----|-----|
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes  
 56  
 28  
 14

CALCULADOS

| 0.1   | 0.2    | % COMPACT. |
|-------|--------|------------|
| 47.70 | 105.50 | 98.0       |
| 47.50 | 88.60  | 94.7       |
| 25.50 | 38.60  | 90.0       |

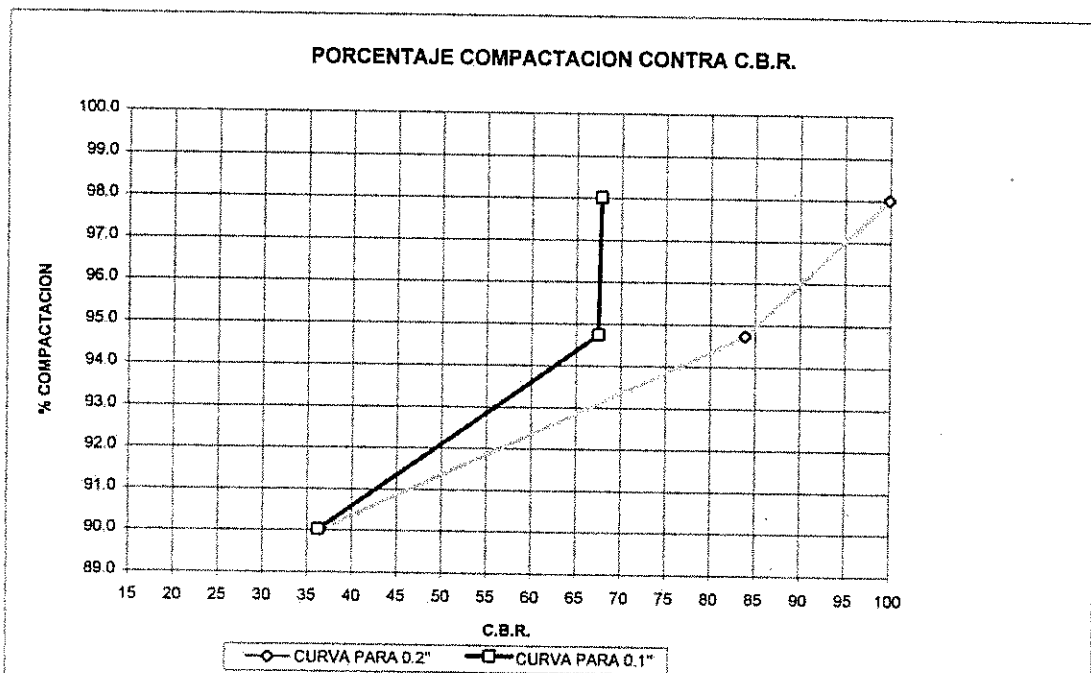
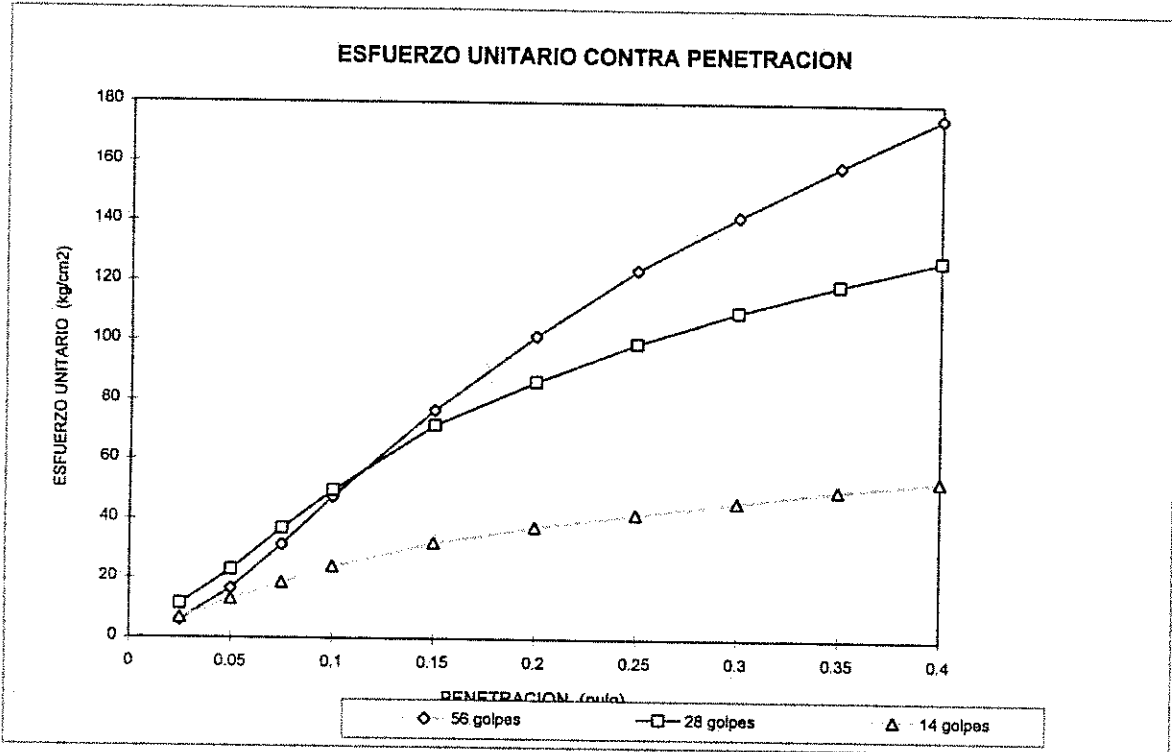
CORREGIDOS

| 0.1   | 0.2   |
|-------|-------|
| 67.76 | 99.91 |
| 67.47 | 83.90 |
| 36.22 | 36.55 |

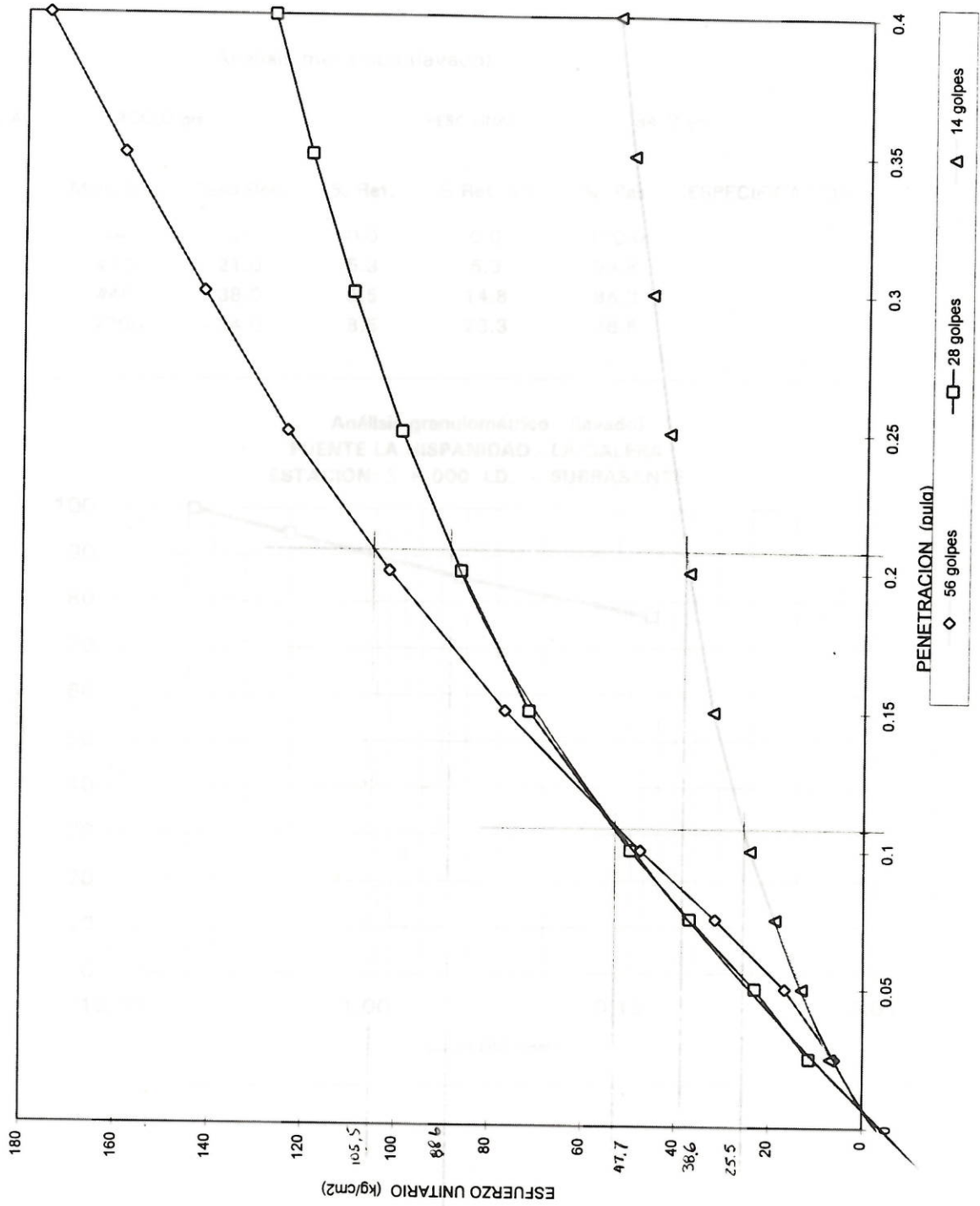
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

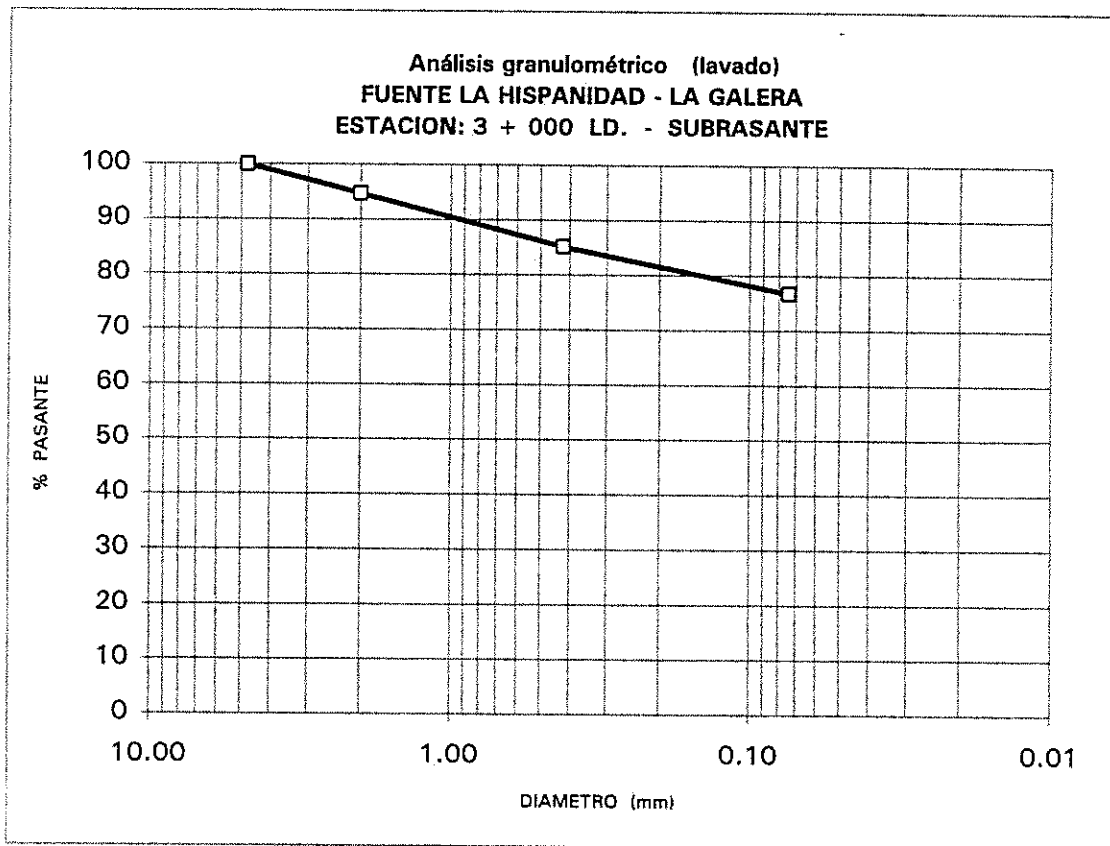
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUBRASANTE  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 3 + 000 LD

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 400.0 grs. PESO FINAL: 94.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 21.0      | 5.3    | 5.3        | 94.8   |                |
| #40       | 38.0      | 9.5    | 14.8       | 85.3   |                |
| #200      | 34.0      | 8.5    | 23.3       | 76.8   |                |





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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **MARZO 1995**  
PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No:

LOCALIZACION:

**ESTACION 3 + 000**

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

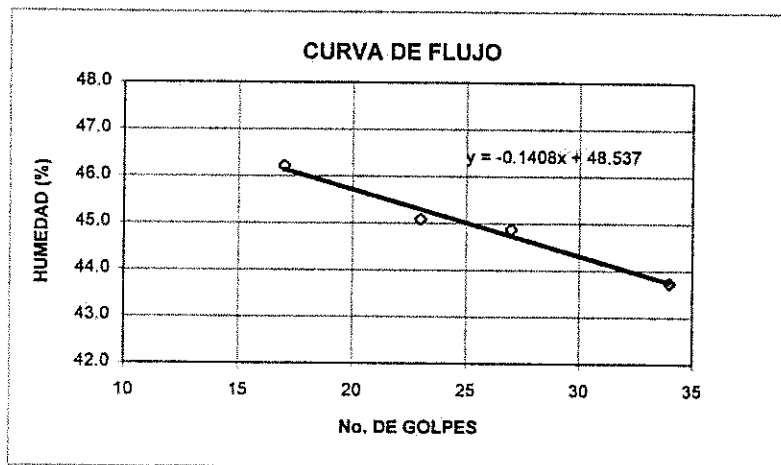
**SUB RASANTE**

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 34    | 27    | 23    | 17    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 31.47 | 34.48 | 31.63 | 31.25 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 27.6  | 31.05 | 27.6  | 27.21 |   |
| Ww                | 3.873 | 3.429 | 4.024 | 4.037 |   |
| Wc                | 18.75 | 23.41 | 18.68 | 18.48 |   |
| Ws                | 8.854 | 7.641 | 8.924 | 8.734 |   |
| % W               | 43.7  | 44.9  | 45.1  | 46.2  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 37    | 4     | 57    |
| Wc + Ww (gr.)     | 11.96 | 13.57 | 13.74 |
| Wc + Ws (gr.)     | 11.29 | 13.01 | 13.12 |
| Ww                | 0.673 | 0.564 | 0.628 |
| Wc                | 9.085 | 11.16 | 11.07 |
| Ws                | 2.202 | 1.847 | 2.05  |
| % W               | 30.6  | 30.5  | 30.6  |
| PROMEDIO          |       |       | 30.6  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 45.0 |
| LIMITE PLASTICO       | 30.6 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 14.4 |

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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION: ESTACION 3+000 LD

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

MUESTRA No:

PROFUNDIDAD:

HUECO:

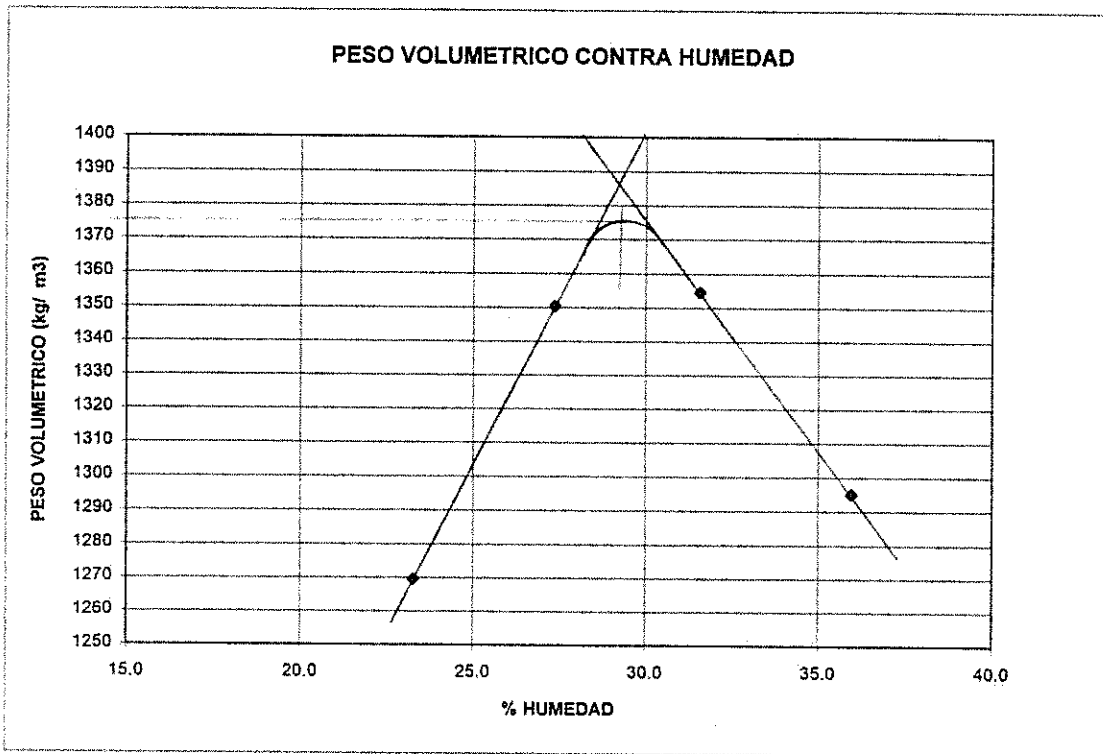
No. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|---------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde   | 5750 | 5896 | 5956 | 5935 |   |   |   |
| P molde       | 4272 | 4272 | 4272 | 4272 |   |   |   |
| Ww            | 1478 | 1624 | 1683 | 1663 |   |   |   |
| $\delta_w$    | 1565 | 1720 | 1782 | 1761 |   |   |   |
| $\delta$      | 1270 | 1350 | 1355 | 1295 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 18A   | 63    | 53    | 69    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 413.9 | 463.4 | 431.3 | 462.8 |
| Ws + Wc     | 343.2 | 372.3 | 337.6 | 350.8 |
| Ww          | 70.7  | 91.1  | 93.7  | 112.0 |
| Wc          | 39.5  | 39.4  | 40.8  | 39.4  |
| Ws          | 303.7 | 332.9 | 296.8 | 311.4 |
| %W          | 23.3  | 27.4  | 31.6  | 36.0  |



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: ESTACION 3 + 000 LD  
SUBRASANTE

$\delta m = 1375$        $W_o = 29 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc   | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|------|---|------|-------|------|
|       |       | 11145  |      |            |            |       |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 56    | 6     | 7367   | 3778 | 1779       | 1379       | 100.3 | 58   | 400.8  | 319.3  | 40.0 |   | 81.5 | 279.3 | 29.2 |
|       |       | 12170  |      |            |            |       |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 28    | 10    | 8657   | 3513 | 1660       | 1286       | 93.6  | 18   | 411.1  | 327.0  | 40.4 |   | 84.1 | 286.6 | 29.3 |
|       |       | 10409  |      |            |            |       |      |        |        |      |   |      |       |      |
| 14    | 2     | 7124   | 3285 | 1552       | 1203       | 87.5  | 11   | 451.3  | 359.3  | 39.2 |   | 92.0 | 320.1 | 28.7 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |      |   |      |       | 29.0 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |      |      |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|------|------|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D  |      |
| 6     |       |      | 325.0                | 352.0 | 352.0 | 359.0 | 361.0       |     | 8.3 | 8.3 | 10.5 | 11.1 |
| 10    |       |      | 430.0                | 460.0 | 461.0 | 467.0 | 485.0       |     | 7.0 | 7.2 | 8.6  | 12.8 |
| 2     |       |      | 354.0                | 382.0 | 383.0 | 389.5 | 408.0       |     | 7.9 | 8.2 | 10.0 | 15.3 |

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  | 14.0  | 26.0  | 37.0  | 45.0  | 58.0   | 65.0  | 71.0   | 76.0   | 80.0  | 84.0   |
| 6     | 0.06 | 3.364 | 6.196 | 8.792 | 10.68 | 13.748 | 15.4  | 16.816 | 17.996 | 18.94 | 19.884 |
|       | 0.0  | 7.5   | 12.0  | 16.0  | 18.0  | 22.0   | 24.5  | 27.0   | 29.0   | 31.0  | 33.5   |
| 10    | 0.06 | 1.83  | 2.892 | 3.836 | 4.308 | 5.252  | 5.842 | 6.432  | 6.904  | 7.376 | 7.966  |
|       | 0.0  | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   | 6.0    | 7.0   | 9.0    | 10.5   | 12.0  | 13.0   |
| 2     | 0.06 | 0.532 | 0.768 | 1.004 | 1.24  | 1.476  | 1.712 | 2.184  | 2.538  | 2.892 | 3.128  |

Valores corregidos para x

x =      0.1    0.2  
          0.1    0.2  
          0.1    0.2

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1    0.2    %COMPACT.  
10.68   15.40   100.3  
4.31    5.84    93.6  
1.24    1.71    87.5

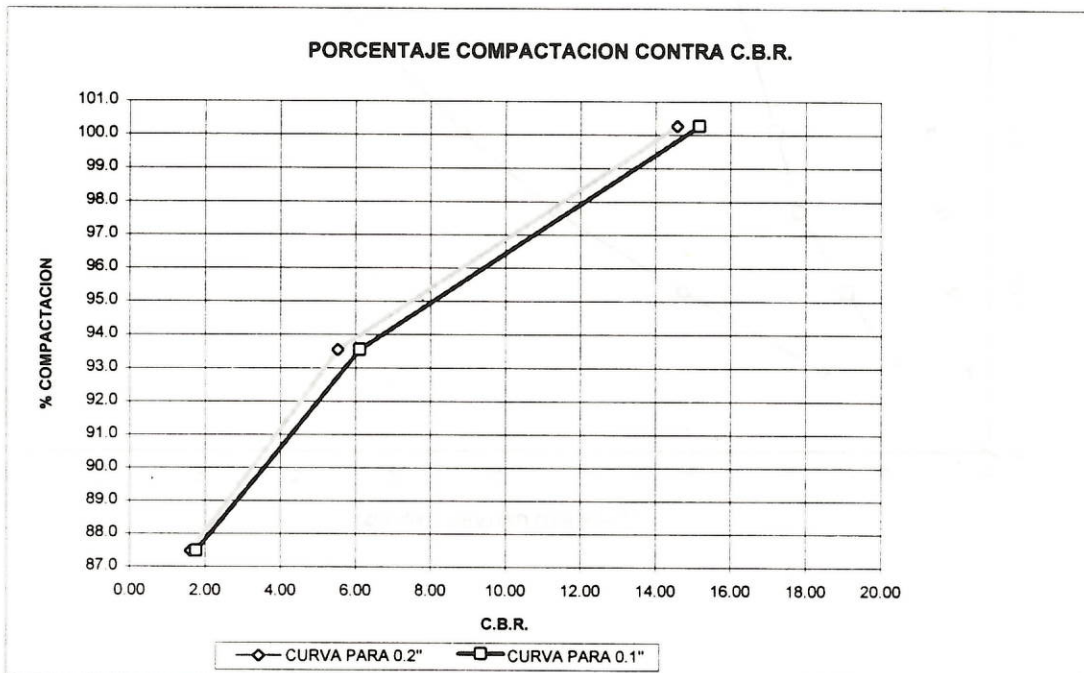
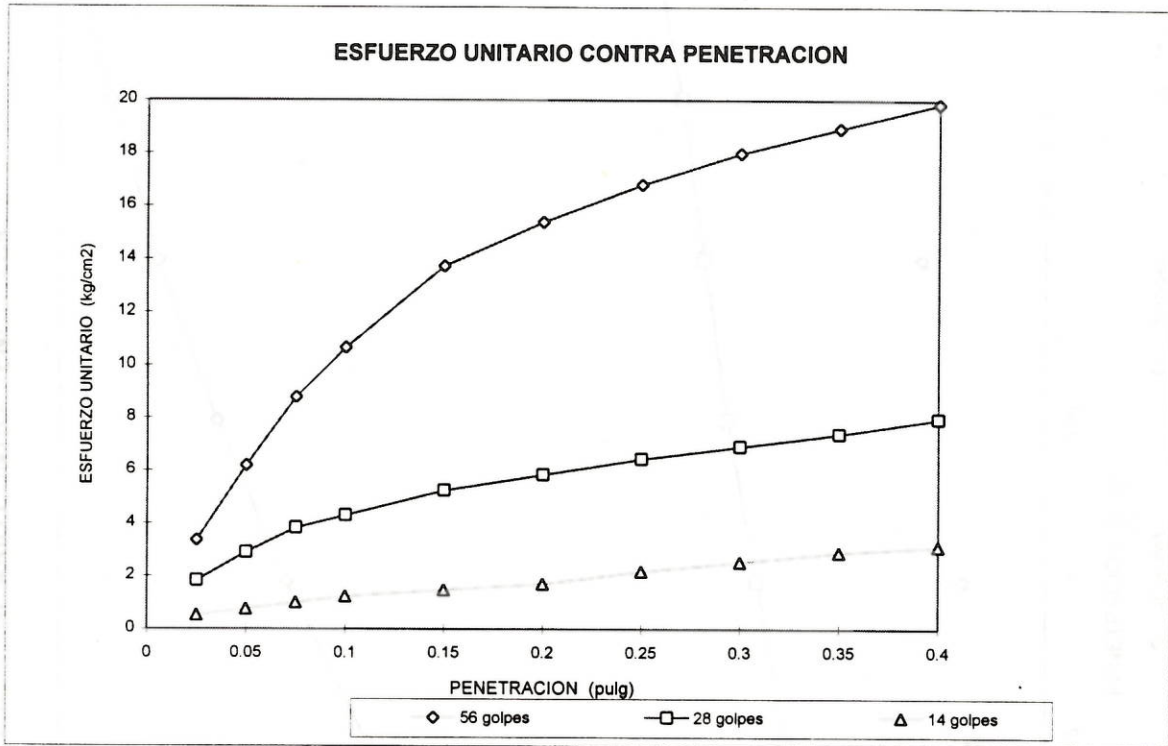
CORREGIDOS

0.1    0.2  
15.17   14.58  
6.12    5.53  
1.76    1.62

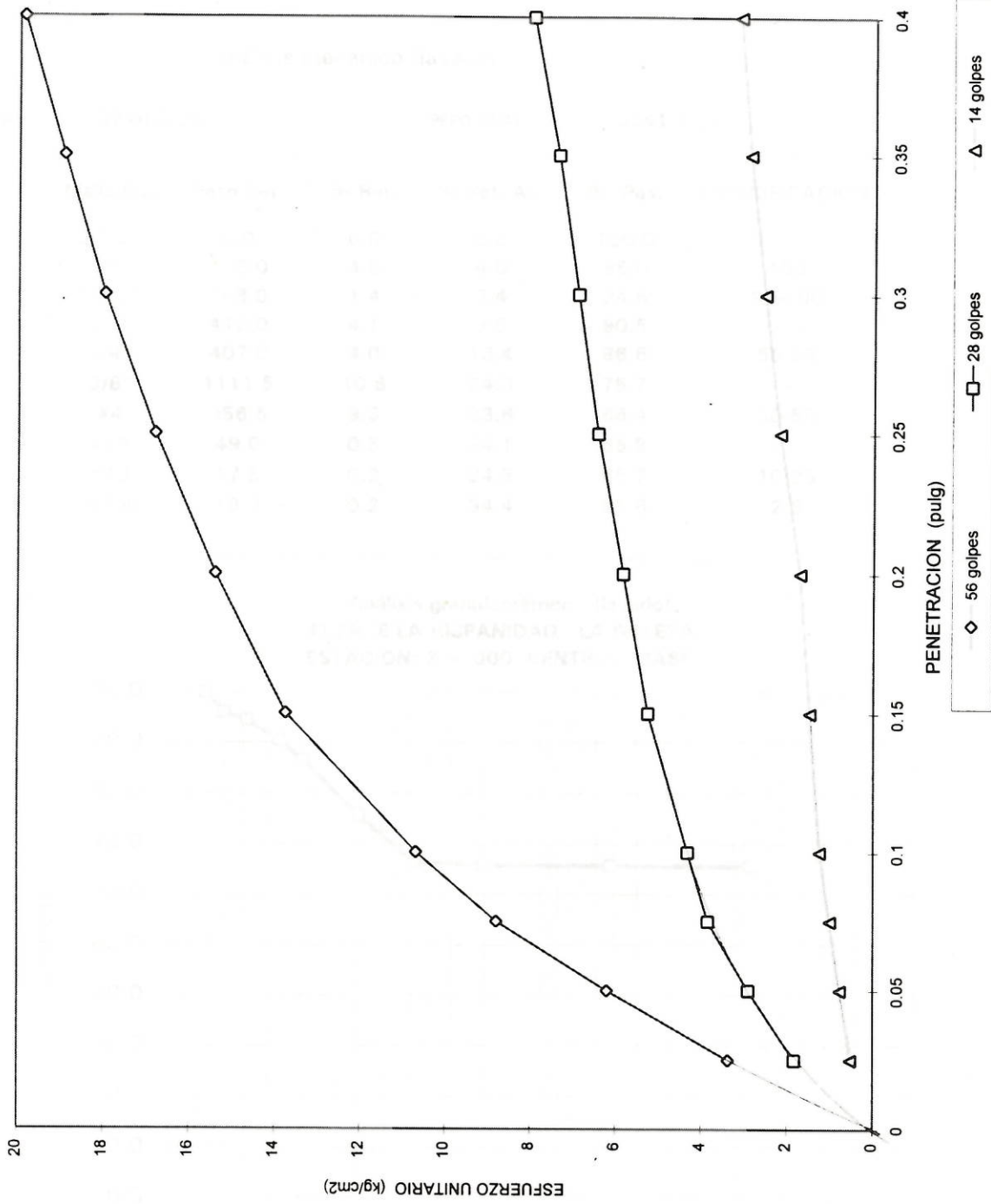
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

**PRUEBA DE C.B.R.**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: 0  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000 LD  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

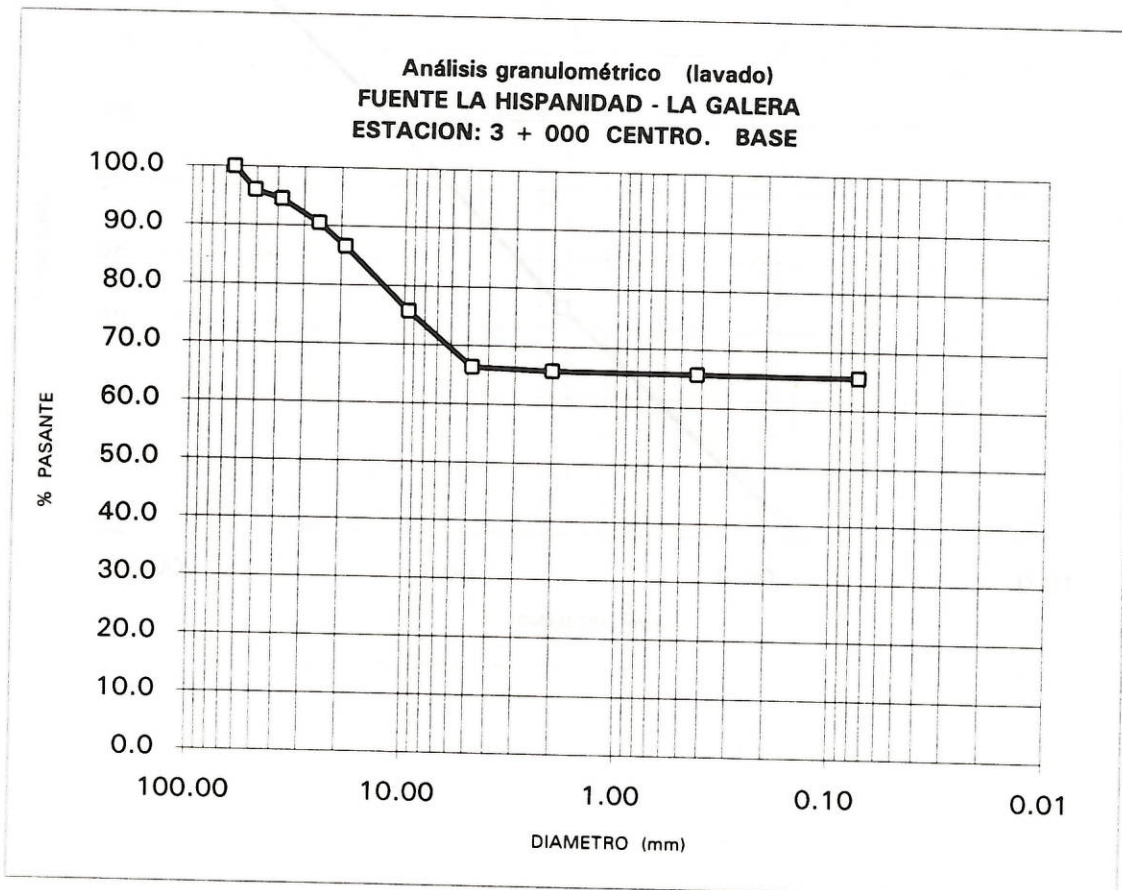
**ANALISIS GRANULOMETRICO**

|          |                                  |           |                |
|----------|----------------------------------|-----------|----------------|
| FECHA    | MARZO -1995                      | MUESTRA:  | BASE           |
| PROYECTO | FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA | ESTACION: | 3 + 000 CENTRO |

**Análisis mecánico (lavado)**

|               |              |             |             |
|---------------|--------------|-------------|-------------|
| PESO INICIAL: | 10246.0 grs. | PESO FINAL: | 3541.0 grs. |
|---------------|--------------|-------------|-------------|

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 2 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| 2"        | 406.0     | 4.0    | 4.0        | 96.0   | 100            |
| 1 1/2"    | 148.0     | 1.4    | 5.4        | 94.6   | 90-100         |
| 1"        | 416.0     | 4.1    | 9.5        | 90.5   | ---            |
| 3/4"      | 407.0     | 4.0    | 13.4       | 86.6   | 55-85          |
| 3/8"      | 1111.5    | 10.8   | 24.3       | 75.7   | ---            |
| #4        | 956.5     | 9.3    | 33.6       | 66.4   | 30-50          |
| #10       | 49.0      | 0.5    | 34.1       | 65.9   | ---            |
| #40       | 17.5      | 0.2    | 34.3       | 65.7   | 10-25          |
| #200      | 18.0      | 0.2    | 34.4       | 65.6   | 2-9            |



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

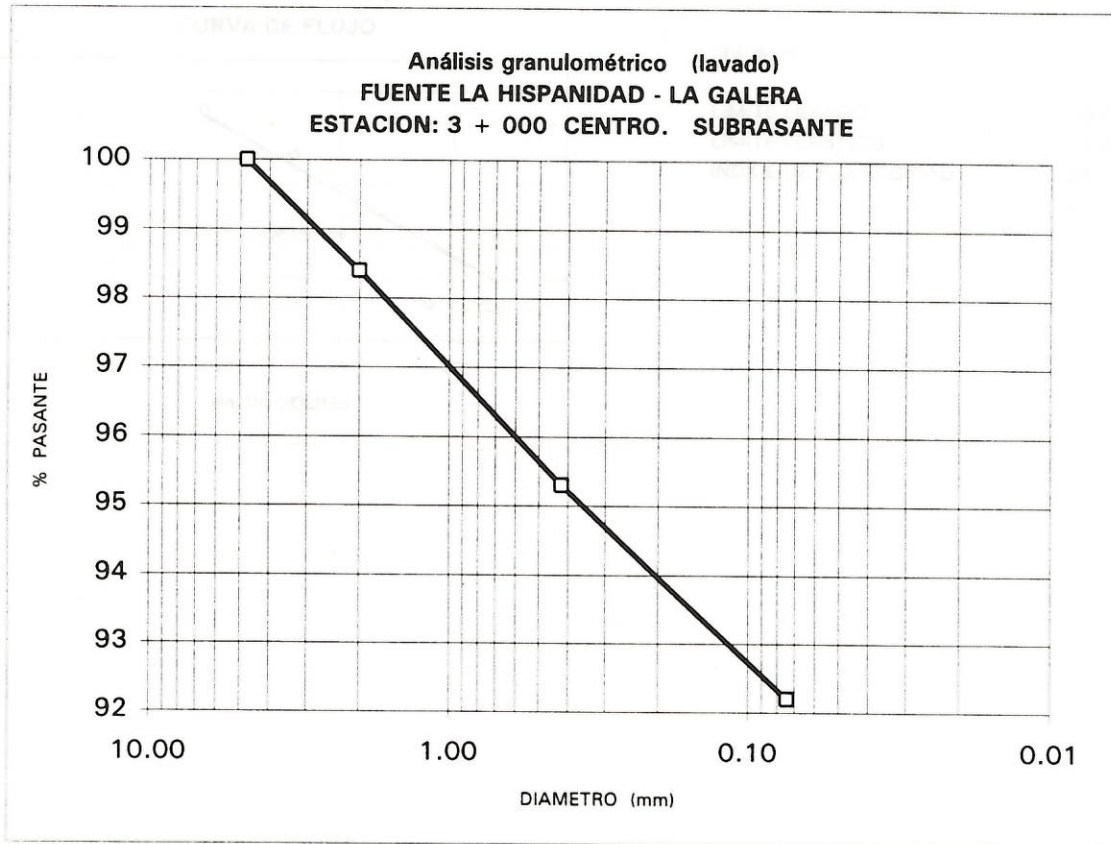
FECHA: MARZO -1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

MUESTRA: SUBRASANTE  
ESTACION: 3 + 000 CENTRO

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs. PESO FINAL: 40.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 8.0       | 1.6    | 1.6        | 98.4   |                |
| #40       | 15.5      | 3.1    | 4.7        | 95.3   |                |
| #200      | 15.5      | 3.1    | 7.8        | 92.2   |                |



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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA                   MARZO 1995  
 PROYECTO           FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

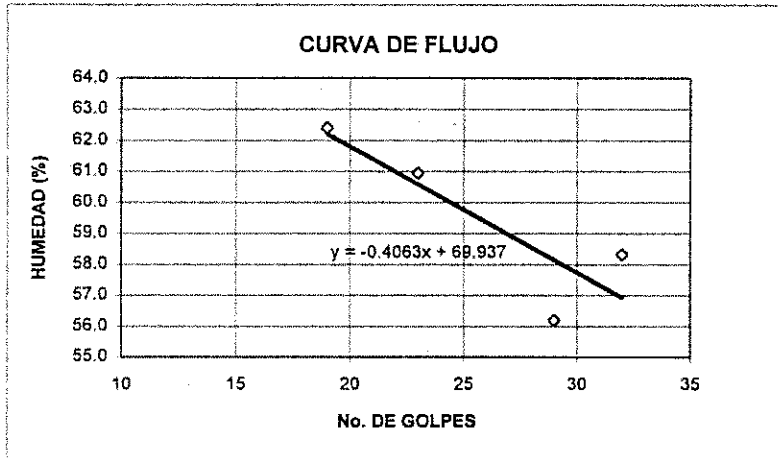
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION:           ESTACION 3 + 000  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA:   SUB RASANTE

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 32    | 29    | 23    | 19    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 34.32 | 29.33 | 29.98 | 30.35 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 30.29 | 25.32 | 25.72 | 25.87 |   |
| Ww                | 4.027 | 4.012 | 4.268 | 4.486 |   |
| Wc                | 23.39 | 18.18 | 18.71 | 18.68 |   |
| Ws                | 6.904 | 7.139 | 7.002 | 7.187 |   |
| % W               | 58.3  | 56.2  | 61.0  | 62.4  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 36    | 37    | 55    |
| Wc + Ww (gr.)     | 11.9  | 11.4  | 13.35 |
| Wc + Ws (gr.)     | 11.34 | 10.9  | 12.85 |
| Ww                | 0.56  | 0.502 | 0.506 |
| Wc                | 9.344 | 9.085 | 11.06 |
| Ws                | 1.995 | 1.812 | 1.786 |
| % W               | 28.1  | 27.7  | 28.3  |
| PROMEDIO          |       |       | 28.0  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 59.8 |
| LIMITE PLASTICO       | 28.0 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 31.7 |



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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA **MARZO 1995**

PROYECTO **FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO**

LOCALIZACION: **ESTACION 3+000**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

MUESTRA No:

PROFUNDIDAD:

HUECO:

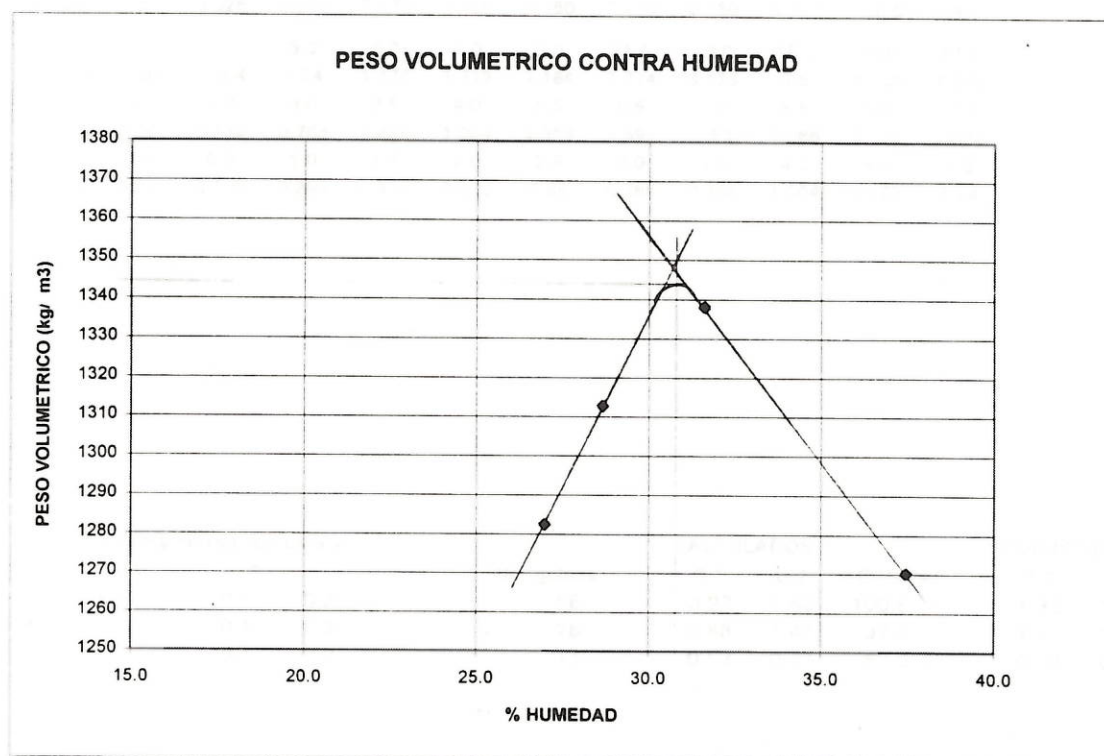
No. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 5780 | 5848 | 5834 | 5723 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 1595 | 1663 | 1649 | 1538 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 1689 | 1761 | 1746 | 1629 |   |   |   |
| $\delta$       | 1313 | 1338 | 1270 | 1283 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 5-1   | 4     | 70    | 39    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 490.7 | 481.3 | 461   | 474.6 |
| Ws + Wc     | 408.4 | 390.0 | 363.9 | 395.4 |
| Ww          | 82.3  | 91.3  | 97.1  | 79.2  |
| Wc          | 121.3 | 101.2 | 104.8 | 102.0 |
| Ws          | 287.1 | 288.8 | 259.1 | 293.4 |
| %W          | 28.7  | 31.6  | 37.5  | 27.0  |



$\gamma_{max} = 1345$   
 $W_{opt} = 30.8\%$

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

**PRUEBA DE C.B.R.**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOS - COLOR CAFE CLARO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000 CENTRO  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

$\delta m = 1345$        $W_o = 30.8 \%$

**COMPACTACION**

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 10947  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 44    | 7165   | 3782 | 1781       | 1355       | 100.8 | 2-A  | 403.7  | 334.6  | 127.1 |   | 69.1 | 207.5 | 33.3 |
|       |       | 11072  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 8     | 7430   | 3642 | 1721       | 1310       | 97.4  | 3-1  | 486.0  | 399.8  | 125.7 |   | 86.2 | 274.1 | 31.4 |
|       |       | 10418  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 2     | 7115   | 3303 | 1561       | 1188       | 88.3  | 4-13 | 497.0  | 406.8  | 119.2 |   | 90.2 | 287.6 | 31.4 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       | 31.4 |

**EXPANSION**

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |     |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 44    |       |      | 324.0                | 326.0 | 328.0 | 329.0 | 330.0       | 0.6 | 1.2 | 1.5 | 1.9 |
| 8     |       |      | 339.0                | 343.0 | 346.0 | 348.0 | 350.0       | 1.2 | 2.1 | 2.7 | 3.2 |
| 2     |       |      | 325.0                | 331.0 | 334.0 | 336.0 | 339.0       | 1.8 | 2.8 | 3.4 | 4.3 |

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

| MOLDE | Lo   | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0.0  | 4.0   | 5.0   | 6.0   | 7.0   | 9.0   | 11.5  | 13.0  | 15.0  | 16.0  | 17.0  |
| 44    | 0.06 | 1.004 | 1.24  | 1.476 | 1.712 | 2.184 | 2.774 | 3.128 | 3.6   | 3.836 | 4.072 |
|       | 0.0  | 2.0   | 3.0   | 3.5   | 4.0   | 5.5   | 6.5   | 7.5   | 8.5   | 9.5   | 10.5  |
| 8     | 0.06 | 0.532 | 0.768 | 0.886 | 1.004 | 1.358 | 1.594 | 1.83  | 2.066 | 2.302 | 2.538 |
|       | 0.0  | 0.5   | 1.0   | 1.5   | 2.0   | 2.5   | 3.0   | 3.5   | 4.0   | 4.5   | 5.0   |
| 2     | 0.06 | 0.178 | 0.296 | 0.414 | 0.532 | 0.65  | 0.768 | 0.886 | 1.004 | 1.122 | 1.24  |

Valores corregidos para x

x =      0.1    0.2  
           0.1    0.2  
           0.1    0.2

No. golpes  
 56  
 28  
 14

CALCULADOS

0.1    0.2    %COMPACT.  
 0.93   1.88   100.8  
 0.88   1.47   97.4  
 0.53   0.77   88.3

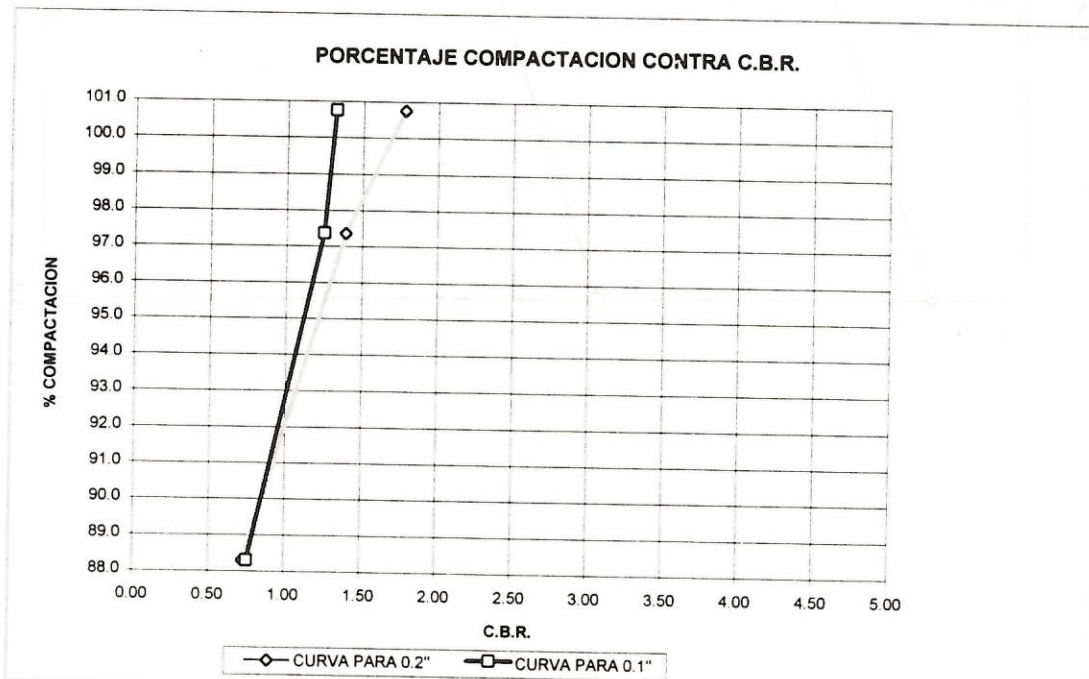
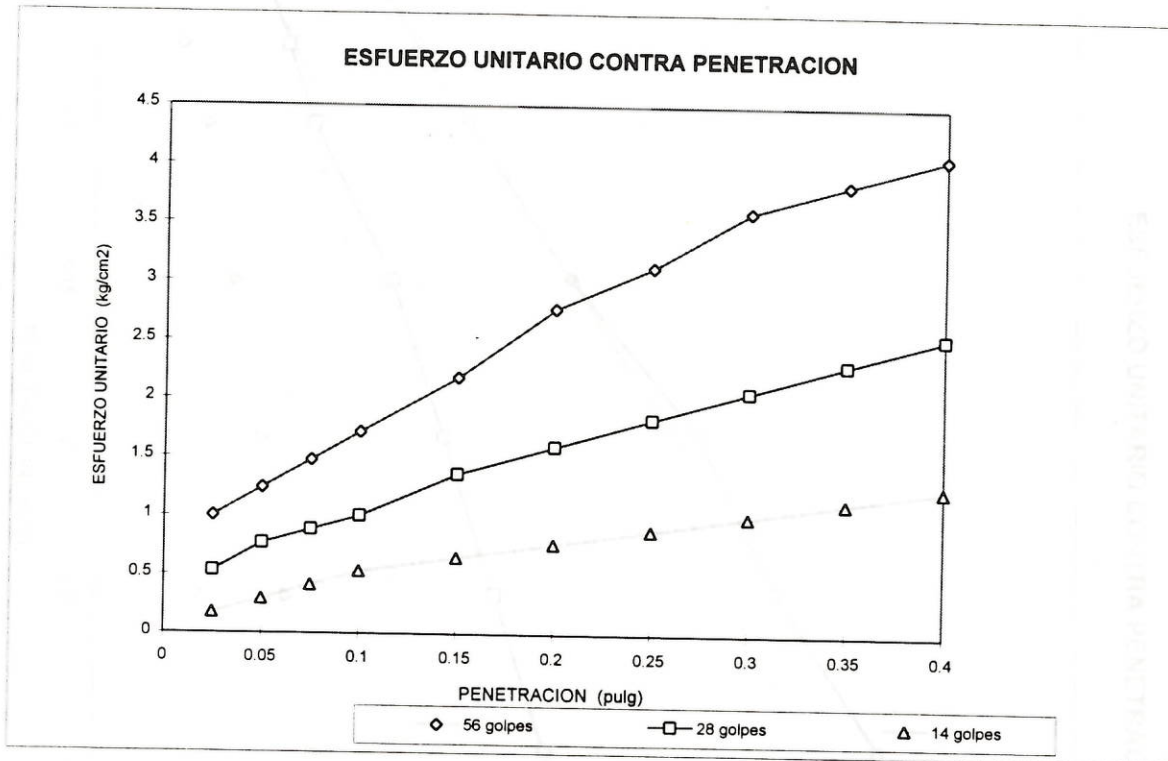
CORREGIDOS

0.1    0.2  
 1.32   1.78  
 1.25   1.39  
 0.76   0.73

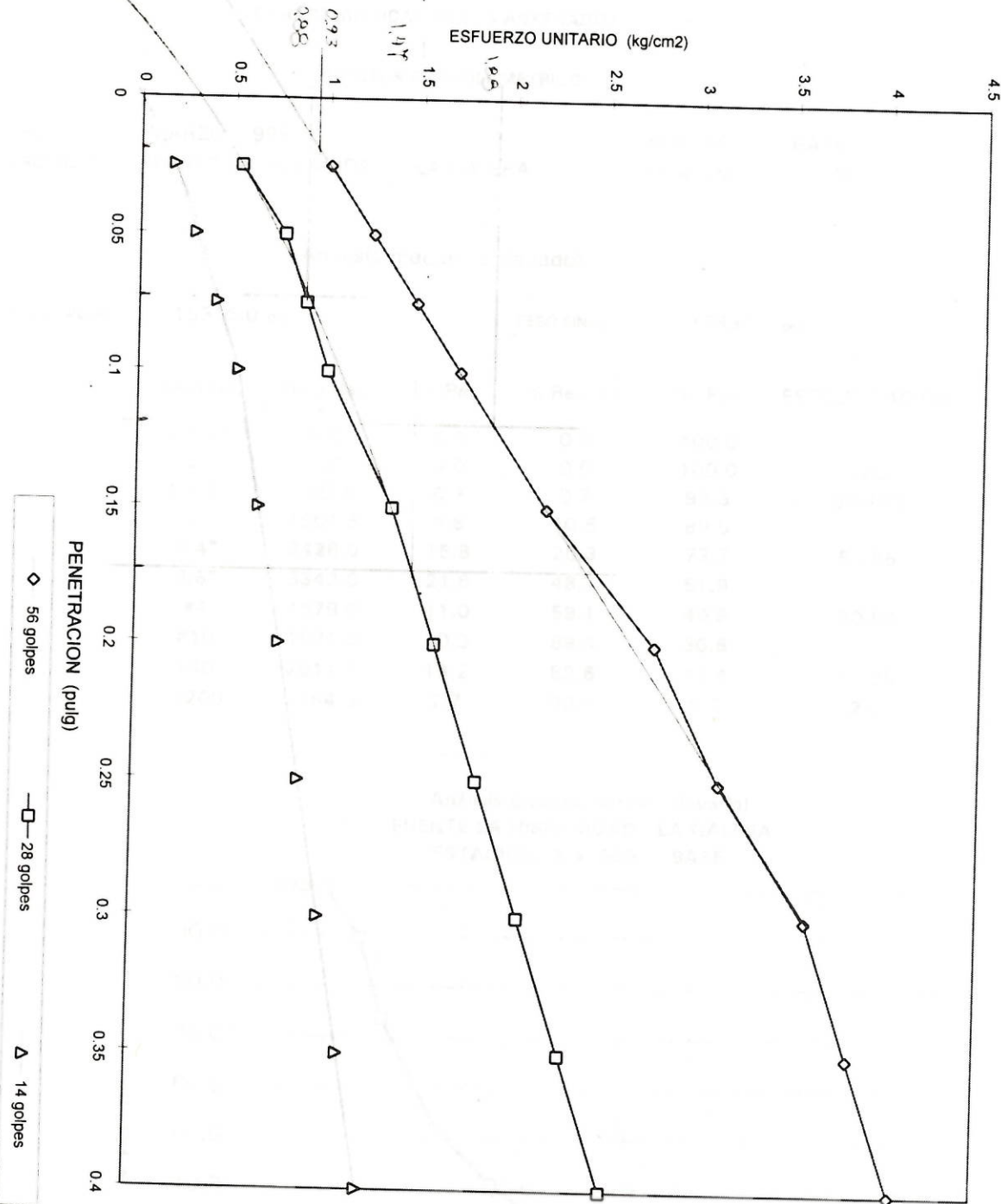
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

**PRUEBA DE C.B.R.**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOS - COLOR CAFE CLARO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 000 CENTRO  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION





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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: PIEDRA QUEBRADA CON ARENISCA, COLOR GRISACEO  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
 MUESTRA No:

PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

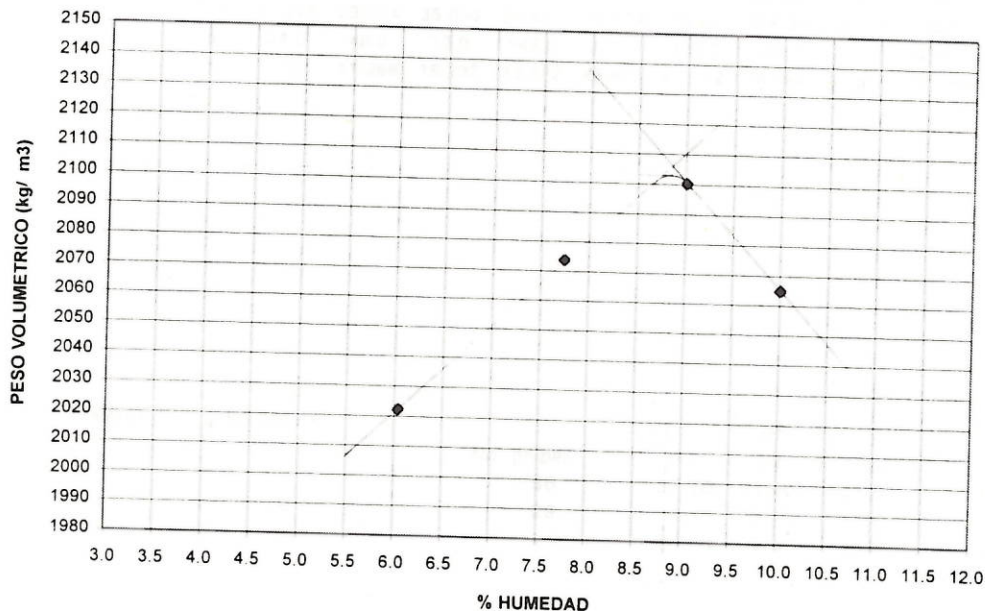
**COMPACTACION**

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 6210 | 6295 | 6330 | 6347 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 2025 | 2110 | 2145 | 2162 |   |   |   |
| $\bar{\omega}$ | 2144 | 2234 | 2272 | 2290 |   |   |   |
| $\delta s$     | 2022 | 2074 | 2065 | 2100 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 2-5   | 2-1   | 8-9   | 3-1   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 503.6 | 544.7 | 509.3 | 570.9 |
| Ws + Wc     | 482.2 | 514.3 | 474.2 | 534.1 |
| Ww          | 21.4  | 30.4  | 35.1  | 36.8  |
| Wc          | 128.0 | 121.8 | 123.4 | 125.7 |
| Ws          | 354.2 | 392.5 | 350.8 | 408.4 |
| %W          | 6.0   | 7.7   | 10.0  | 9.0   |

**PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD**



Grav: 0103  
 Wopt: 8.9%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: PIEDRA QUEBRADA CON ARENISCA, COLOR GRISACEO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500 LD

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  $\delta m = 2103$   $W_o = 8.9 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C   | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W  |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|-----|
|       |       | 12037  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 56    | 45    | 7127   | 4910 | 2312       | 2142       | 101.8 | 47   | 542.4  | 509.8  | 97.9  |   | 32.6 | 411.9 | 7.9 |
|       |       | 12024  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 28    | 32    | 7240   | 4784 | 2260       | 2094       | 99.6  | 16   | 532.8  | 500.9  | 110.9 |   | 31.9 | 390.0 | 8.2 |
|       |       | 11725  |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       |     |
| 14    | 13    | 7243   | 4482 | 2118       | 1962       | 93.3  | 05   | 544.3  | 512.0  | 94.8  |   | 32.3 | 417.2 | 7.7 |
|       |       |        |      |            |            |       |      |        |        |       |   |      |       | 8.0 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |       |       | % EXPANSION |     |     |     |     |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D   | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |
| 45    |       |      | 232.0                | 232.0 | 232.0 | 234.0 | 234.0       | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.9 |
| 32    |       |      | 219.0                | 219.0 | 219.0 | 219.0 | 219.0       | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13    |       |      | 268.0                | 268.0 | 268.0 | 269.0 | 270.0       | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.7 |

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  | 12.0  | 39.0   | 80.0   | 130.0  | 244.0  | 368.0  | 500.0  | 625.0  | 752.0  | 878.0  |
| 45    | 0.06 | 2.892 | 9.264  | 18.94  | 30.74  | 57.644 | 86.908 | 118.06 | 147.56 | 177.53 | 207.27 |
|       | 0.0  | 24.0  | 56.0   | 99.0   | 151.0  | 232.0  | 318.0  | 410.0  | 500.0  | 605.0  | 705.0  |
| 32    | 0.06 | 5.724 | 13.276 | 23.424 | 35.696 | 54.812 | 75.108 | 96.82  | 118.06 | 142.84 | 166.44 |
|       | 0.0  | 6.5   | 24.0   | 48.0   | 77.0   | 142.0  | 207.0  | 272.0  | 334.0  | 396.0  | 456.0  |
| 13    | 0.06 | 1.594 | 5.724  | 11.388 | 18.232 | 33.572 | 48.912 | 64.252 | 78.884 | 93.516 | 107.68 |

Valores corregidos para x

| x = | 0.1 | 0.2 |
|-----|-----|-----|
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

| 0.1   | 0.2   | %COMPACT. |
|-------|-------|-----------|
| 37.70 | 94.60 | 101.8     |
| 35.70 | 75.10 | 99.6      |
| 30.00 | 52.30 | 93.3      |

CORREGIDOS

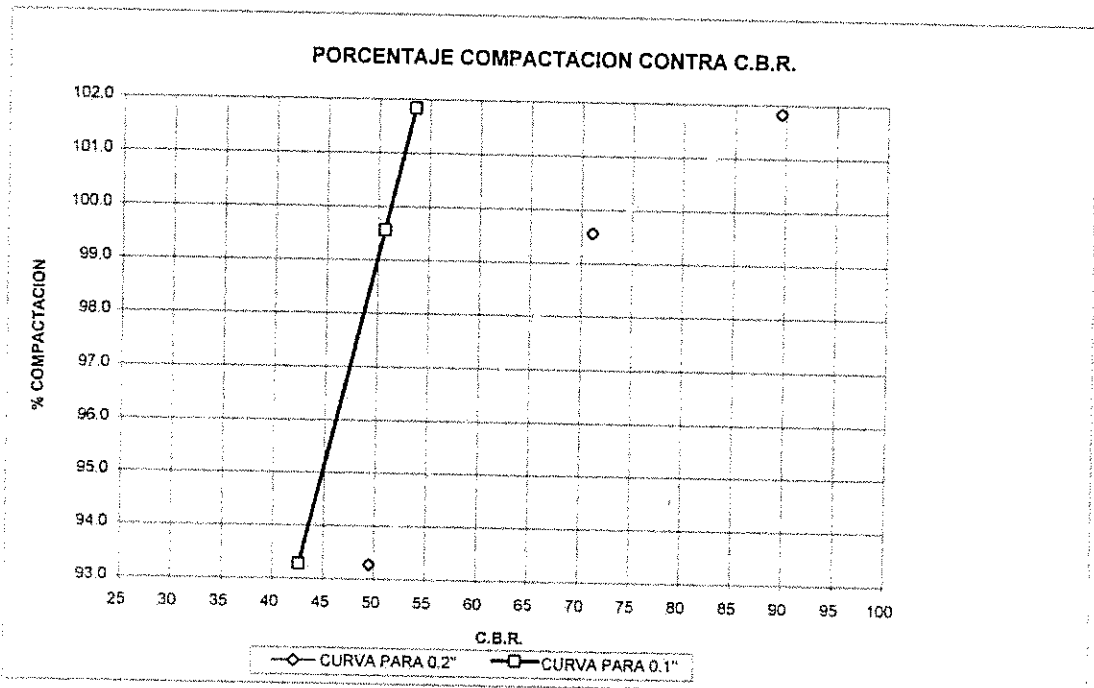
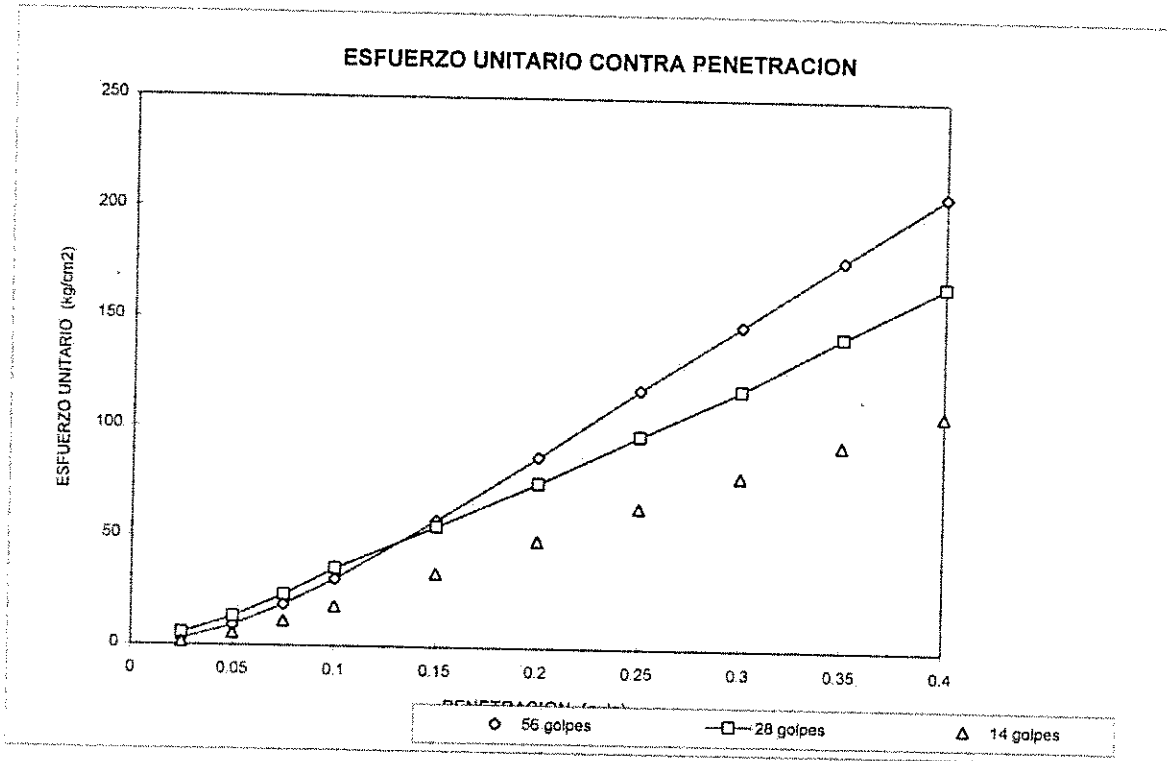
| 0.1   | 0.2   |
|-------|-------|
| 53.55 | 89.58 |
| 50.70 | 71.12 |
| 42.61 | 49.53 |

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

PRUEBA DE C.B.R.

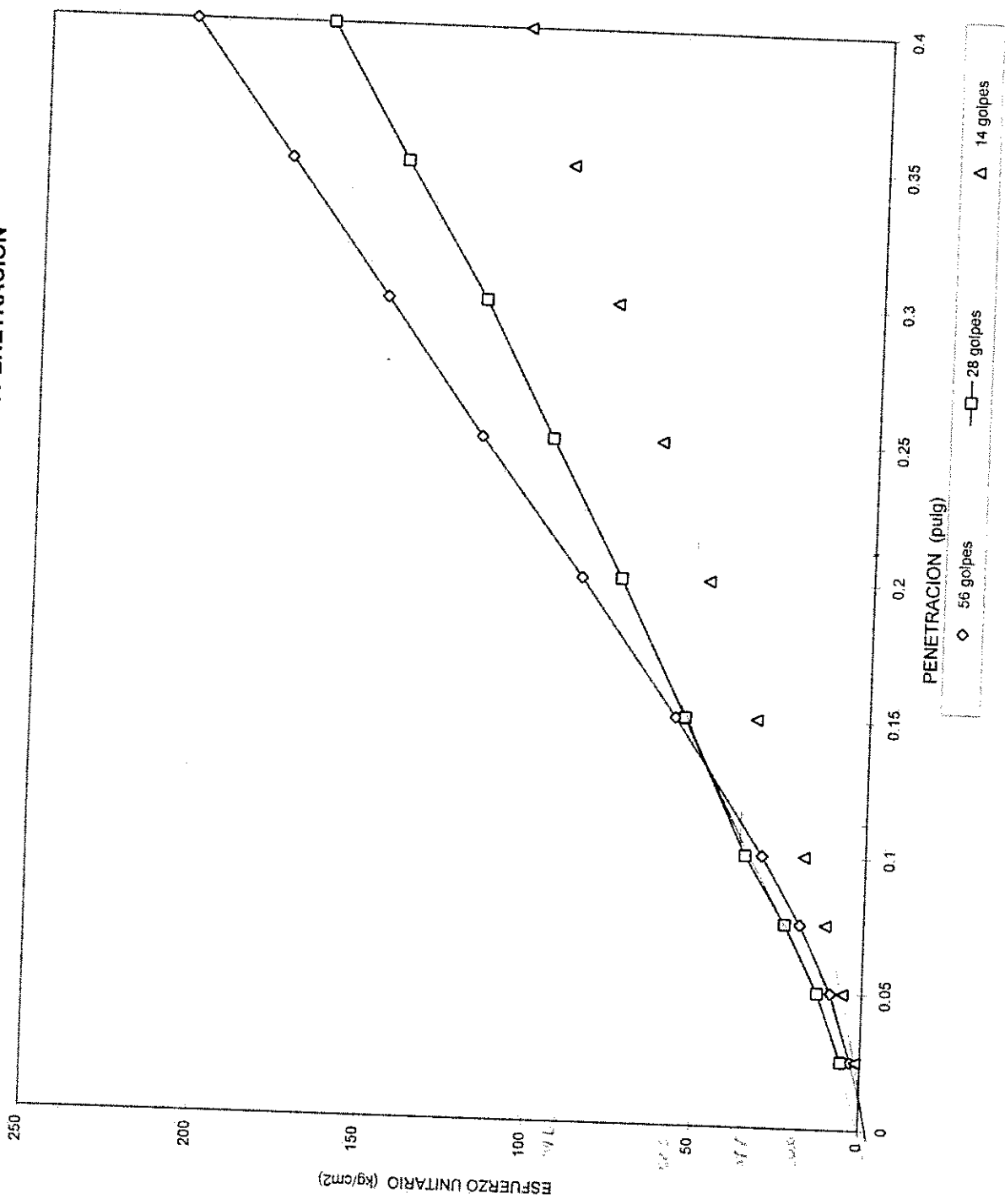
FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: PIEDRA QUEBRADA CON ARENISCA, COLOR GRISACEO  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500 LD  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE





# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

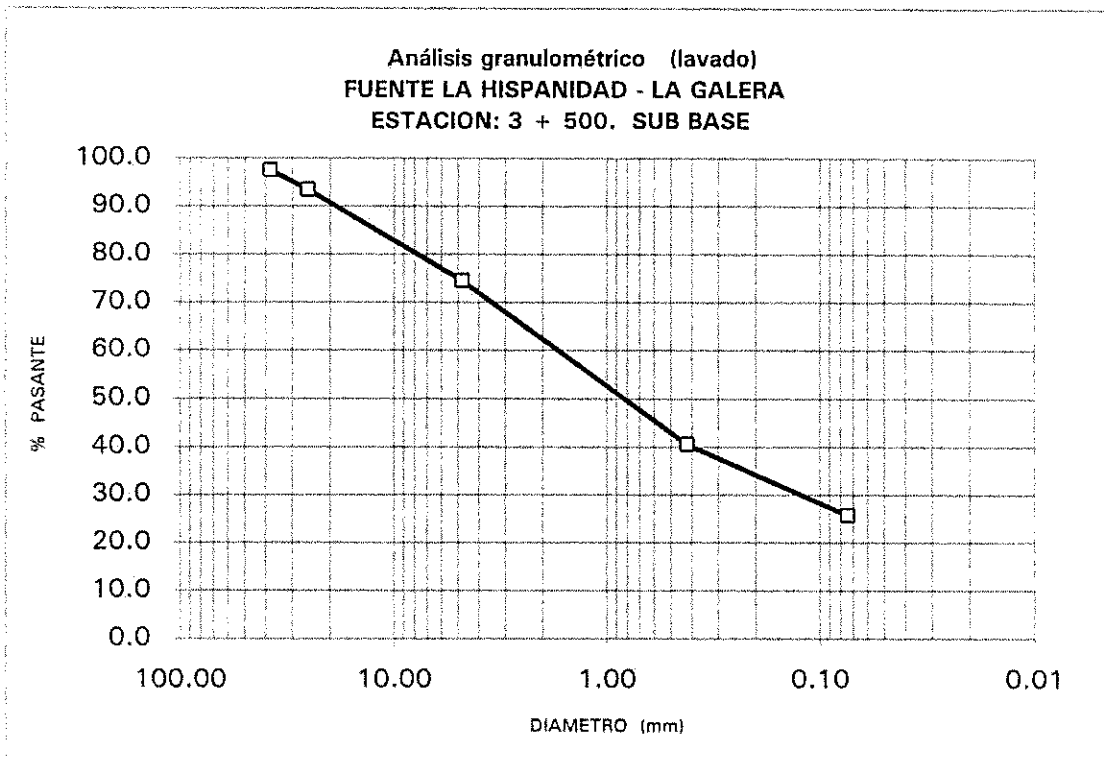
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUB BASE  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 3 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 13575.0 grs. PESO FINAL: 10086.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 3 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 3"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100    | ---            |
| 1 1/2"    | 338.0     | 2.5    | 2.5        | 98     | ---            |
| 1"        | 548.0     | 4.0    | 6.5        | 93     | ---            |
| #4        | 2572.0    | 18.9   | 25.5       | 75     | 40-70          |
| #40       | 4611.5    | 34.0   | 59.4       | 41     | 10-50          |
| #200      | 2011.0    | 14.8   | 74.3       | 26     | 0-15           |



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

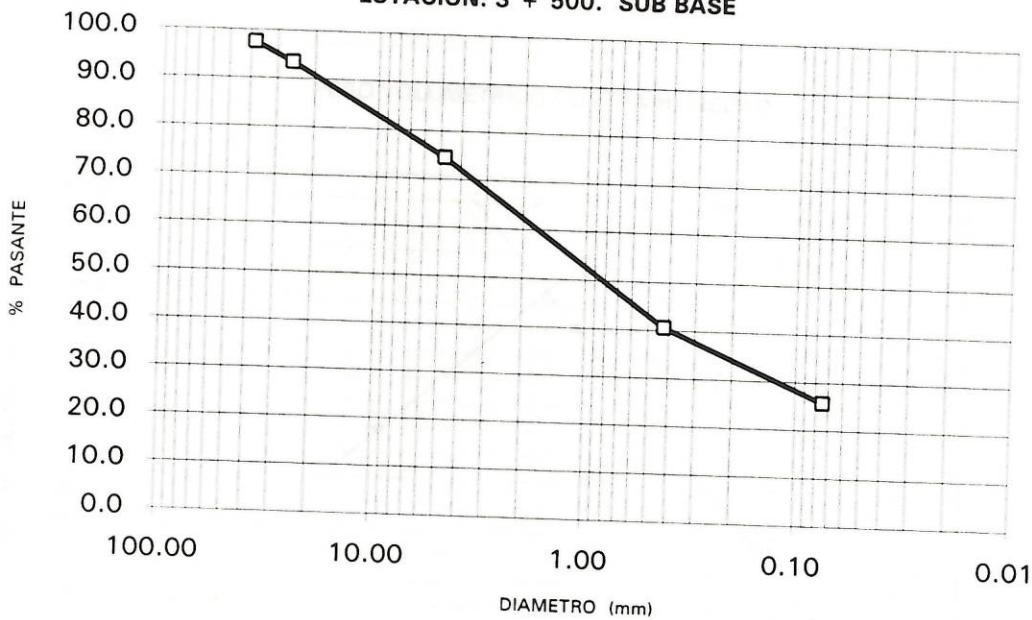
FECHA: MARZO -1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 MUESTRA: SUB BASE  
 ESTACION: 3 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 13575.0 grs.  
 PESO FINAL: 10086.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| 3 1/2"    | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100.0  | 100            |
| 3"        | 0.0       | 0.0    | 0.0        | 100    | ---            |
| 1 1/2"    | 338.0     | 2.5    | 2.5        | 98     | ---            |
| 1"        | 548.0     | 4.0    | 6.5        | 93     | ---            |
| #4        | 2572.0    | 18.9   | 25.5       | 75     | 40-70          |
| #40       | 4611.5    | 34.0   | 59.4       | 41     | 10-50          |
| #200      | 2011.0    | 14.8   | 74.3       | 26     | 0-15           |

Análisis granulométrico (lavado)  
 FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 ESTACION: 3 + 500. SUB BASE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 LOCALIZACION: ESTACION 3+500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD:

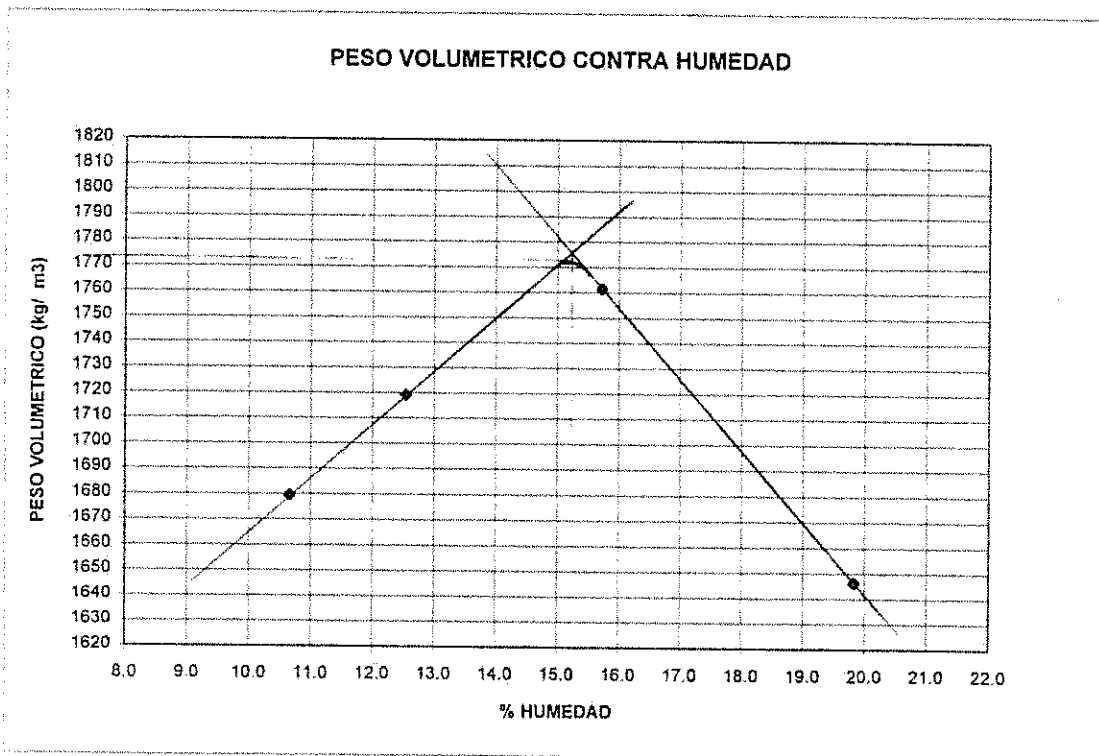
HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmoide    | 6012 | 6110 | 6048 | 5940 |   |   |   |
| P molde        | 4185 | 4185 | 4185 | 4185 |   |   |   |
| Ww             | 1827 | 1925 | 1863 | 1755 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 1935 | 2039 | 1973 | 1859 |   |   |   |
| $\delta$       | 1719 | 1762 | 1646 | 1680 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 2-A   | 5-1   | 3-7   | 4-13  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 545.3 | 466.5 | 537.3 | 452.6 |
| Ws + Wc     | 498.7 | 419.6 | 469.8 | 420.5 |
| Ww          | 46.6  | 46.9  | 67.5  | 32.1  |
| Wc          | 127.1 | 121.3 | 129.4 | 119.2 |
| Ws          | 371.6 | 298.3 | 340.4 | 301.3 |
| %W          | 12.5  | 15.7  | 19.8  | 10.7  |



H<sub>max</sub>: 1773  
 W<sub>opt</sub>: 15.5%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

$\delta m =$  1773       $W_o =$  15.2 %

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 12700  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 15    | 8409   | 4291 | 2021       | 1753       | 98.9 | 3-1  | 492.6  | 444.6  | 125.7 |   | 48.0 | 318.9 | 15.1 |
|       |       | 11245  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 14    | 7146   | 4099 | 1937       | 1681       | 94.8 | 2-5  | 467.1  | 422.3  | 128.0 |   | 44.8 | 294.3 | 15.2 |
|       |       | 11178  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 1     | 7337   | 3841 | 1815       | 1575       | 88.8 | 5-1  | 501.1  | 450.8  | 121.3 |   | 50.3 | 329.5 | 15.3 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       | 15.2 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |     |       | % EXPANSION |     |     |     |     |  |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-----|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|--|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D | 3 D   | 4 D         | 1 D | 2 D | 3 D | 4 D |  |
| 15    |       |      | 347.0                | 348.0 | --- | 348.0 | 348.0       | 0.3 |     | 0.3 | 0.3 |  |
| 14    |       |      | 345.0                | 346.0 | --- | 346.0 | 346.0       | 0.3 |     | 0.3 | 0.3 |  |
| 1     |       |      | 304.0                | 308.0 | --- | 308.0 | 308.0       | 1.3 |     | 1.3 | 1.3 |  |

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  | 23.0  | 61.0   | 112.0  | 182.0  | 323.0  | 438.0  | 441.0  | 525.0  | 605.0  | 680.0  |
| 15    | 0.06 | 5.488 | 14.456 | 26.492 | 43.012 | 76.288 | 103.43 | 104.14 | 123.96 | 142.84 | 160.54 |
|       | 0.0  | 23.0  | 59.0   | 96.0   | 127.0  | 186.0  | 243.0  | 296.0  | 339.0  | 378.0  | 412.0  |
| 14    | 0.06 | 5.488 | 13.984 | 22.716 | 30.032 | 43.956 | 57.408 | 69.916 | 80.064 | 89.268 | 97.292 |
|       | 0.0  | 20.0  | 34.0   | 44.0   | 54.0   | 73.0   | 89.0   | 101.0  | 114.0  | 128.0  | 140.0  |
| 1     | 0.06 | 4.78  | 8.084  | 10.444 | 12.804 | 17.288 | 21.064 | 23.896 | 26.964 | 30.268 | 33.1   |

Valores corregidos para x

x =      0.1    0.2  
          0.1    0.2  
          0.1    0.2

No. golpes

56  
28  
14

CALCULADOS

0.1    0.2    %COMPACT.  
30.90 103.20 98.9  
33.60 60.90 94.8  
12.80 21.06 88.8

CORREGIDOS

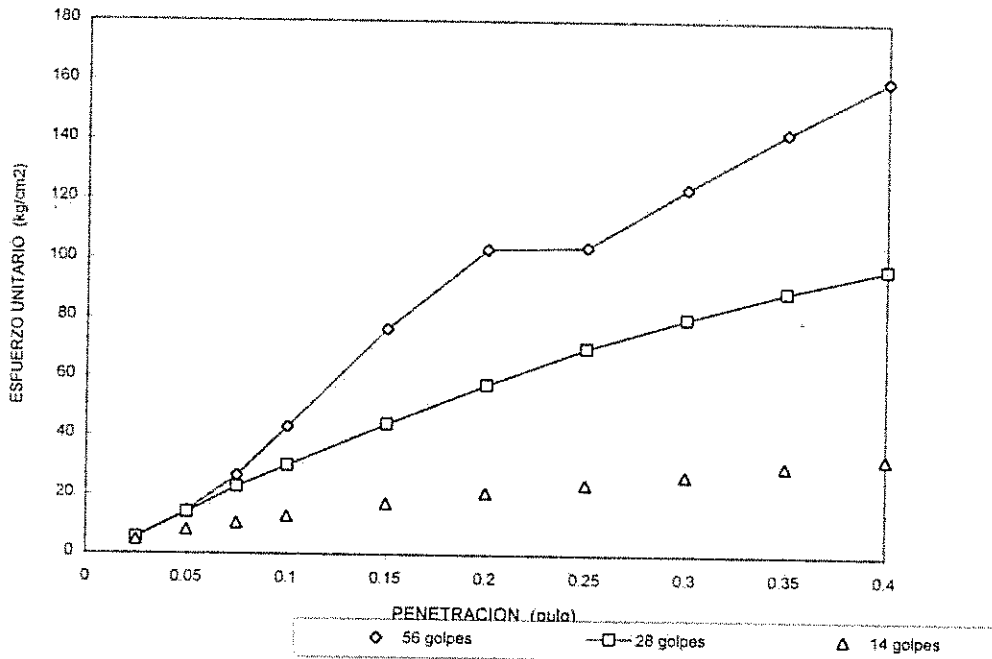
0.1    0.2  
43.89 97.73  
47.73 57.67  
18.18 19.94

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

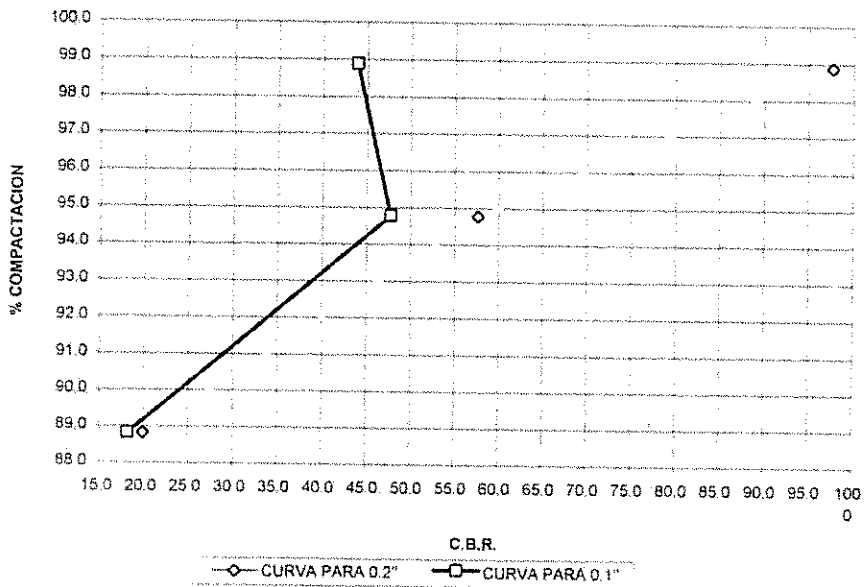
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCIÓN DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACIÓN: ESTACION 3 + 500  
 CARACTERIZACIÓN DE MUESTRA: SUB BASE

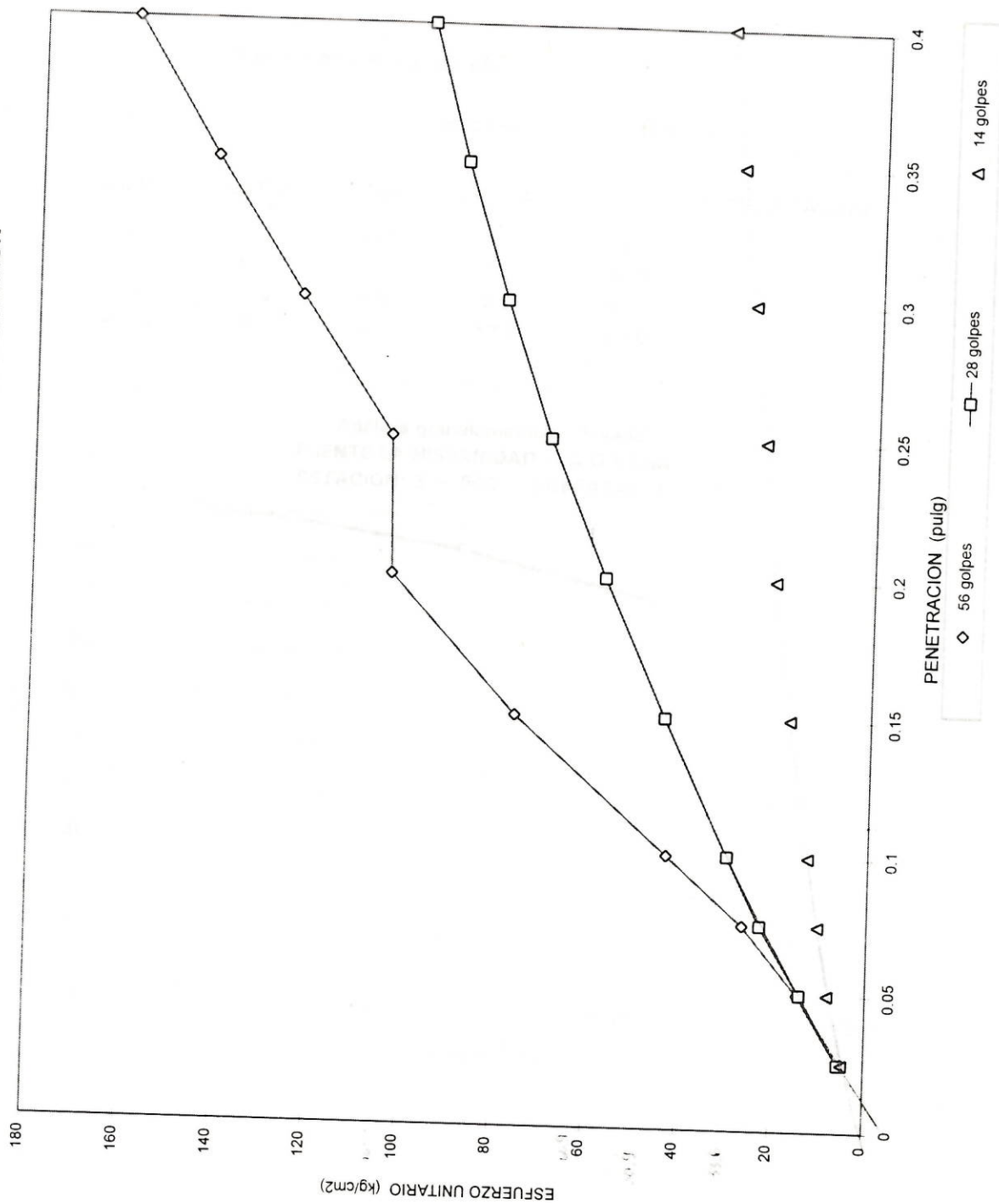
**ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION**



**PORCENTAJE COMPACTACION CONTRA C.B.R.**



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

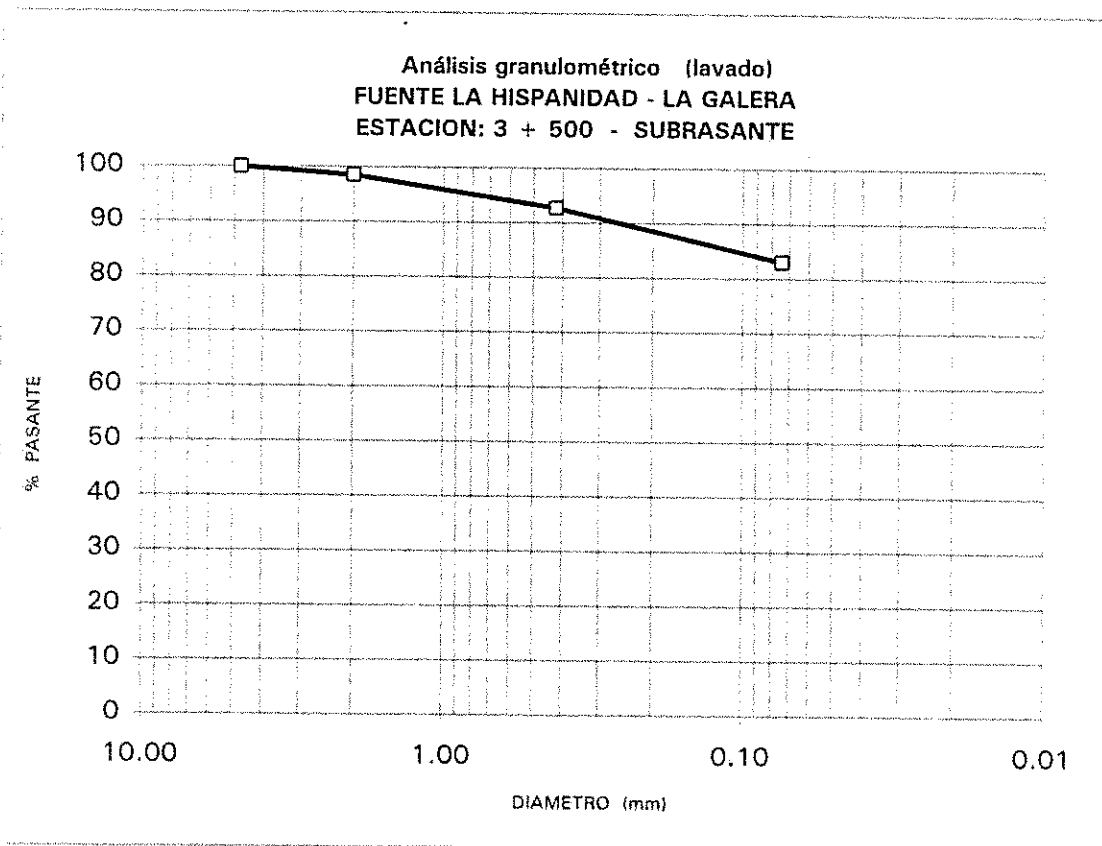
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUBRASANTE  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA ESTACION: 3 + 500

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 607.0 grs. PESO FINAL: 103.0 grs.

| Malla No. | Peso Ret. | % Ret. | % Ret. Ac. | % Pas. | ESPECIFICACION |
|-----------|-----------|--------|------------|--------|----------------|
| #4        | 0         | 0.0    | 0.0        | 100.0  |                |
| #10       | 9.0       | 1.5    | 1.5        | 98.5   |                |
| #40       | 35.0      | 5.8    | 7.2        | 92.8   |                |
| #200      | 59.0      | 9.7    | 17.0       | 83.0   |                |





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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

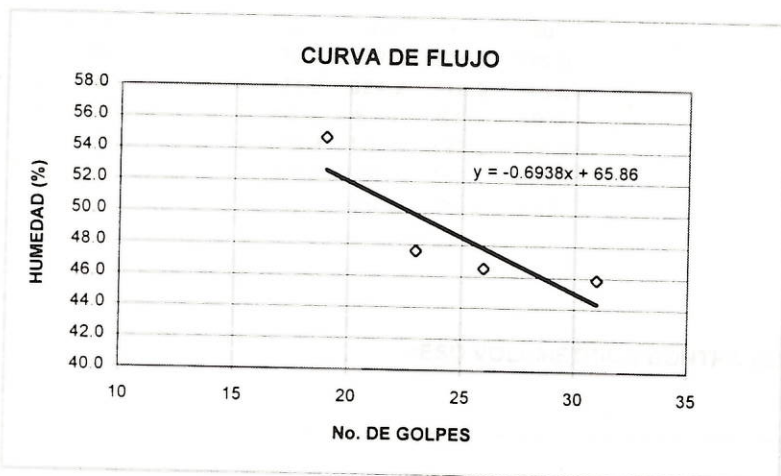
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

**LIMITE LIQUIDO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| No. DE GOLPES     | 31    | 26    | 23    | 19    |   |
| Wc + Ww (gr.)     | 30.26 | 30.66 | 34.64 | 30.19 |   |
| Wc + Ws (gr.)     | 26.68 | 26.79 | 31.01 | 26.47 |   |
| Ww                | 3.579 | 3.869 | 3.63  | 3.717 |   |
| Wc                | 18.88 | 18.48 | 23.39 | 19.68 |   |
| Ws                | 7.804 | 8.311 | 7.626 | 6.79  |   |
| % W               | 45.9  | 46.6  | 47.6  | 54.7  |   |

**LIMITE PLASTICO**

| DETERMINACION No. | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE No.    | 36    | 55    | 37    |
| Wc + Ww (gr.)     | 12.48 | 13.43 | 11.94 |
| Wc + Ws (gr.)     | 11.81 | 12.92 | 11.34 |
| Ww                | 0.67  | 0.513 | 0.609 |
| Wc                | 9.344 | 11.06 | 9.085 |
| Ws                | 2.462 | 1.854 | 2.25  |
| % W               | 27.2  | 27.7  | 27.1  |
| PROMEDIO          |       |       | 27.3  |



**RESUMEN**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO        | 48.5 |
| LIMITE PLASTICO       | 27.3 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 21.2 |

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

**PRUEBA DE COMPACTACION**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

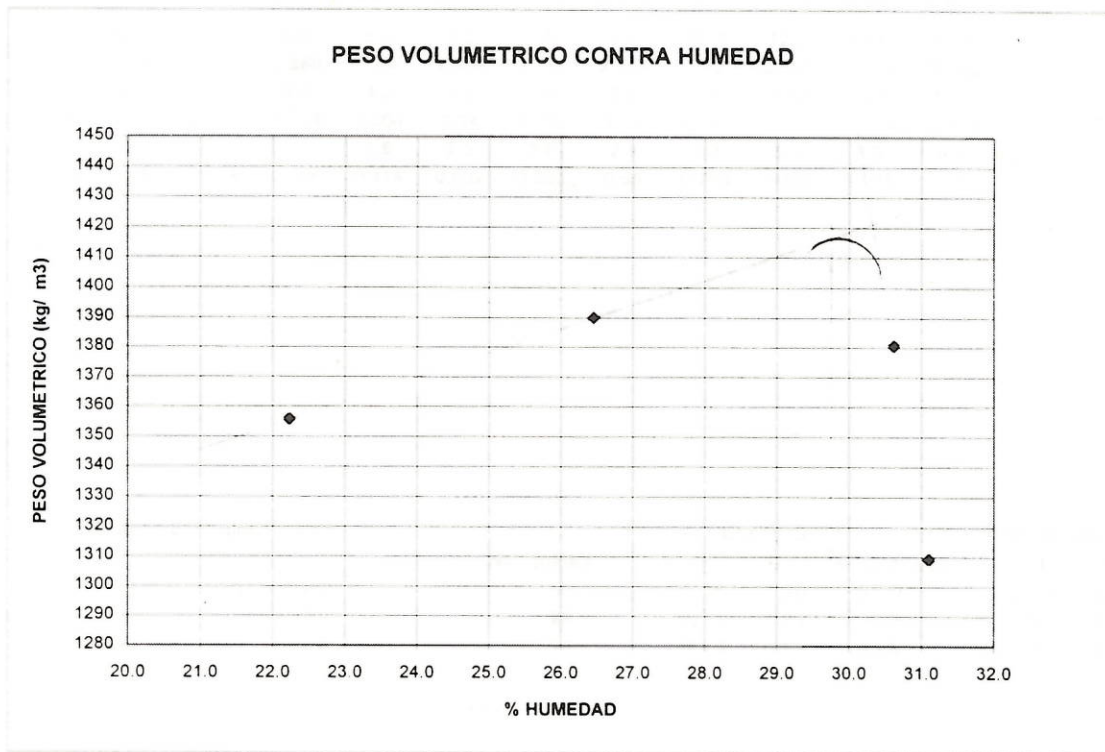
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO  
 LOCALIZACION: ESTACION 3+500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

**COMPACTACION**

| DETERMINACION  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| Ww + Pmolde    | 5835 | 5930 | 5973 | 5891 |   |   |   |
| P molde        | 4270 | 4270 | 4270 | 4270 |   |   |   |
| Ww             | 1565 | 1660 | 1703 | 1621 |   |   |   |
| $\delta\omega$ | 1657 | 1758 | 1803 | 1717 |   |   |   |
| $\delta$       | 1356 | 1390 | 1381 | 1309 |   |   |   |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| No. CAPSULA | 2     | 8-2   | 6-1   | 80    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ww + Wc     | 373.4 | 377.6 | 374.2 | 375.0 |
| Ws + Wc     | 327.0 | 324.2 | 316.3 | 316.0 |
| Ww          | 46.4  | 53.4  | 57.9  | 59.0  |
| Wc          | 118.3 | 122.4 | 127.2 | 126.3 |
| Ws          | 208.7 | 201.8 | 189.1 | 189.7 |
| %W          | 22.2  | 26.5  | 30.6  | 31.1  |



H = 1416  
 Wopt = 29.7%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995  
PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO  
MUESTRA No:  
LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

$\delta m = 1416$        $W_o = 29.7 \%$

COMPACTACION

| GOLP. | MOLDE | Ww + M | Ww   | $\delta m$ | $\delta s$ | % C  | CAP. | Ww + C | Ws + C | Wc    | e | Ww   | Ws    | %W   |
|-------|-------|--------|------|------------|------------|------|------|--------|--------|-------|---|------|-------|------|
|       |       | 10950  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 56    | 33    | 7205   | 3745 | 1764       | 1358       | 95.9 | 15   | 352.7  | 294.8  | 101.3 |   | 57.9 | 193.5 | 29.9 |
|       |       | 10830  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 28    | 13    | 7237   | 3593 | 1698       | 1308       | 92.3 | 21   | 353.1  | 295.7  | 101.8 |   | 57.4 | 193.9 | 29.6 |
|       |       | 10670  |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       |      |
| 14    | 9     | 7410   | 3260 | 1540       | 1186       | 83.8 | 39   | 350.4  | 293.0  | 102.0 |   | 57.4 | 191.0 | 30.1 |
|       |       |        |      |            |            |      |      |        |        |       |   |      |       | 29.8 |

EXPANSION

| MOLDE | FECHA | HORA | LECTURA EXTENSOMETRO |       |     |       | % EXPANSION |      |     |     |      |      |
|-------|-------|------|----------------------|-------|-----|-------|-------------|------|-----|-----|------|------|
|       |       |      | Lo                   | 1 D   | 2 D | 3 D   | 4 D         | 1 D  | 2 D | 3 D | 4 D  |      |
| 33    |       |      | 354.0                | 401.0 | --- | 503.0 | 516.0       | 13.3 |     |     | 42.1 | 45.8 |
| 13    |       |      | 262.0                | 371.0 | --- | 373.0 | 381.0       | 41.6 |     |     | 42.4 | 45.4 |
| 9     |       |      | 295.0                | 364.0 | --- | 365.0 | 390.0       | 23.4 |     |     | 23.7 | 32.2 |

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   | 5.0   | 6.0   | 7.0   | 9.0   | 10.0  | 12.0  | 13.0  | 13.5  |
| 33    | 0.06 | 0.532 | 0.886 | 1.24  | 1.476 | 1.712 | 2.184 | 2.42  | 2.892 | 3.128 | 3.246 |
|       | 0.0  | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   | 6.5   | 7.5   | 9.0   | 10.0  | 11.0  | 12.0  |
| 13    | 0.06 | 0.532 | 0.768 | 1.004 | 1.24  | 1.594 | 1.83  | 2.184 | 2.42  | 2.656 | 2.892 |
|       | 0.0  | 0.5   | 1.0   | 1.5   | 2.0   | 2.0   | 2.5   | 3.0   | 3.0   | 3.5   | 4.0   |
| 9     | 0.06 | 0.178 | 0.296 | 0.414 | 0.532 | 0.532 | 0.65  | 0.768 | 0.768 | 0.886 | 1.004 |

Valores corregidos para x

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| x = | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |
|     | 0.1 | 0.2 |

No. golpes

CALCULADOS

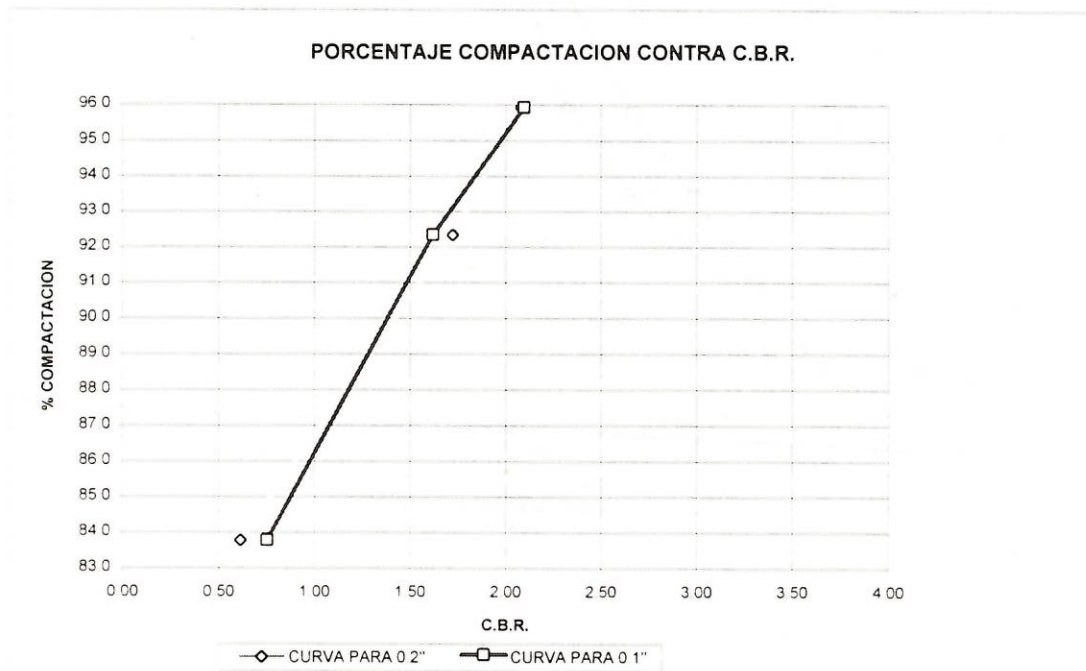
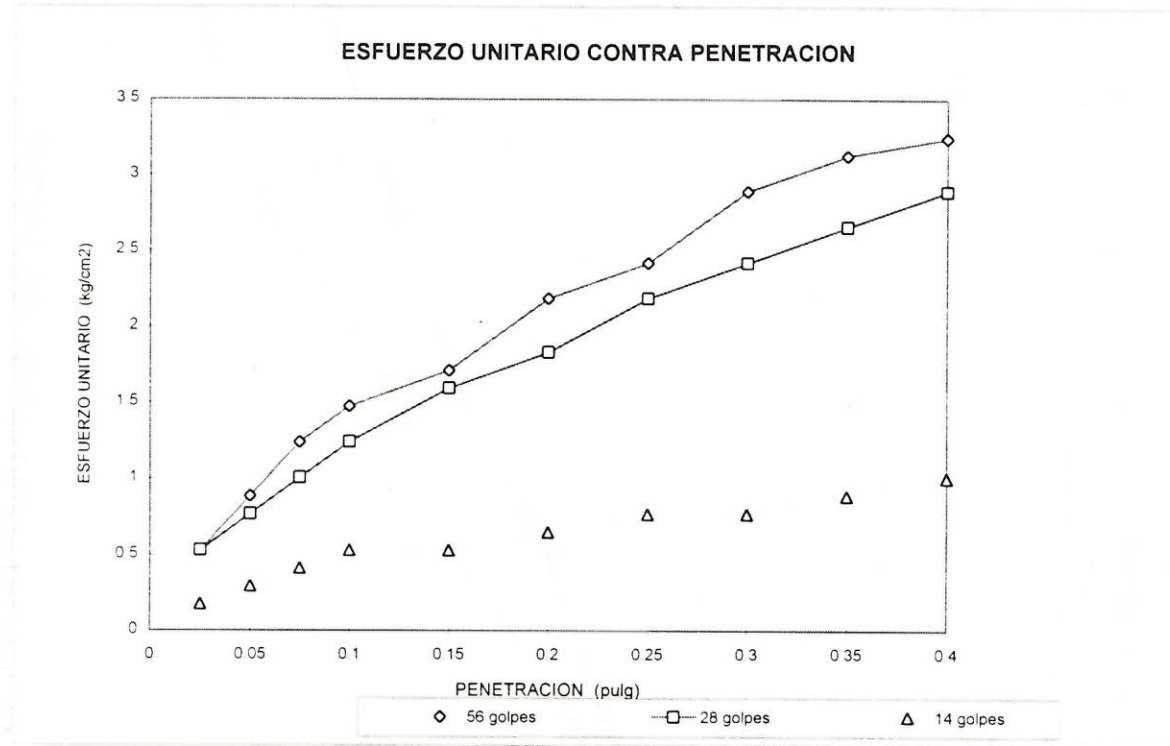
CORREGIDOS

| No. golpes | 0.1  | 0.2  | % COMPACT. | 0.1  | 0.2  |
|------------|------|------|------------|------|------|
| 56         | 1.48 | 2.20 | 95.9       | 2.10 | 2.08 |
| 28         | 1.14 | 1.82 | 92.3       | 1.62 | 1.72 |
| 14         | 0.53 | 0.65 | 83.8       | 0.75 | 0.62 |

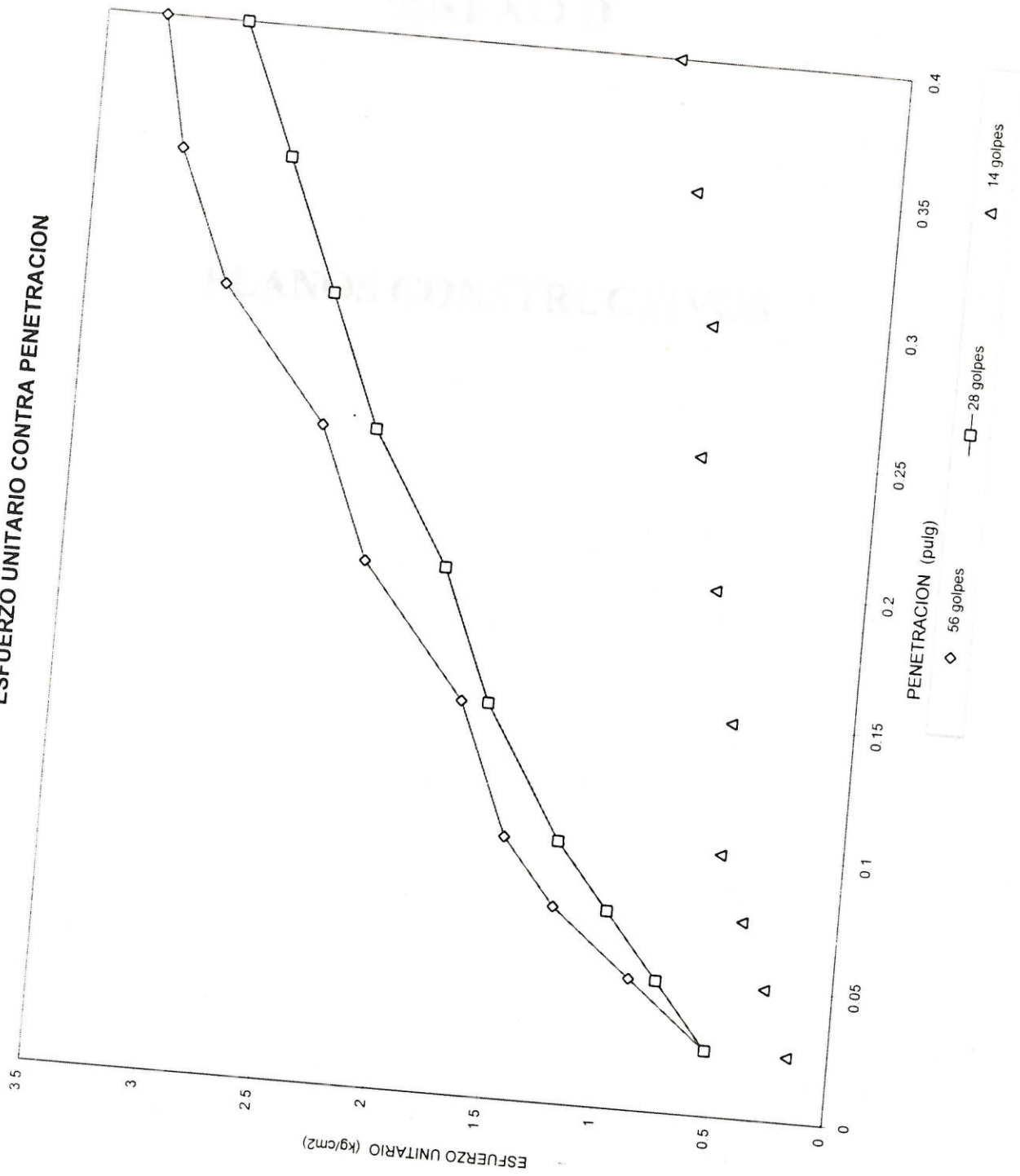
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

**PRUEBA DE C.B.R.**

FECHA: MARZO 1995  
 PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO  
 MUESTRA No:  
 LOCALIZACION: ESTACION 3 + 500  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



# ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



# **ANEXO D**

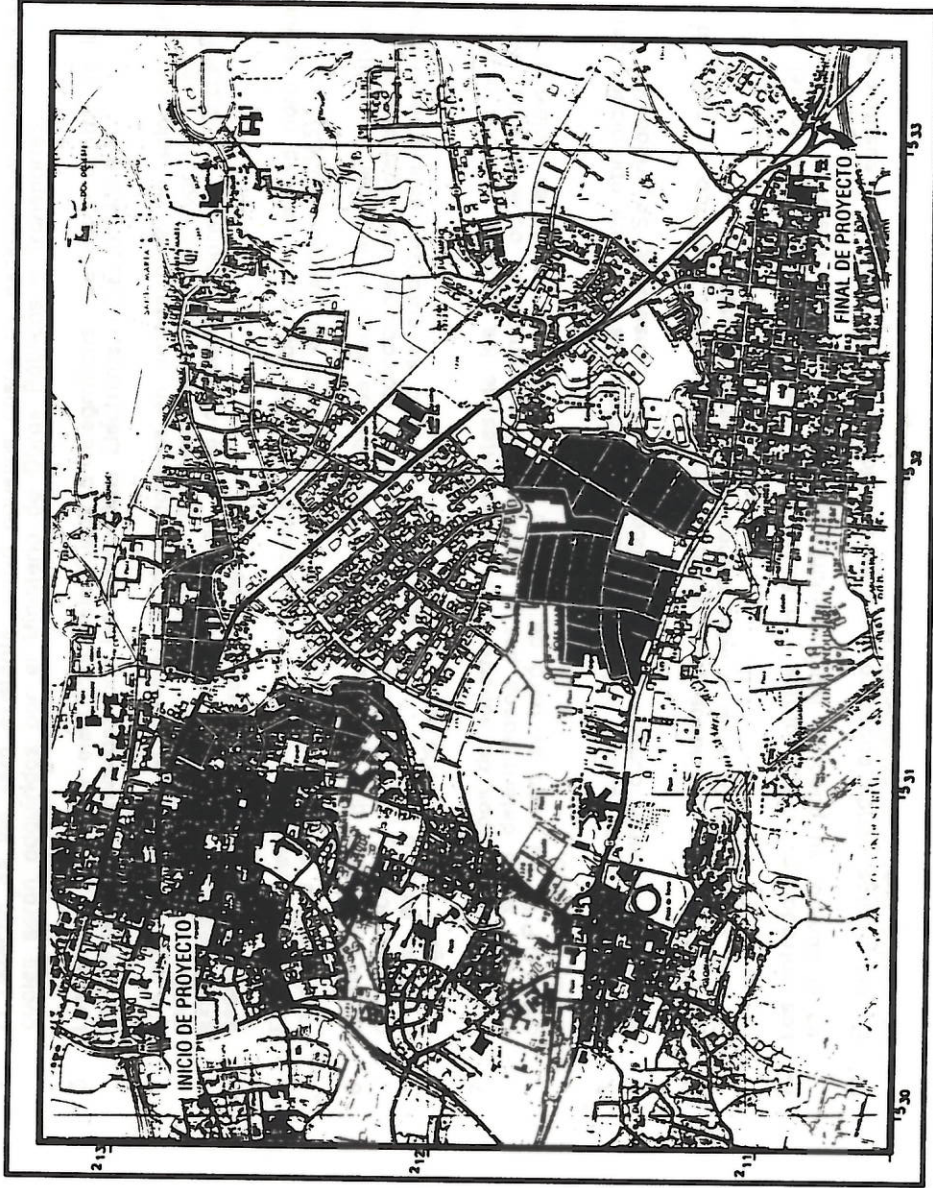
## **PLANOS CONSTRUCTIVOS**

**REPUBLICA DE COSTA RICA**  
**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES**  
**DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

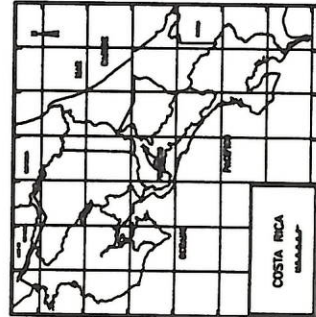
CONVENIO CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL - FUNDEVI  
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**PROYECTO: FUENTE LA HISPANIDAD - SAN PEDRO - LA GALERA**

LONGITUD : 3.8 km.



| CARACTERISTICAS          |         |
|--------------------------|---------|
| TERRENO PLANO            |         |
| VELOCIDAD DE DISEÑO      | 60 km/h |
| DERECHO DE VIA EXISTENTE |         |



| INDICE     |                            |
|------------|----------------------------|
| No. LAMINA | DESCRIPCION                |
| 1          | PORTADA Y UBICACION        |
| 2          | NOTAS GENERALES            |
| 3          | SUMARIO DE CANTIDADES      |
| 4-9-6      | SECCIONES EXISTENTES       |
| 7          | SECCION TIPICA A CONSTRUIR |
| 8-9        | DETALLE DE PUENTES         |
| 10-11      | INSPECCION VISUAL          |
| 12         | RESULTADOS DE LABORATORIO  |
| 13 o 17    | PLANTA ESQUEMATICA         |

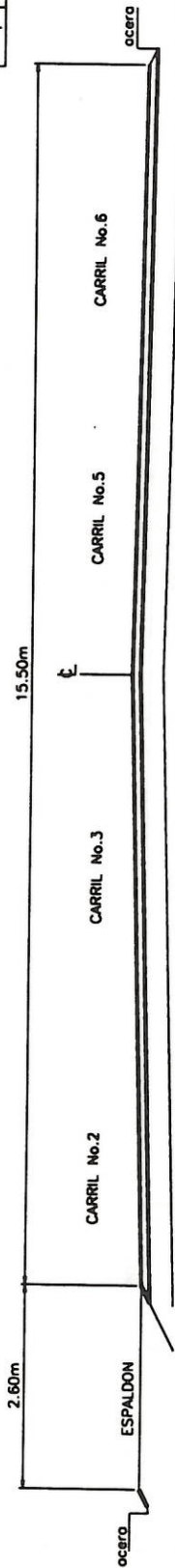
## NOTAS GENERALES

- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).
- 2 El Derecho de Vía será existente, salvo aquellas casos de excepción indicados, los cuales serán adquiridos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- 3 Los postes de líneas eléctricas, telefónicas o telegráficas que estén dentro de la carretera serán removidos por las Compañías Eléctricas, I.C.E. o M.O.P.T.
- 4 Las ampliaciones de la carretera podrán hacerse en ambos o en un solo lado de la misma, según lo indique el ingeniero de proyecto. Se debe conservar las cunetas revestidas existentes que se ajusten a la ampliación de la carretera y Normas del M.O.P.T., según lo indique el ingeniero de proyecto.
- 5 En aquellas secciones donde fuera necesario efectuar banqueo, este se hará según lo determine el Ingeniero. El pago se hará por medio del Renglón 203(3).
- 6 Es recomendable que la reinstalación de las tuberías sean hechas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero en el campo o en su defecto el M.O.P.T. se reservará el derecho de autorizar este trabajo con cargo al renglón de pago 109.04.
- 7 Los espesores, tipos de superficies y las rasantes de los accesos públicos a la carretera serán determinados por el Ingeniero en el campo de acuerdo a las Normas del M.O.P.T.. Su pago se hará de acuerdo a los diferentes Renglones incluidos en el Proyecto.
- 8 Los señales de seguridad vial necesarios serán colocados en sitios apropiados del proyecto y deberán cumplir con especificaciones del Consejo de Seguridad Vial.
- 9 En las secciones confinadas por cordón y caño, el concreto asfáltico se colocará de caño a caño y de acuerdo a indicaciones del Ingeniero Inspector.
- 10 Las entradas a casas, garajes y a fincas serán construidas por indicación del Ingeniero en el campo, su pago se hará mediante el Renglón de pago 109.04.
- 11 En los tramos donde aparezca base estabilizada, se debe remover y sustituir por una base de piedra quebrada graduación B.

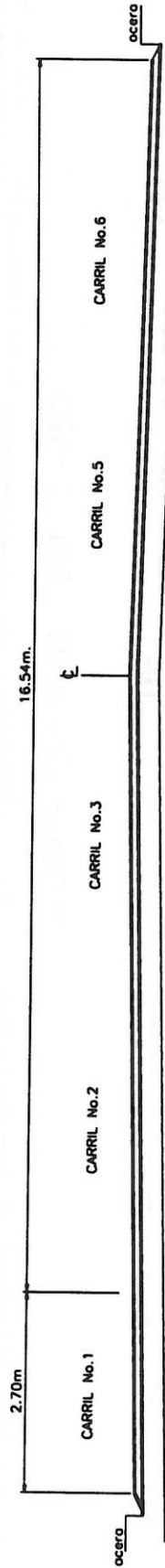


## SUMARIO DE CANTIDADES

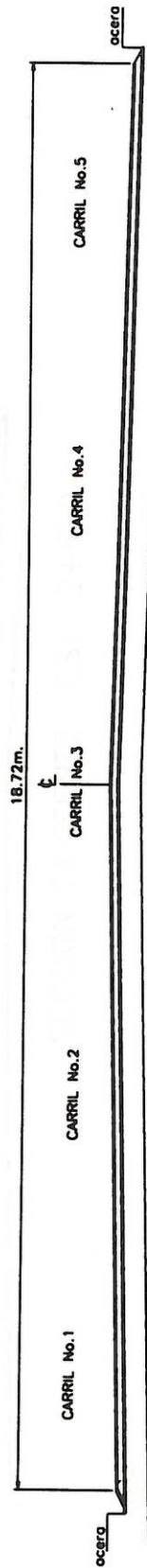
| RENGLON DE PAGO | DESCRIPCION  | CANTIDAD  | UNIDAD         |
|-----------------|--|-----------|----------------|
| 103.09B         | SUBTOTAL POR REAJUSTES                                 | 8.000.000 | ₡              |
| 109.04          | TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE                         | 8.000.000 | ₡              |
| 203(14)         | LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS                       | 346       | m <sup>3</sup> |
| 203(15)         | EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR                 | 250       | m <sup>3</sup> |
| 204(1)          | SUB-BASE GRADUACION D                                  | 127       | m <sup>3</sup> |
| 206(1)          | EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS                            |           | m <sup>3</sup> |
| 210(2)A         | ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO A RECICLAR        | 38.400    | m <sup>2</sup> |
| 301(1)A         | BASE ASFALTICA RECICLADA EN PLANTA                     | 11.830    | ton.           |
| 301(2)          | CEMENTO ASFALTICO 85-100 PARA BASE RECICLADA           | 473.200   | Lts.           |
| 304(3)          | BASE AGREGADO TRITURADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B. |           | m <sup>3</sup> |
| 403(1)          | PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA | 17.559    | ton.           |
| 403(2)          | CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA             | 661.280   | Lts.           |
| 407(2)          | ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA              | 85.120    | Lts.           |
| 408(3)          | ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA              |           | Lts.           |
| 408(5)          | MATERIAL DE SECADO                                     | 80.000    | Lts.           |
| 502(1)          | CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO                        | 610       | m <sup>3</sup> |
| 602A(2)         | HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm <sup>2</sup> ) | 186       | m <sup>3</sup> |
| 602B(1)         | MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO        |           | m <sup>3</sup> |
| 602C(1)         | VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO                         |           | c/u            |
| 604A(6)         | REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL       |           | kg             |
| 605(21)         | RELLENO DE GRAVAS SUB DRENAJE FRANCES                  | 12        | c/u            |
| 605(22)         | TELA FIBRA SINTETICA/ SUBDRENAJE                       | 72        | m <sup>3</sup> |
| 612(2)          | BARANDA DE ACERO PARA PUENTE                           | 500       | m <sup>2</sup> |
| 622A(6)         | CAUCES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA            | 500       | m              |



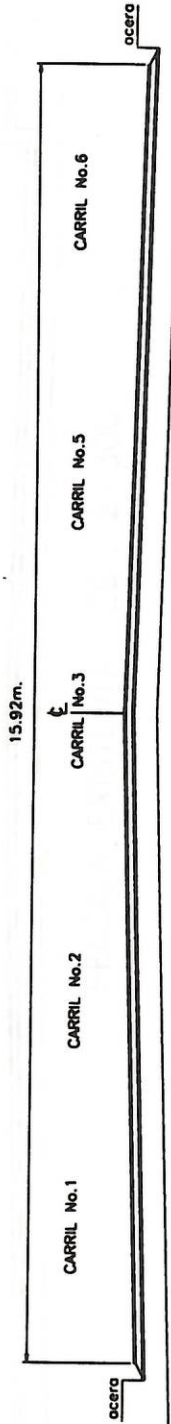
SECCION EXISTENTE EST. 1+500



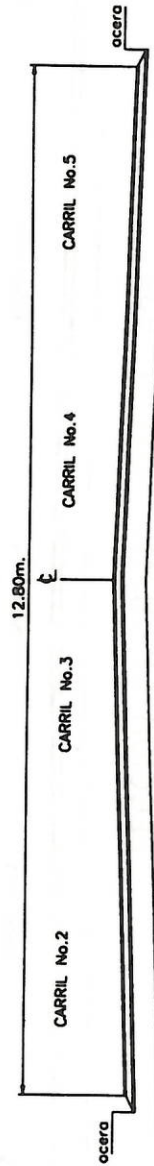
SECCION EXISTENTE EST. 1+150



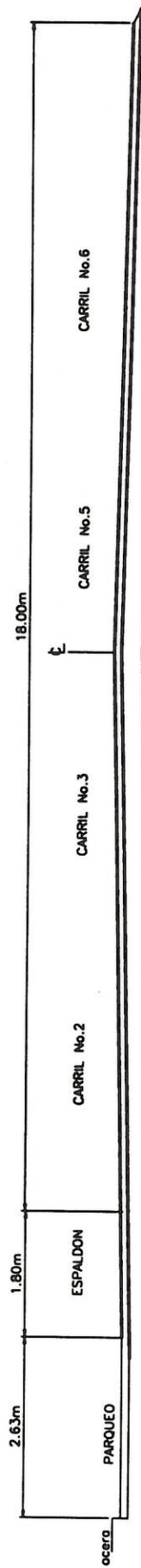
SECCION EXISTENTE EST. 1+075



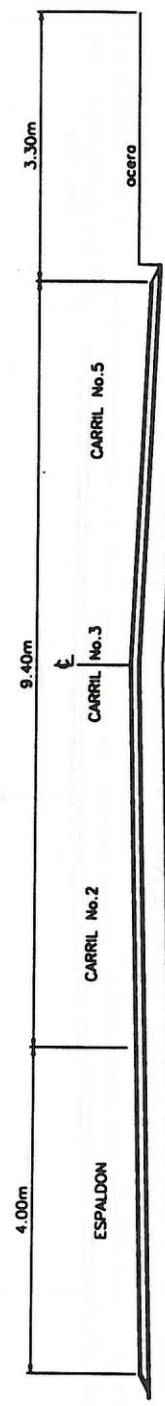
SECCION EXISTENTE EST. 0+500



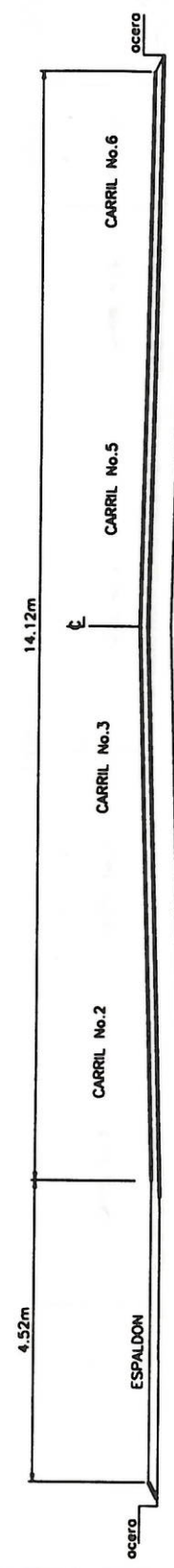
SECCION EXISTENTE EST. 0+250



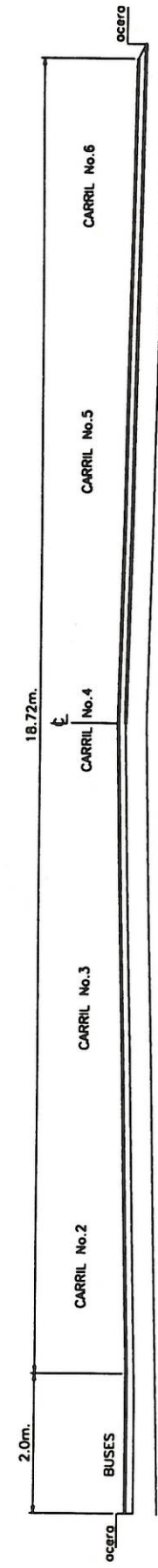
SECCION EXISTENTE EST. 2+750



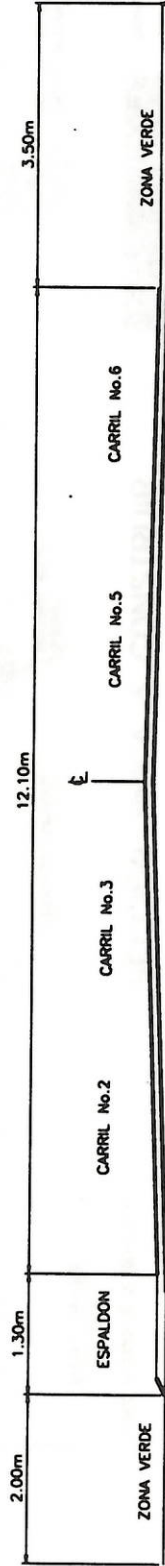
SECCION EXISTENTE EST. 2+650



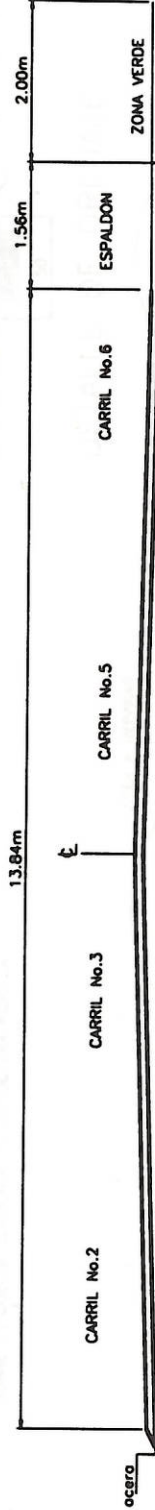
SECCION EXISTENTE EST. 2+300



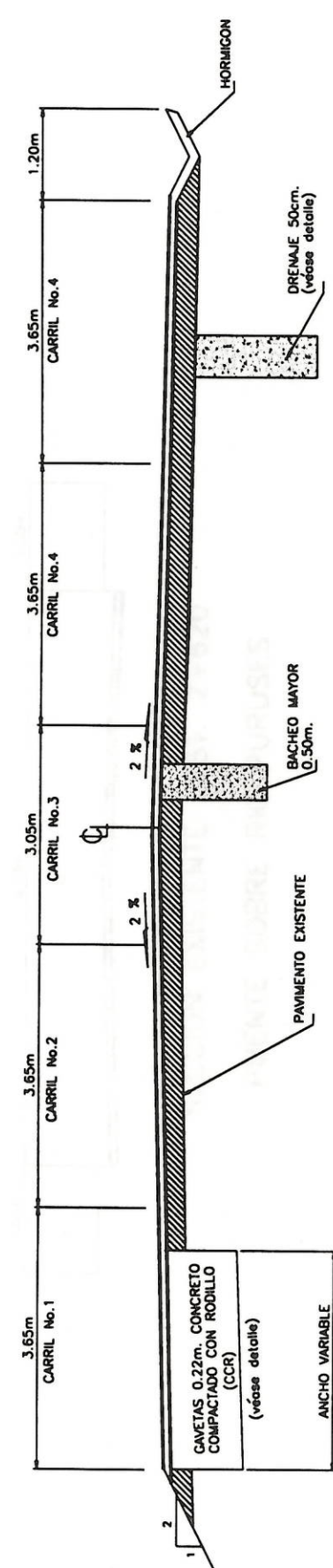
SECCION EXISTENTE EST. 1+625



SECCION EXISTENTE EST. 3+150



SECCION EXISTENTE EST. 2+935

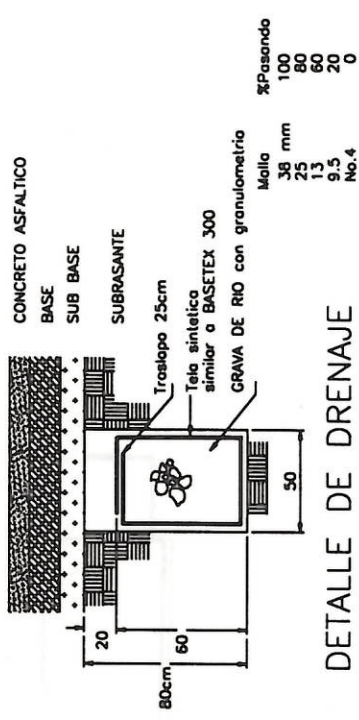


**SECCION TIPICA A CONSTRUIR**

LADO IZQUIERDO O DERECHO

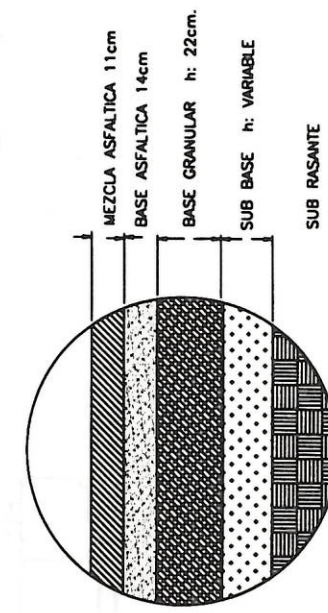
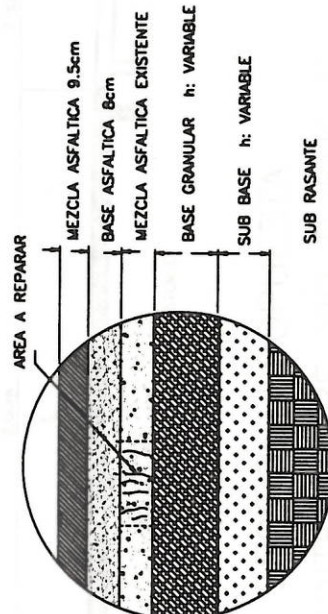
**NOTA:**  
 SE REALIZARA UN BACHEO MAYOR Y CONSISTIRA EN SUSTITUIR PAVIMENTO EXISTENTE Y ACONDICIONARLO, REMOVIENDO LOS MATERIALES HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 55 cm., COLOCAR UN ESPESOR DE PAVIMENTO CONSISTITUIDO POR 30 cm. DE SUB BASE, 25 cm. DE BASE

SE DEBE REALIZAR UN BACHEO MENOR, ASI COMO UN SELLADO DE GRIETAS PARA PREPARAR LA SUPERFICIE SOBRE LA QUE SE COLOCARA LA ESTRUCTURA INDICADA



**DETALLE DE DRENAJE**

|       |       |     |
|-------|-------|-----|
| Malla | 38 mm | 100 |
|       | 25    | 80  |
|       | 13    | 60  |
|       | 9.5   | 20  |
| No.4  |       | 0   |

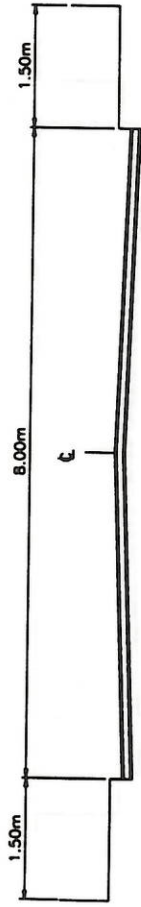


**DETALLE DE AMPLIACION EN CCR.**

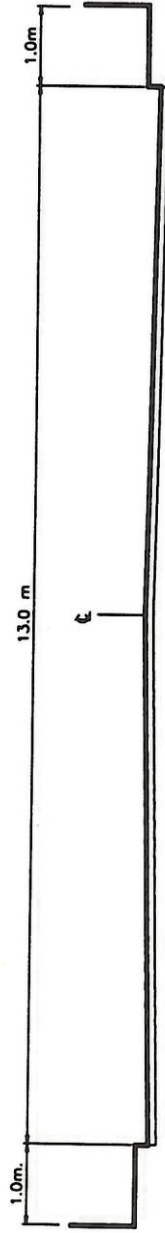
DE ESTACION 0+000 A 1+400

DE ESTACION 1+400 A FINAL DE PROYECTO

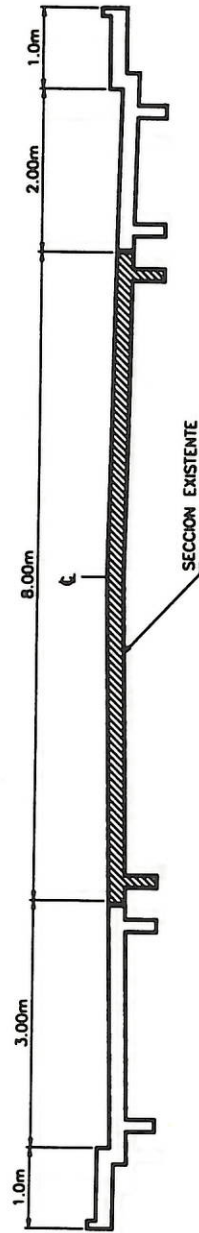
**DETALLE DE RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO**

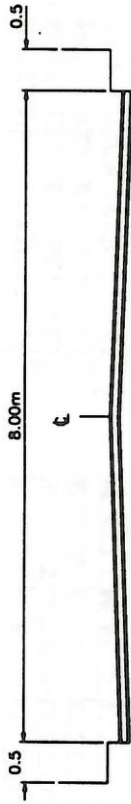


SECCION EXISTENTE EST. 2+620  
PUENTE SOBRE RIO PURUSES

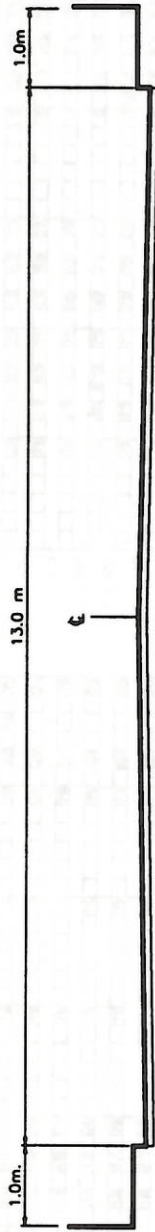


SECCION PROPUESTA  
PUENTE SOBRE RIO PURUSES

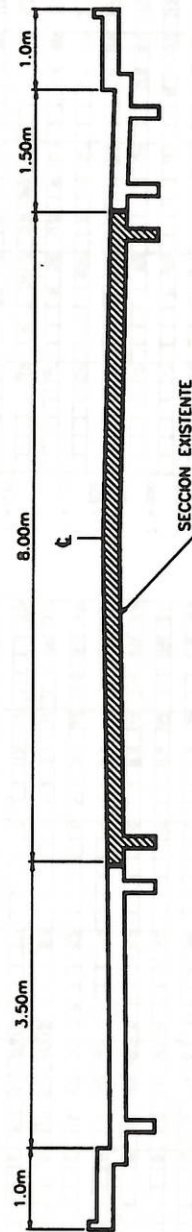




SECCION EXISTENTE EST. 3+430  
PUENTE SOBRE RIO MARIA AGUILAR



SECCION PROPUESTA  
PUENTE SOBRE RIO MARIA AGUILAR









MUESTRAS: SUB RASANTE

| ESTACION      | LIMITES                                      | PROCTOR                        | CBR           | HUMEDAD |
|---------------|--|--------------------------------|---------------|---------|
| 0 + 500       | L. L. =<br>L. P. =<br>I. P. =                | G max. = 1352<br>W opt. = 30.4 | 10.9 PARA 95% | 31.7%   |
| 1 + 000       | L. L. = 43.3<br>L. P. = 27.3<br>I. P. = 16.0 | G max. = 1485<br>W opt. = 24.3 | 3.5 PARA 95%  | 53.2%   |
| 1 + 500       | L. L. = 43.3<br>L. P. = 27.3<br>I. P. = 16.0 | G max. = 1485<br>W opt. = 24.3 | 3.5 PARA 95%  | 35.9%   |
| 2 + 000       | L. L. = 45.0<br>L. P. = 30.6<br>I. P. = 14.4 | G max. = 1406<br>W opt. = 30.8 | 8.5 PARA 95%  | 34.1%   |
| 2 + 550       | L. L. = 30.8<br>L. P. = 19.2<br>I. P. = 11.6 | G max. = 1588<br>W opt. = 22.0 | 4.2 PARA 95%  | 21.7%   |
| 3 + 000 (Ld.) | L. L. = 45.0<br>L. P. = 30.6<br>I. P. = 14.4 | G max. = 1375<br>W opt. = 28.0 | 8.0 PARA 95%  | 36.3%   |
| 3 + 000 (C.)  | L. L. = 59.8<br>L. P. = 28.0<br>I. P. = 31.7 | G max. = 1345<br>W opt. = 30.8 | 1.2 PARA 95%  | 36.4%   |
| 3 + 500       | L. L. = 48.5<br>L. P. = 27.3<br>I. P. = 21.2 | G max. = 1416<br>W opt. = 28.7 | 2.0 PARA 95%  | 32.8%   |

MUESTRAS: BASE

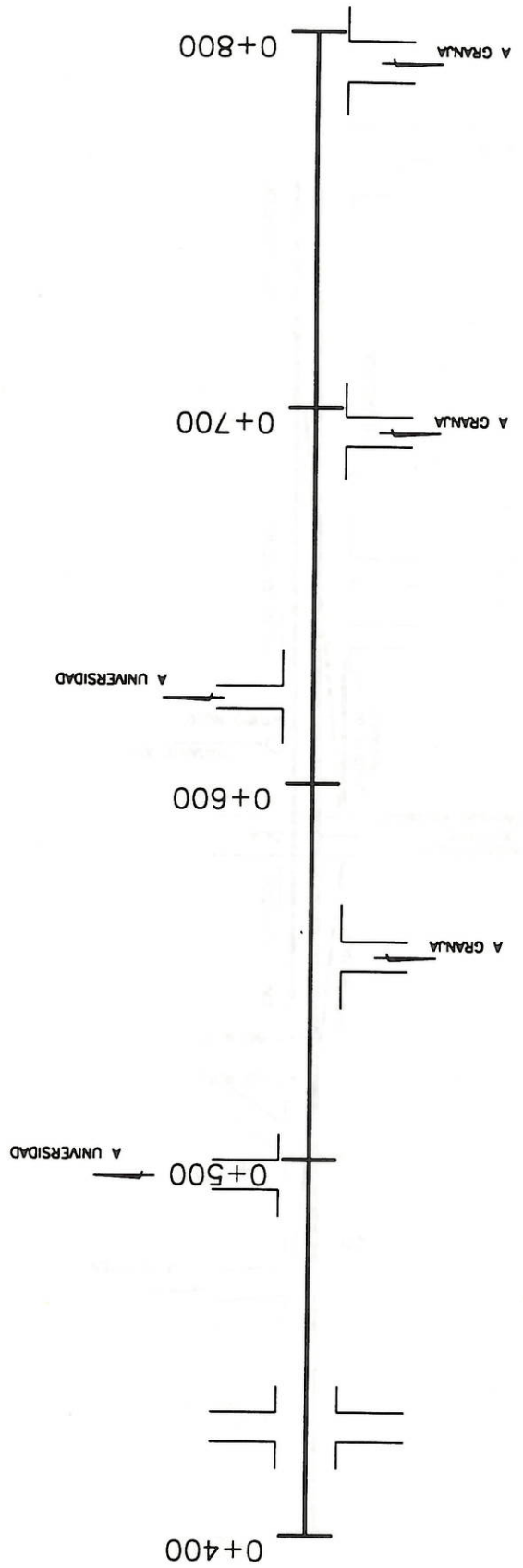
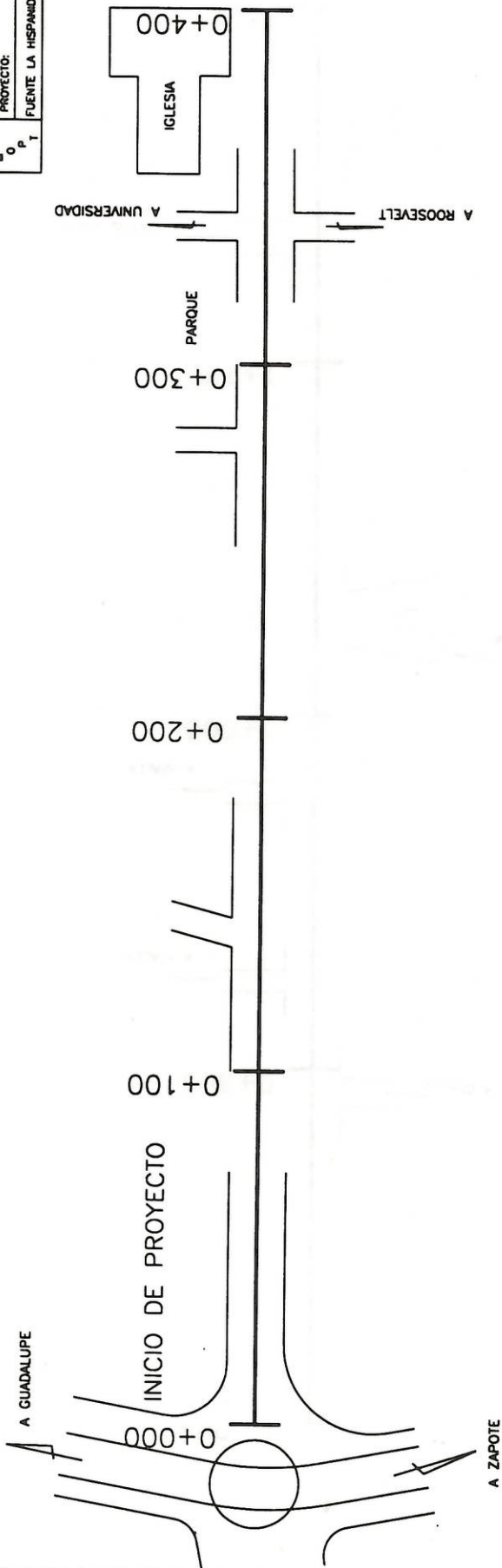
| ESTACION      | LIMITES                                     | PROCTOR                       | CBR           |
|---------------|---|-------------------------------|---------------|
| 0 + 500       | L. L. = 16.3<br>L. P. = 14.7<br>I. P. = 1.6 | (*)                           | (*)           |
| 1 + 000       | L. L. = 29.5<br>L. P. = 22.6<br>I. P. = 6.9 | (*)                           | (*)           |
| 1 + 000       | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | (*)                           | (*)           |
| 1 + 500       | L. L. = 18.8<br>L. P. = 13.8<br>I. P. = 5.0 | G max. = 2050<br>W opt. = 6.7 | 62.5 para 95% |
| 2 + 000       | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 2117<br>W opt. = 7.4 | NO SE PROCESA |
| 3 + 000 (Ld.) | L. L. = 21.6<br>L. P. = 14.7<br>I. P. = 6.9 | G max. = 2130<br>W opt. = 5.9 | 70.0 para 95% |
| 3 + 000 (C.)  | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 2130<br>W opt. = 5.9 | 70.0 para 95% |
| 3 + 500       | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 2103<br>W opt. = 8.8 | 50.0 para 95% |

MUESTRAS: SUB BASE

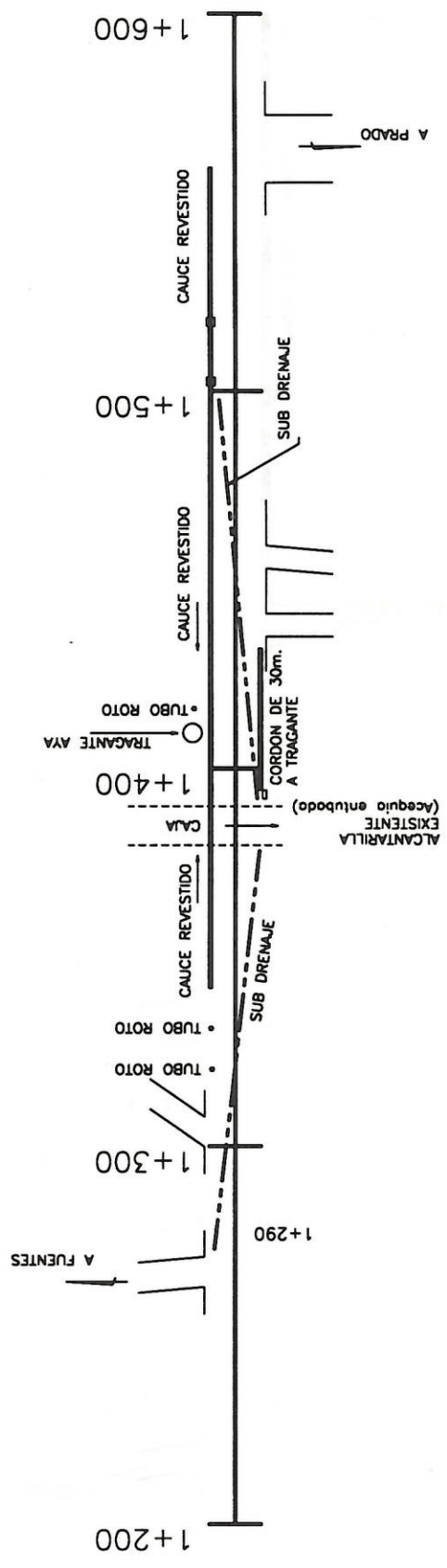
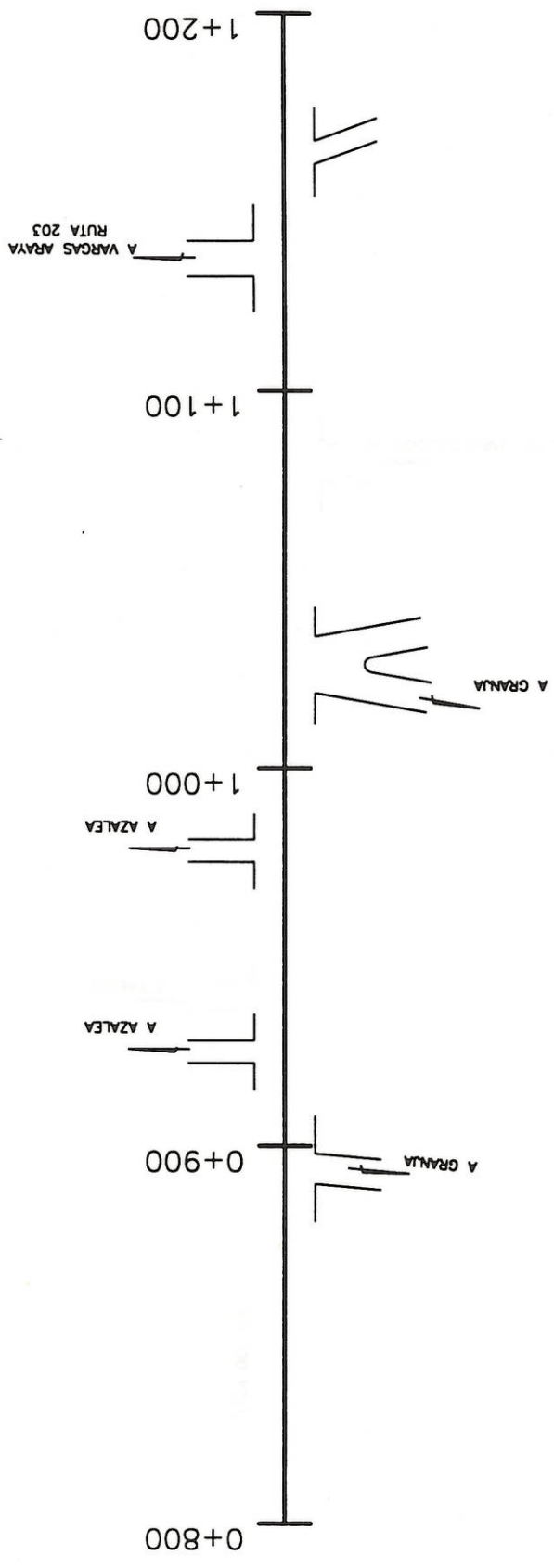
| ESTACION | LIMITES                                     | PROCTOR                        | CBR           |
|----------|---|--------------------------------|---------------|
| 0 + 500  | L. L. = 16.1<br>L. P. = 13.3<br>I. P. = 2.8 | (*)                            | (*)           |
| 1 + 000  | NO EXISTE                                   | NO EXISTE                      | NO EXISTE     |
| 1 + 500  | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 1837<br>W opt. = 12.9 | 55.0 PARA 95% |
| 2 + 000  | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 1837<br>W opt. = 12.9 | 55.0 PARA 95% |
| 3 + 000  | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 1780<br>W opt. = 14.9 | 75.0 PARA 95% |
| 3 + 500  | L. L. = N P<br>L. P. = N P<br>I. P. = N P   | G max. = 1773<br>W opt. = 15.2 | 53.0 PARA 95% |

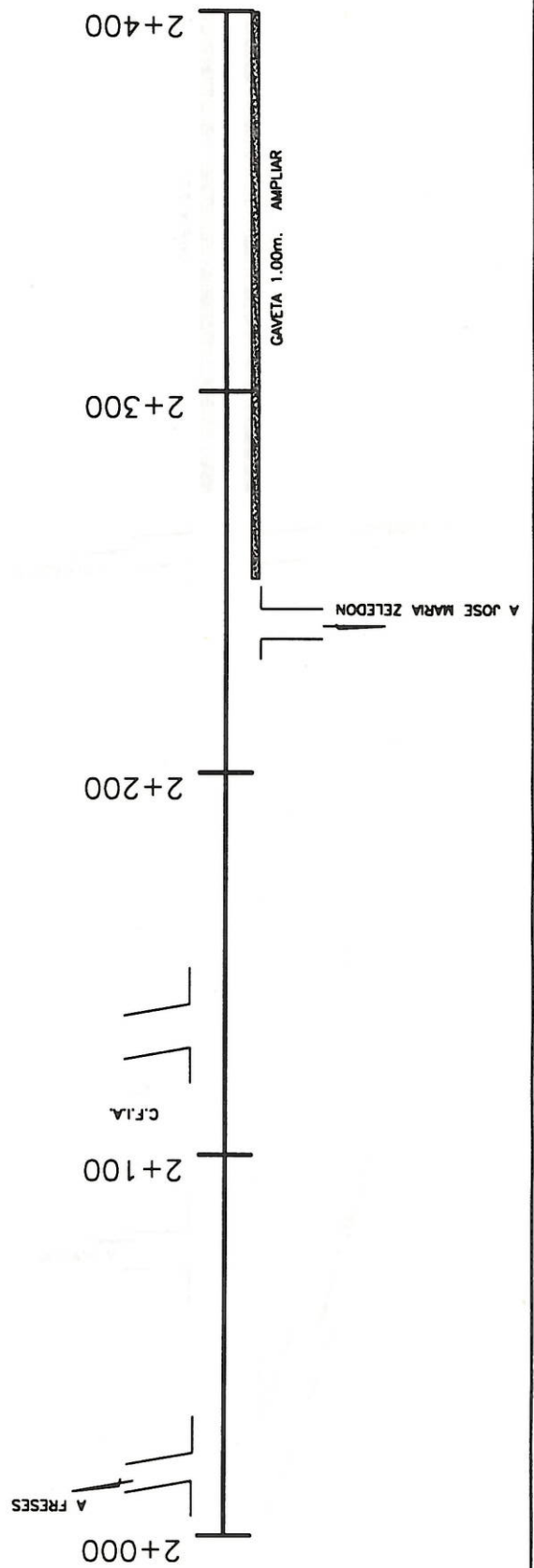
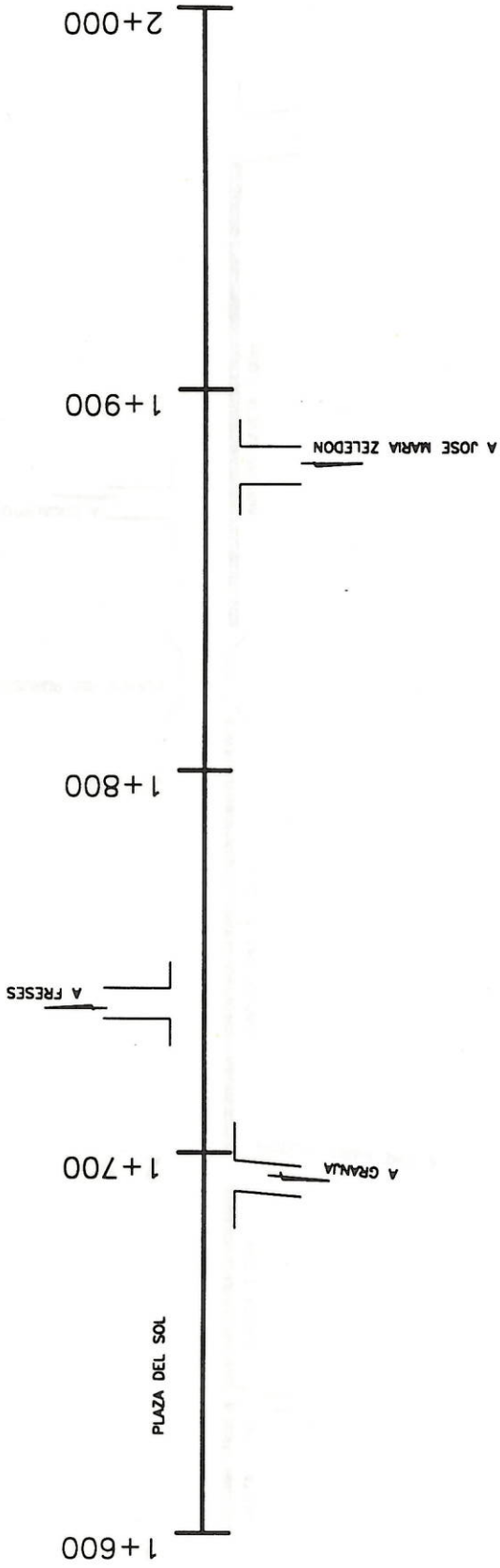
(\*) NO SE PROCESA POR EXCESO EN PARTICULAS DE TAMAÑO GRUESO

RESULTADOS DE LABORATORIO

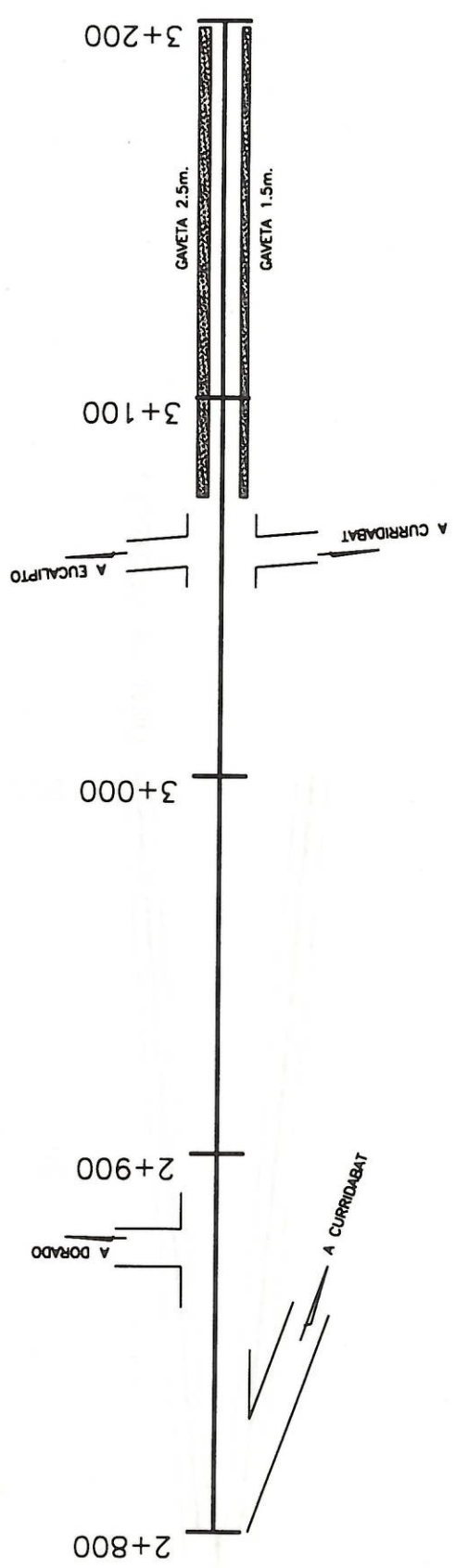
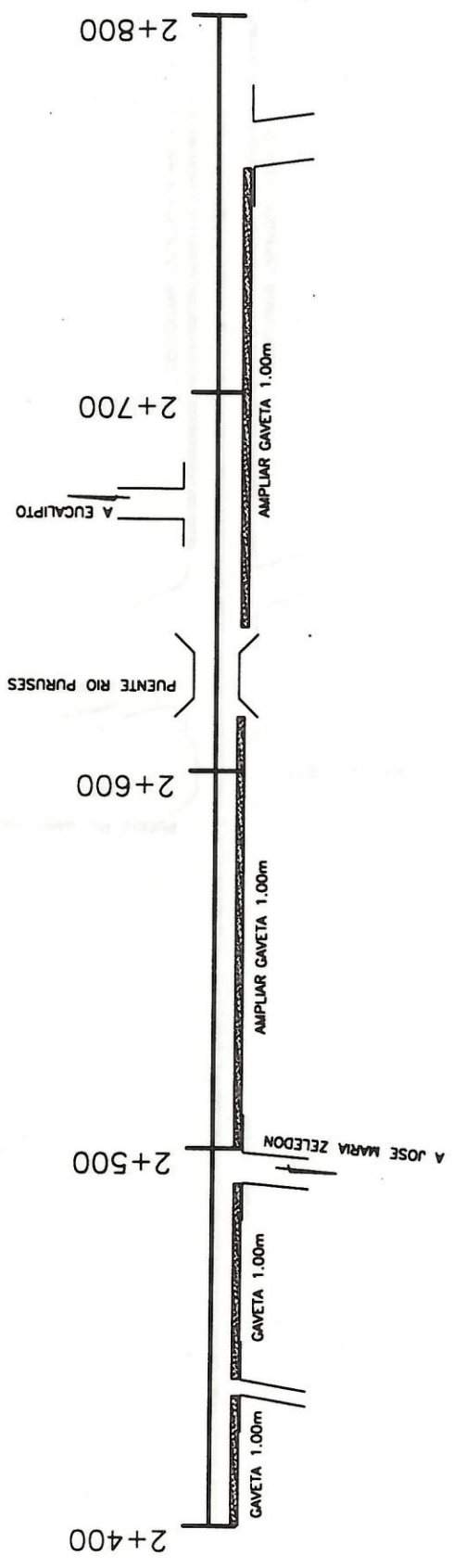


|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 14 | PROYECTO:                        |
| 17 | FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA |





|   |                                  |    |
|---|----------------------------------|----|
| U | PROYECTO:                        | 16 |
| P | FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA | 17 |
| T |                                  |    |



|                  |                                  |    |
|------------------|----------------------------------|----|
| M<br>O<br>P<br>T | PROYECTO:                        | 17 |
|                  | FUENTE LA HISPANIDAD - LA GALERA | 17 |

