UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIÓN DE POST GRADO


# ENSAYOS DE LABORATORIO


Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado

## A) Ensayos Estándar

Permiten determinar las propiedades físicas de los suelos

- Análisis granulométrico por tamizado y sedimentación
- Límites de consistencia
- Contenido de humedad

## B) Ensayos Especiales

Permiten obtener las propiedades de resistencia, compresibilidad y de flujo de los suelos.

- Ensayo de Corte Directo
- Ensayo de Compresión Simple
- Ensayo de Compresión Triaxial
- Ensayo de Consolidación
- Ensayo de Permeabilidad

# ENSAYOS ESTÁNDAR

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

# G R A N U L O M E T R I A
## POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO : PRESA TINAJONES
UBICACIÓN : -
FECHA : Agosto-01

SONDAJE : T-7
MUESTRA : M -1
PROFUN : 2.46 m

| TAMIZES ASTM | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|
| 3" | | | | |
| 2" | | | | |
| 1 1/2" | | | | |
| 1" | | | | |
| 3/4" | | | | |
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Nro, 4 | 1.11 | 1.72 | 1.72 | 98.28 |
| Nro, 10 | 1.93 | 2.98 | 4.70 | 95.30 |
| Nro, 20 | 3.48 | 5.38 | 10.08 | 89.92 |
| Nro, 40 | 5.06 | 7.82 | 17.90 | 82.10 |
| Nro, 60 | 4.24 | 6.56 | 24.46 | 75.54 |
| Nro, 140 | 10.73 | 16.59 | 41.05 | 58.95 |
| Nro, 200 | 3.41 | 5.27 | 46.32 | 53.68 |
| PASA Nro. 200 | 34.72 | 53.68 | 100.00 | 0.00 |

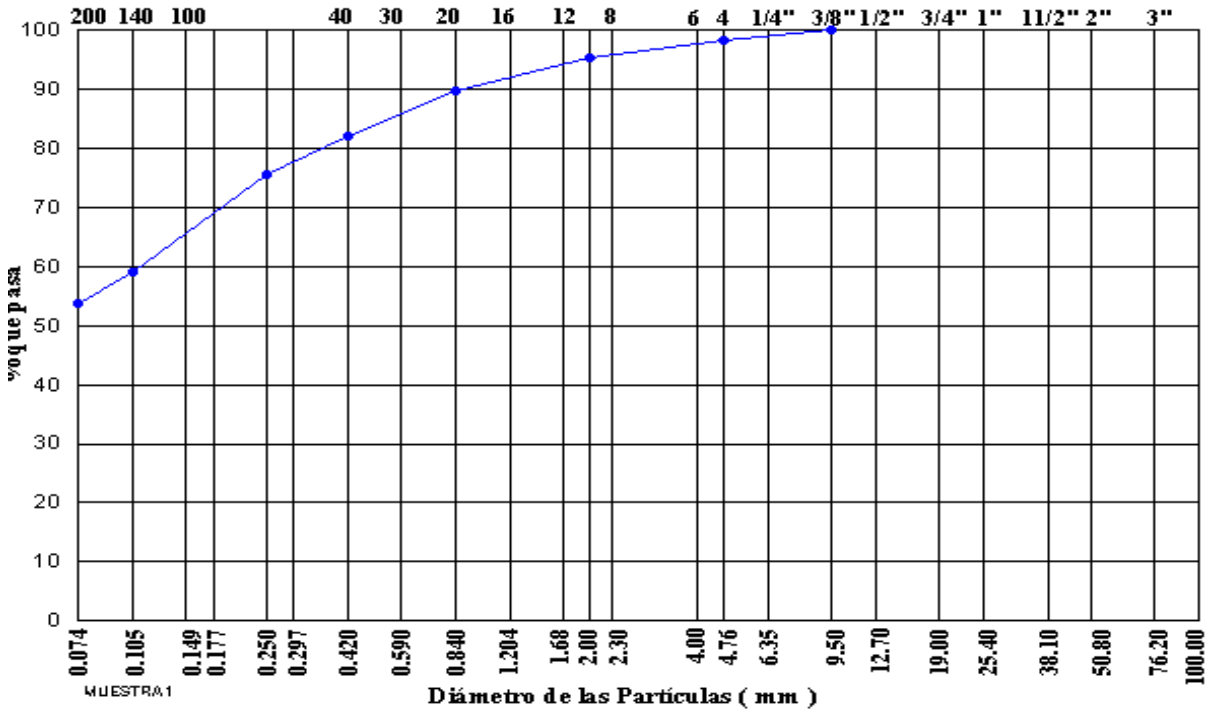
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

HUMED. NAT = 6.63 %
L.L. = 25.35 %
L.P. = 13.01 %
I.P. = 12.34 %

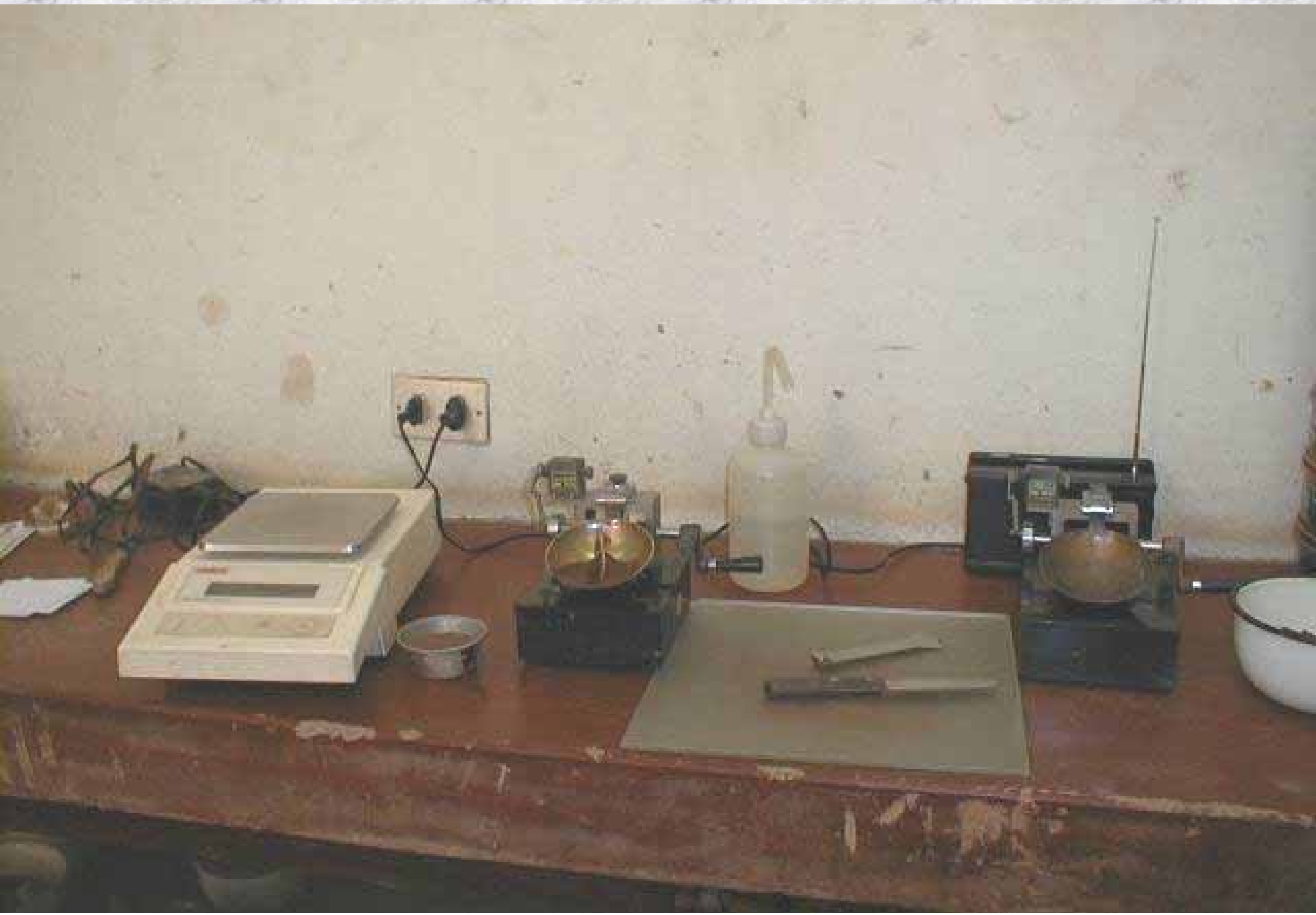
CLASIFIC .S.U.C.S. = CL

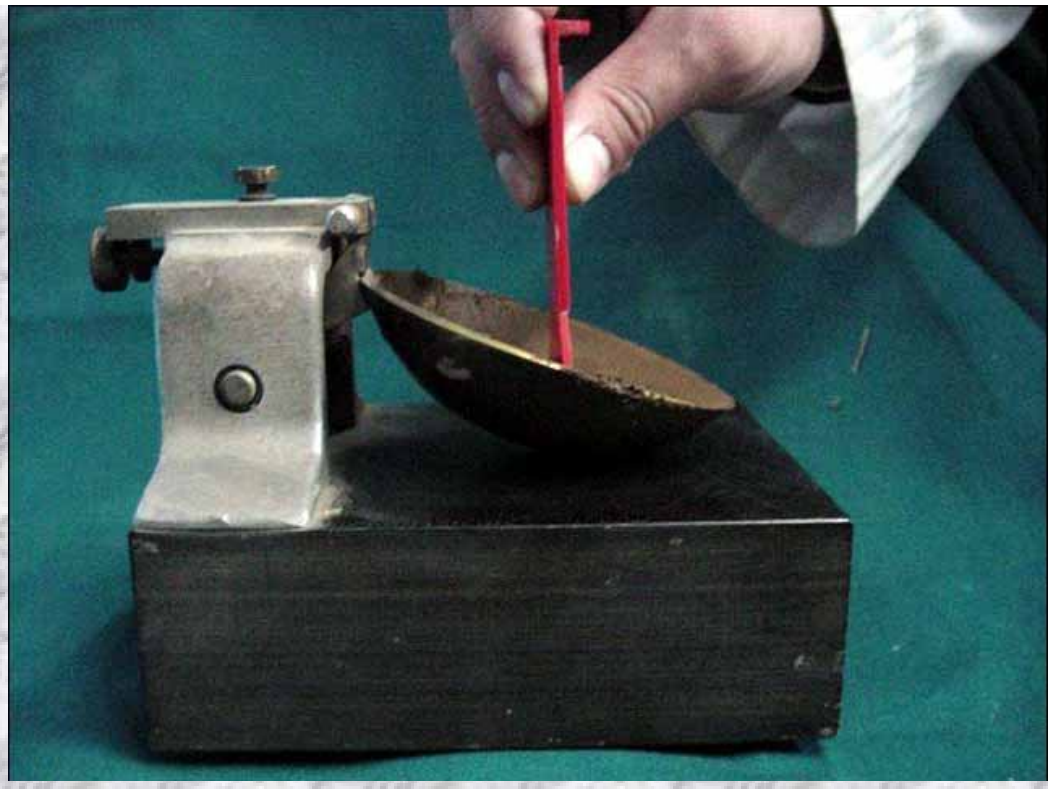
OBSERVACIONES

| | | | |
|---|---|---|---|
| MATERIAL | (gr) | 64.68 | 100.00% |
| AGREG. FINO | (gr) | 63.57 | 98.28% |
| AGREG. GRUESO | (gr): | 1.11 | 1.72% |



# LÍMITES DE CONSISTENCIA





LÍMITE LÍQUIDO

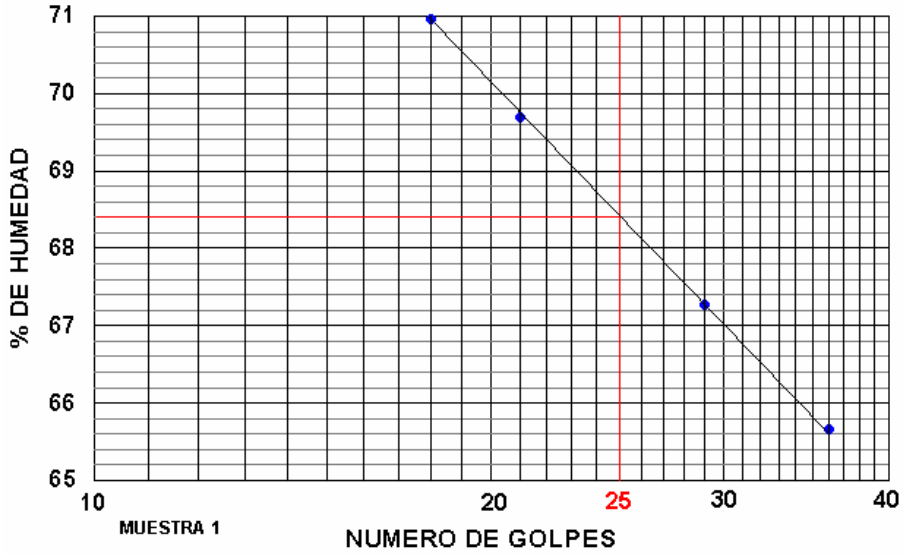
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PROYECTO** | **: ARCILLA** | **SONDAJE** | **:** |
| **UBICACIÓN** | **:** | **MUESTRA** | **:** |
| **FECHA** | **: AGOSTO DEL 2001** | **PROFUN** | **:** |

# LIMITE DE PLASTICIDAD

| LIMITE LIQUIDO ASTM D 4318 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TARA No | 414 | 408 | 2 | 8 | | |
| No DE GOLPES | 36 | 29 | 21 | 18 | | |
| T + S. HUMEDO | 32.77 | 31.40 | 31.82 | 27.39 | | |
| T + S. SECO | 25.81 | 24.12 | 24.23 | 20.84 | | |
| PESO DEL AGUA | 6.96 | 7.28 | 7.59 | 6.55 | | |
| PESO DE TARA | 15.21 | 13.30 | 13.34 | 11.61 | | |
| PESO DEL S.SECO | 10.60 | 10.82 | 10.89 | 9.23 | | |
| % DE HUMEDAD | 65.66% | 67.28% | 69.70% | 70.96% | | |

| LIMITE PLASTICO NORMA ASTM D 4318 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TARA N° | 81 | 512 | 312 | | | |
| T + S. HUMEDO | 14.21 | 16.12 | 14.46 | | | |
| T + S. SECO | 13.86 | 15.73 | 14.10 | | | |
| PESO DEL AGUA | 0.35 | 0.39 | 0.36 | | | |
| PESO DE TARA | 12.29 | 14.07 | 12.49 | | | |
| PESO DEL S.SECO | 1.57 | 1.66 | 1.61 | | | |
| % DE HUMEDAD | 22.29% | 23.49% | 22.36% | | | |




| MUESTRA Nº 01 | |
|---|---|
| **L.L.** | **68.40%** |
| **L.P.** | **22.71%** |
| **I.P.** | **45.69%** |
| **L.C.** | **14.14%** |

LÍMITE PLÁSTICO

# ENSAYOS ESPECIALES

# ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**Objetivo:**

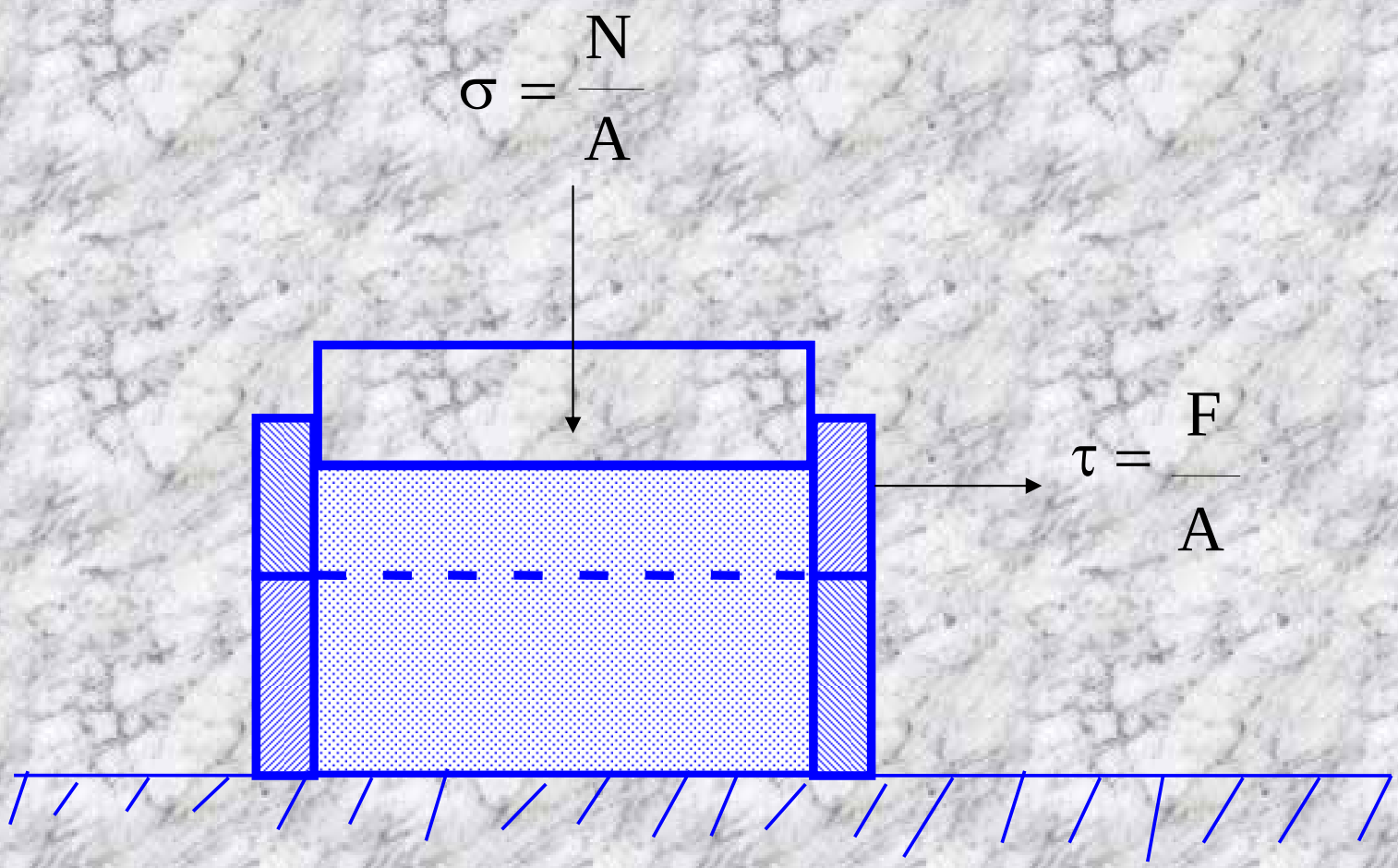
Medir la resistencia cortante de suelos granulares.

**Equipo:**

Se utiliza el aparato para Corte Directo (caja partida un fija y la otra se puede mover horizontalmente con una fuerza horizontal aplicada).

**Procedimiento del Ensayo:**

- Colocar el especimen al interior de la caja
- Aplicar esfuerzo vertical
- Aplicar esfuerzo horizontal hasta la falla




**Esquema del Aparato de Corte Directo**

Envolvente de falla para una arena seca ensayada en corte directo

Envolvente de falla para una arcilla dura ensayada en corte directo

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM - D3080)

INFORME N° : ---
SOLICITANTE : ---
PROYECTO : ---
UBICACIÓN : ---
FECHA : ---

Sondaje : ---
Muestra : Mat. < N° 4
Profundidad (m) : ---
Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.50 mm/min
AASHTO : A-2-4 (0)
S U C S : SM / Arena limosa

| DATOS DEL ESPECIMEN | | ESPECIMEN 01 | | ESPECIMEN 02 | | ESPECIMEN 03 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Esfuerzo Normal | (kg/cm²) | 0.50 | | 1.00 | | 2.00 | |
| Etapa | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| Altura | (cm) | 2.00 | 1.96 | 2.00 | 1.97 | 2.00 | 1.94 |
| Diámetro | (cm) | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Humedad | (%) | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.65 | 1.68 | 1.65 | 1.68 | 1.65 | 1.70 |

| ESPECIMEN 01 | | | ESPECIMEN 02 | | | ESPECIMEN 03 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm²) | Esfuerzo Normaliz. (kg/cm²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm²) | Esfuerzo Normaliz. (kg/cm²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm²) | Esfuerzo Normaliz. (kg/cm²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.11 | 0.05 |
| 0.10 | 0.06 | 0.11 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.18 | 0.09 |
| 0.20 | 0.08 | 0.15 | 0.20 | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.31 | 0.16 |
| 0.35 | 0.09 | 0.19 | 0.35 | 0.21 | 0.21 | 0.35 | 0.48 | 0.24 |
| 0.50 | 0.12 | 0.24 | 0.50 | 0.28 | 0.28 | 0.50 | 0.59 | 0.30 |
| 0.75 | 0.15 | 0.29 | 0.75 | 0.36 | 0.36 | 0.75 | 0.75 | 0.38 |
| 1.00 | 0.16 | 0.32 | 1.00 | 0.43 | 0.43 | 1.00 | 0.85 | 0.42 |
| 1.25 | 0.18 | 0.36 | 1.25 | 0.49 | 0.49 | 1.25 | 0.96 | 0.48 |
| 1.50 | 0.19 | 0.37 | 1.50 | 0.54 | 0.54 | 1.50 | 1.04 | 0.52 |
| 1.75 | 0.19 | 0.38 | 1.75 | 0.58 | 0.58 | 1.75 | 1.12 | 0.56 |
| 2.00 | 0.20 | 0.41 | 2.00 | 0.60 | 0.60 | 2.00 | 1.20 | 0.60 |
| 2.50 | 0.21 | 0.43 | 2.50 | 0.64 | 0.64 | 2.50 | 1.32 | 0.66 |
| 3.00 | 0.22 | 0.44 | 3.00 | 0.66 | 0.66 | 3.00 | 1.40 | 0.70 |
| 3.50 | 0.21 | 0.43 | 3.50 | 0.66 | 0.66 | 3.50 | 1.46 | 0.73 |
| 4.00 | 0.21 | 0.43 | 4.00 | 0.65 | 0.65 | 4.00 | 1.48 | 0.74 |
| 4.50 | 0.21 | 0.42 | 4.50 | 0.62 | 0.62 | 4.50 | 1.47 | 0.74 |
| 5.00 | 0.20 | 0.41 | 5.00 | 0.59 | 0.59 | 5.00 | 1.44 | 0.72 |
| 6.00 | 0.19 | 0.38 | 6.00 | 0.52 | 0.52 | 6.00 | 1.28 | 0.64 |
| 7.00 | 0.18 | 0.36 | 7.00 | 0.49 | 0.49 | 7.00 | 1.18 | 0.59 |
| 8.00 | 0.17 | 0.34 | 8.00 | 0.48 | 0.48 | 8.00 | 1.12 | 0.56 |
| 9.00 | 0.17 | 0.34 | 9.00 | 0.47 | 0.47 | 9.00 | 1.10 | 0.55 |
| 10.00 | 0.17 | 0.34 | 10.00 | 0.46 | 0.46 | 10.00 | 1.10 | 0.55 |
| 11.00 | 0.17 | 0.34 | 11.00 | 0.46 | 0.46 | 11.00 | 1.10 | 0.55 |
| 12.00 | 0.17 | 0.34 | 12.00 | 0.46 | 0.46 | 12.00 | 1.10 | 0.55 |

Observación: Densidad seca = 1.65 g/cm³, humedad = 2.8 %. Datos de remoldeo proporcionados por el solicitante.

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

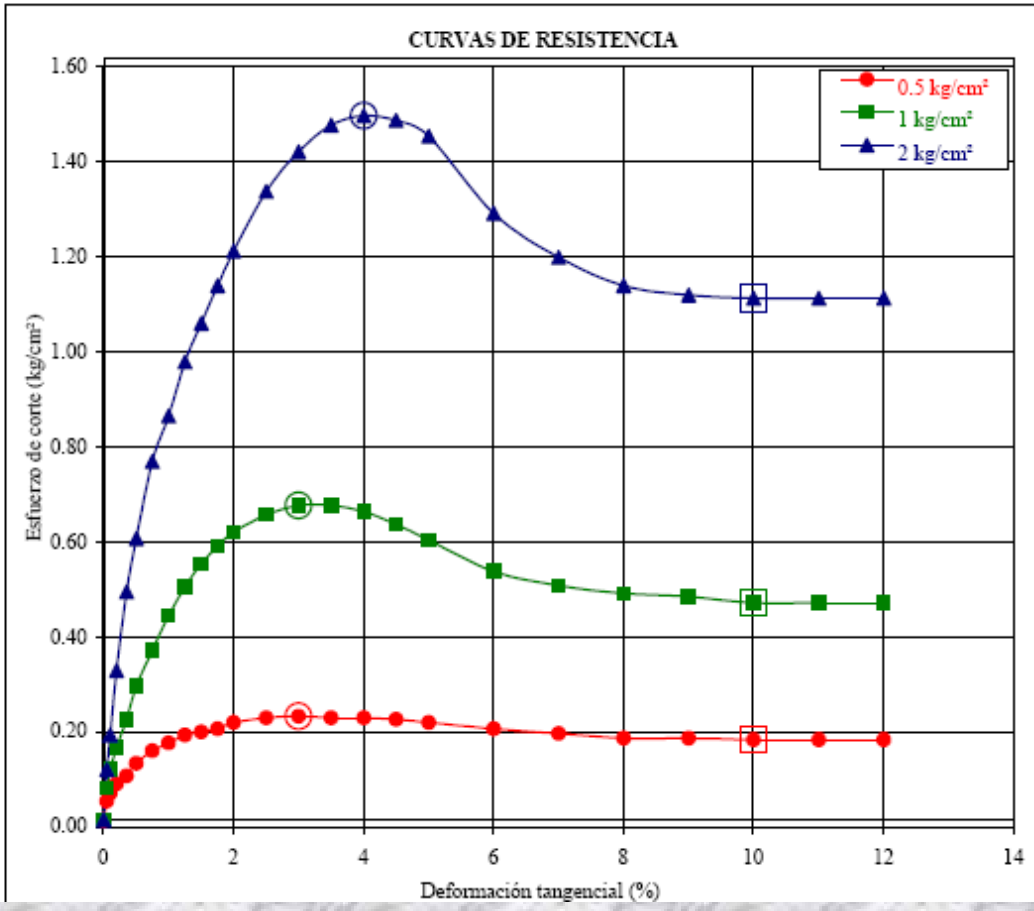
*LABORATORIO GEOTECNICO*

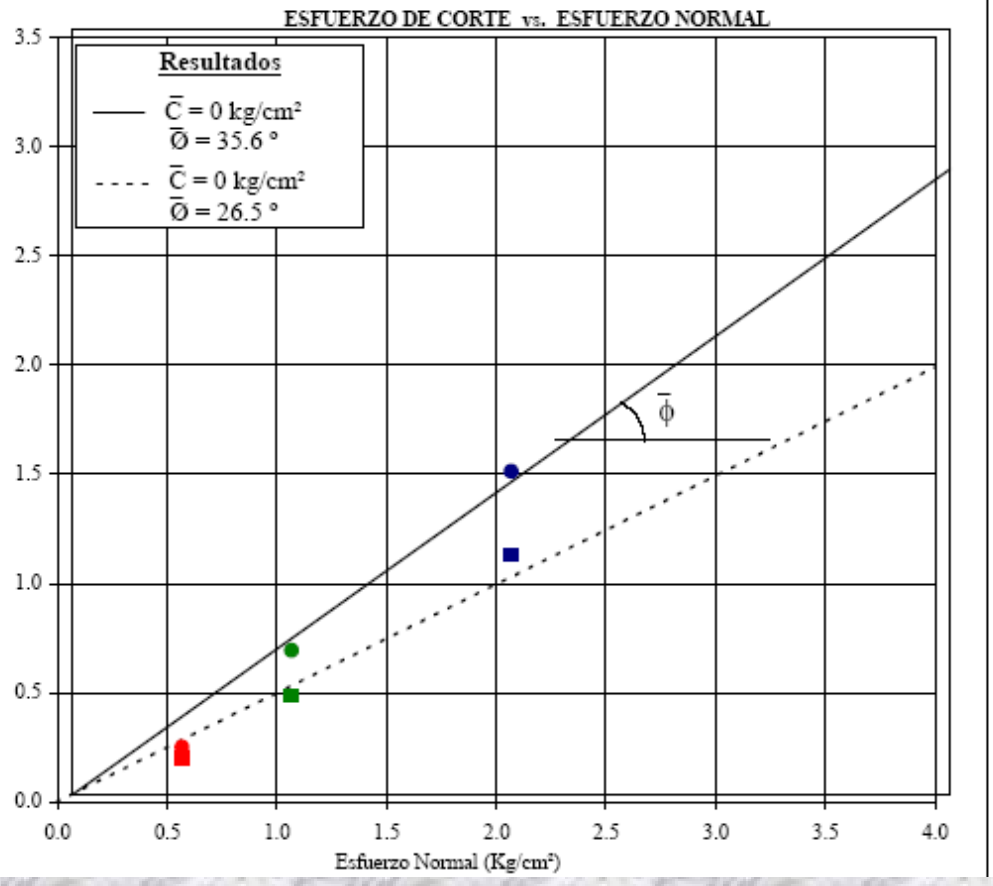
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM - D3080)

INFORME N° : ---
SOLICITANTE : ---
PROYECTO : ---
UBICACION : ---
FECHA : ---

Sondaje : ---
Muetra : Mat. < N° 4
Profundidad : ---
Clasificación : SM
Estado : Remoldeado



# ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

## ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
## (ASTM - D2166)

**INFORME Nº** : Pc/LG-2006/0205
**SOLICITANTE** : Dr. Jorge E. Alva Hurtado
**PROYECTO** : Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación "Residencial Costanera"
**UBICACION** : Av. Costanera Nº 1100, esq. con calle Nicolás de Piérola - San Miguel - Lima
**FECHA** : 26 de junio de 2006

**Sondaje** : C - 1
**Muestra** : M - 1
**Profundidad ( m )** : 1.5
**Clasificación S.U.C.S.** : CL
**Estado** : Inalterado

| DATOS DEL ESPECIMEN | | ESPECIMEN 01 | ESPECIMEN 02 | ESPECIMEN 03 |
|---|---|---|---|---|
| Altura (h) | (cm) | 10.05 | 10.03 | 10.02 |
| Diámetro (Φ) | (cm) | 5.05 | 5.02 | 5.03 |
| Densidad Seca ($\gamma_d$) | ($g/cm^3$) | 1.44 | 1.28 | 1.42 |
| Humedad (ω) | (%) | 15.18 | 25.89 | 15.08 |
| Velocidad de Ensayo | (cm/s) | 0.003 | 0.003 | 0.003 |

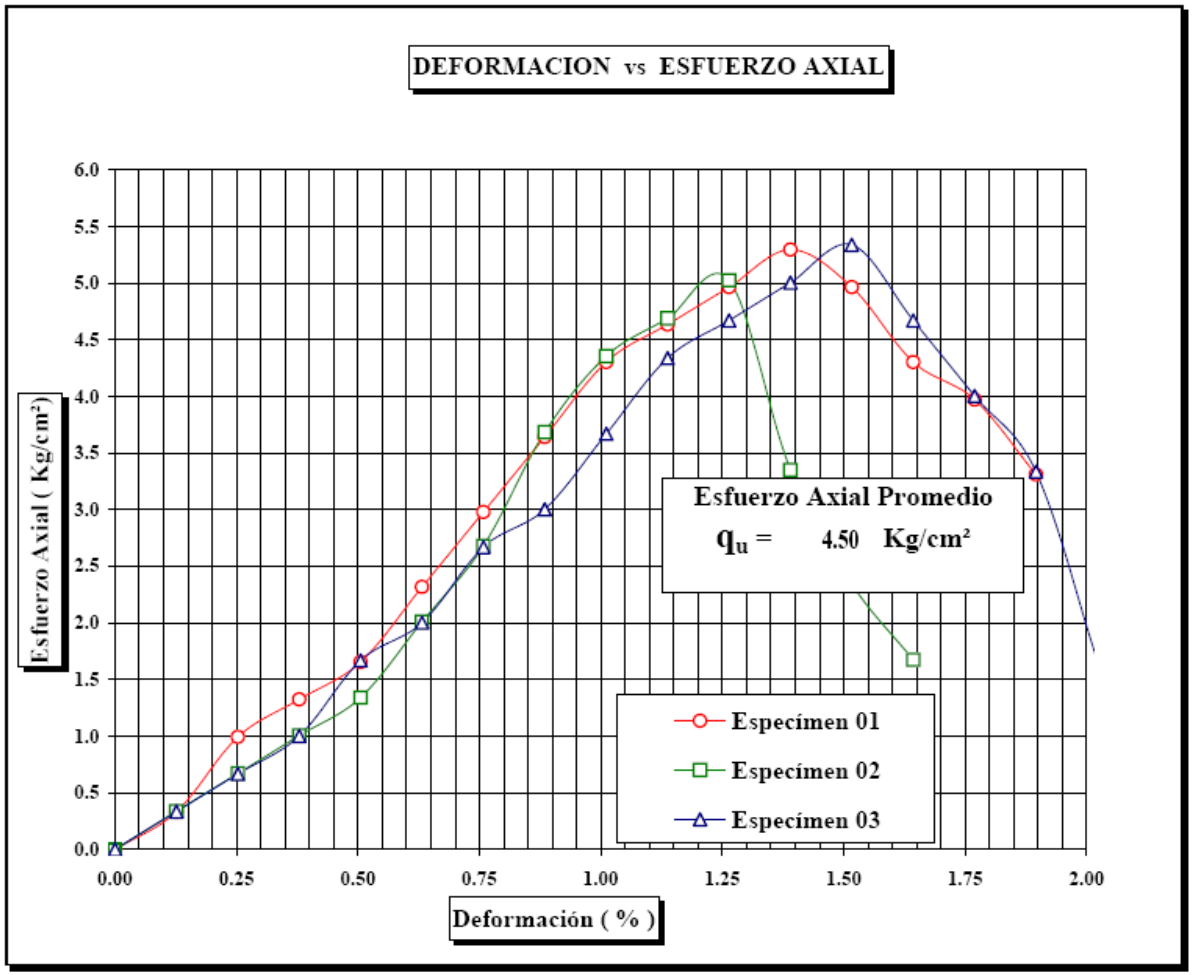
| ESPECIMEN 01 | | ESPECIMEN 02 | | ESPECIMEN 03 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deformación (%) | Esfuerzo ($kg/cm^2$) | Deformación (%) | Esfuerzo ($kg/cm^2$) | Deformación (%) | Esfuerzo ($kg/cm^2$) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.126 | 0.33 | 0.13 | 0.33 | 0.13 | 0.33 |
| 0.253 | 0.99 | 0.25 | 0.67 | 0.25 | 0.67 |
| 0.379 | 1.32 | 0.38 | 1.00 | 0.38 | 1.00 |
| 0.505 | 1.65 | 0.51 | 1.34 | 0.51 | 1.67 |
| 0.632 | 2.32 | 0.63 | 2.01 | 0.63 | 2.00 |
| 0.758 | 2.98 | 0.76 | 2.68 | 0.76 | 2.67 |
| 0.885 | 3.64 | 0.88 | 3.68 | 0.88 | 3.00 |
| 1.011 | 4.30 | 1.01 | 4.35 | 1.01 | 3.67 |
| 1.137 | 4.63 | 1.14 | 4.69 | 1.14 | 4.34 |
| 1.264 | 4.96 | 1.26 | 5.02 | 1.26 | 4.67 |
| 1.390 | 5.29 | 1.39 | 3.35 | 1.39 | 5.00 |
| 1.516 | 4.96 | 1.52 | 2.34 | 1.52 | 5.34 |
| 1.643 | 4.30 | 1.64 | 1.67 | 1.64 | 4.67 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**OBSERVACIONES** :

## ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
## (ASTM - D2166)

| | |
|---|---|
| **INFORME N°** | : Pc/LG-2006/0205 |
| **SOLICITANTE** | : Dr. Jorge E. Alva Hurtado |
| **PROYECTO** | : Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación "Residencial Costanera" |
| **UBICACION** | : Av. Costanera N° 1100, esq. con calle Nicolás de Piérola - San Miguel - Lima |
| **FECHA** | : 26 de junio de 2006 |
| **Sondaje** | : C - 1 |
| **Muestra** | : M - 1 |
| **Profundidad (m)** | : 1.5 |
| **Clasificación S.U.C.S.** | : CL |
| **Estado del especimen** | : Inalterado |

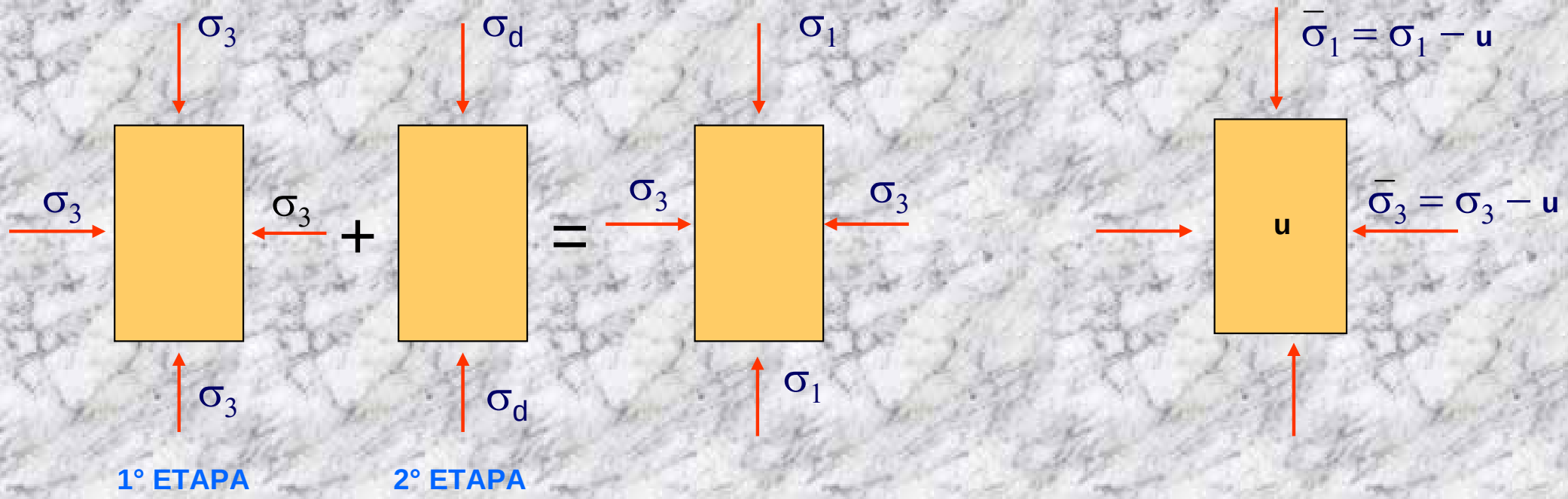
### DEFORMACION vs ESFUERZO AXIAL



# ENSAYO TRIAXIAL

Objetivo:

Medir la resistencia cortante de diferentes tipos de suelos en diferentes condiciones de carga y drenaje.




$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_d$$

$$\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3$$

# Tipos de Ensayos Triaxiales

- **Ensayo No Consolidado - No drenado (UU)**
  Construcción rápida en arcillas blandas
  Análisis al final de la construcción de presas de tierra

- **Ensayo Consolidado - Drenado (CD)**
  Construcción en arenas.
  Construcción lenta en arcillas.
  Análisis en el estado de infiltración constante de presas de tierra.

- **Ensayo Consolidado - No Drenado (CU)**
  Construcción rápida sobre arcillas sobreconsolidadas.
  Análisis de desembalse rápido de presas de tierra.

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

INFORME Nº : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : Mezcla 1 (% en volumen)
Muestra : 50 % (C1 - C-4 / M-1)
Profundidad (m) : 50 % (C2 - C-4 / M-1)
Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.5 mm/min
AASHTO : A-2-6 (1)
S U C S : GC / Grava arcillosa con arena

## ESPECIMEN 01

| Datos del especimen | | |
|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 |

| | | |
|---|---|---|
| Humedad | (%) | 8.7 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.94 |
| Presión de celda | (kg/cm²) | 1.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | $\sigma_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\sigma_1/\sigma_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 0.41 | 1.41 | 1.20 | 0.20 | 0.17 | 1.41 |
| 0.10 | 0.71 | 1.71 | 1.36 | 0.36 | 0.26 | 1.71 |
| 0.25 | 1.73 | 2.73 | 1.87 | 0.87 | 0.46 | 2.73 |
| 0.35 | 2.45 | 3.45 | 2.23 | 1.23 | 0.55 | 3.45 |
| 0.50 | 3.38 | 4.38 | 2.69 | 1.69 | 0.63 | 4.38 |
| 0.75 | 4.61 | 5.61 | 3.30 | 2.30 | 0.70 | 5.61 |
| 1.00 | 5.34 | 6.34 | 3.67 | 2.67 | 0.73 | 6.34 |
| 1.25 | 5.68 | 6.68 | 3.84 | 2.84 | 0.74 | 6.68 |
| 1.50 | 5.88 | 6.88 | 3.94 | 2.94 | 0.75 | 6.88 |
| 1.75 | 5.98 | 6.98 | 3.99 | 2.99 | 0.75 | 6.98 |
| 2.00 | 6.08 | 7.08 | 4.04 | 3.04 | 0.75 | 7.08 |
| 2.50 | 6.13 | 7.13 | 4.06 | 3.06 | 0.75 | 7.13 |
| 3.00 | 6.13 | 7.13 | 4.06 | 3.06 | 0.75 | 7.13 |
| 3.50 | 6.13 | 7.13 | 4.06 | 3.06 | 0.75 | 7.13 |
| 4.00 | 6.08 | 7.08 | 4.04 | 3.04 | 0.75 | 7.08 |
| 4.50 | 6.03 | 7.03 | 4.01 | 3.01 | 0.75 | 7.03 |
| 5.00 | 6.03 | 7.03 | 4.01 | 3.01 | 0.75 | 7.03 |
| 6.00 | 5.98 | 6.98 | 3.99 | 2.99 | 0.75 | 6.98 |
| 7.00 | 5.98 | 6.98 | 3.99 | 2.99 | 0.75 | 6.98 |
| 8.00 | 5.98 | 6.98 | 3.99 | 2.99 | 0.75 | 6.98 |
| 9.00 | 5.98 | 6.98 | 3.99 | 2.99 | 0.75 | 6.98 |
| 10.00 | 5.93 | 6.93 | 3.96 | 2.96 | 0.75 | 6.93 |
| 11.00 | 5.83 | 6.83 | 3.92 | 2.92 | 0.74 | 6.83 |
| 12.00 | 5.83 | 6.83 | 3.92 | 2.92 | 0.74 | 6.83 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.93 g/cm³, humedad = 8.8 %. Remoldeado al 95 % de la Máxima Densidad Seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.03 g/cm³, OCH = 8.8 %), asumido por el solicitante.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO

# ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

INFORME Nº : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : Mezcla 1 (% en volumen)
Muestra : 50 % (C1 - C-4 / M-1)
Profundidad (m) : 50 % (C2 - C-4 / M-1)
Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.5 mm/min
AASHTO : A-2-6 (1)
S U C S : GC / Grava arcillosa con arena

## ESPECIMEN 02

| Datos del especimen | | |
|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 |

| | | |
|---|---|---|
| Humedad | (%) | 8.9 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.93 |
| Presión de celda | (kg/cm²) | 2.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | $\sigma_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\sigma_1/\sigma_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 0.82 | 2.82 | 2.41 | 0.41 | 0.17 | 1.41 |
| 0.10 | 1.22 | 3.22 | 2.61 | 0.61 | 0.23 | 1.61 |
| 0.25 | 2.55 | 4.55 | 3.27 | 1.27 | 0.39 | 2.27 |
| 0.35 | 3.63 | 5.63 | 3.81 | 1.81 | 0.48 | 2.81 |
| 0.50 | 5.05 | 7.05 | 4.52 | 2.52 | 0.56 | 3.52 |
| 0.75 | 7.11 | 9.11 | 5.55 | 3.55 | 0.64 | 4.55 |
| 1.00 | 8.33 | 10.33 | 6.17 | 4.17 | 0.68 | 5.17 |
| 1.25 | 9.02 | 11.02 | 6.51 | 4.51 | 0.69 | 5.51 |
| 1.50 | 9.36 | 11.36 | 6.68 | 4.68 | 0.70 | 5.68 |
| 1.75 | 9.56 | 11.56 | 6.78 | 4.78 | 0.70 | 5.78 |
| 2.00 | 9.70 | 11.70 | 6.85 | 4.85 | 0.71 | 5.85 |
| 2.50 | 9.85 | 11.85 | 6.92 | 4.92 | 0.71 | 5.92 |
| 3.00 | 9.85 | 11.85 | 6.92 | 4.92 | 0.71 | 5.92 |
| 3.50 | 9.95 | 11.95 | 6.97 | 4.97 | 0.71 | 5.97 |
| 4.00 | 9.90 | 11.90 | 6.95 | 4.95 | 0.71 | 5.95 |
| 4.50 | 9.90 | 11.90 | 6.95 | 4.95 | 0.71 | 5.95 |
| 5.00 | 9.85 | 11.85 | 6.92 | 4.92 | 0.71 | 5.92 |
| 6.00 | 9.70 | 11.70 | 6.85 | 4.85 | 0.71 | 5.85 |
| 7.00 | 9.56 | 11.56 | 6.78 | 4.78 | 0.70 | 5.78 |
| 8.00 | 9.31 | 11.31 | 6.66 | 4.66 | 0.70 | 5.66 |
| 9.00 | 9.07 | 11.07 | 6.53 | 4.53 | 0.69 | 5.53 |
| 10.00 | 8.87 | 10.87 | 6.43 | 4.43 | 0.69 | 5.43 |
| 11.00 | 8.72 | 10.72 | 6.36 | 4.36 | 0.69 | 5.36 |
| 12.00 | 8.58 | 10.58 | 6.29 | 4.29 | 0.68 | 5.29 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.93 g/cm³, humedad = 8.8 %. Remoldeado al 95 % de la Máxima Densidad Seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.03 g/cm³, OCH = 8.8 %), asumido por el solicitante.

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

INFORME Nº : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : Mezcla 1 (% en volumen)
Muestra : 50 % (C1 - C-4 / M-1)
Profundidad (m) : 50 % (C2 - C-4 / M-1)
Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.5 mm/min
AASHTO : A-2-6 (1)
S U C S : GC / Grava arcillosa con arena

## ESPECIMEN 03

| Datos del especimen | | |
|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 |

| | | |
|---|---|---|
| Humedad | (%) | 8.7 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.94 |
| Presión de celda | (kg/cm²) | 4.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | $\sigma_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\sigma_1/\sigma_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 1.07 | 5.07 | 4.54 | 0.54 | 0.12 | 1.27 |
| 0.10 | 1.73 | 5.73 | 4.87 | 0.87 | 0.18 | 1.43 |
| 0.25 | 3.48 | 7.48 | 5.74 | 1.74 | 0.30 | 1.87 |
| 0.35 | 4.61 | 8.61 | 6.30 | 2.30 | 0.37 | 2.15 |
| 0.50 | 6.62 | 10.62 | 7.31 | 3.31 | 0.45 | 2.65 |
| 0.75 | 9.46 | 13.46 | 8.73 | 4.73 | 0.54 | 3.36 |
| 1.00 | 11.04 | 15.04 | 9.52 | 5.52 | 0.58 | 3.76 |
| 1.25 | 12.10 | 16.10 | 10.05 | 6.05 | 0.60 | 4.02 |
| 1.50 | 12.86 | 16.86 | 10.43 | 6.43 | 0.62 | 4.22 |
| 1.75 | 13.39 | 17.39 | 10.70 | 6.70 | 0.63 | 4.35 |
| 2.00 | 13.44 | 17.44 | 10.72 | 6.72 | 0.63 | 4.36 |
| 2.50 | 13.68 | 17.68 | 10.84 | 6.84 | 0.63 | 4.42 |
| 3.00 | 14.02 | 18.02 | 11.01 | 7.01 | 0.64 | 4.50 |
| 3.50 | 14.16 | 18.16 | 11.08 | 7.08 | 0.64 | 4.54 |
| 4.00 | 14.21 | 18.21 | 11.10 | 7.10 | 0.64 | 4.55 |
| 4.50 | 14.30 | 18.30 | 11.15 | 7.15 | 0.64 | 4.58 |
| 5.00 | 14.30 | 18.30 | 11.15 | 7.15 | 0.64 | 4.58 |
| 6.00 | 14.40 | 18.40 | 11.20 | 7.20 | 0.64 | 4.60 |
| 7.00 | 14.45 | 18.45 | 11.22 | 7.22 | 0.64 | 4.61 |
| 8.00 | 14.45 | 18.45 | 11.22 | 7.22 | 0.64 | 4.61 |
| 9.00 | 14.45 | 18.45 | 11.22 | 7.22 | 0.64 | 4.61 |
| 10.00 | 14.30 | 18.30 | 11.15 | 7.15 | 0.64 | 4.58 |
| 11.00 | 14.16 | 18.16 | 11.08 | 7.08 | 0.64 | 4.54 |
| 12.00 | 14.02 | 18.02 | 11.01 | 7.01 | 0.64 | 4.50 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.93 g/cm³, humedad = 8.8 %. Remoldeado al 95 % de la Máxima Densidad Seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.03 g/cm³, OCH = 8.8 %), asumido por el solicitante.

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

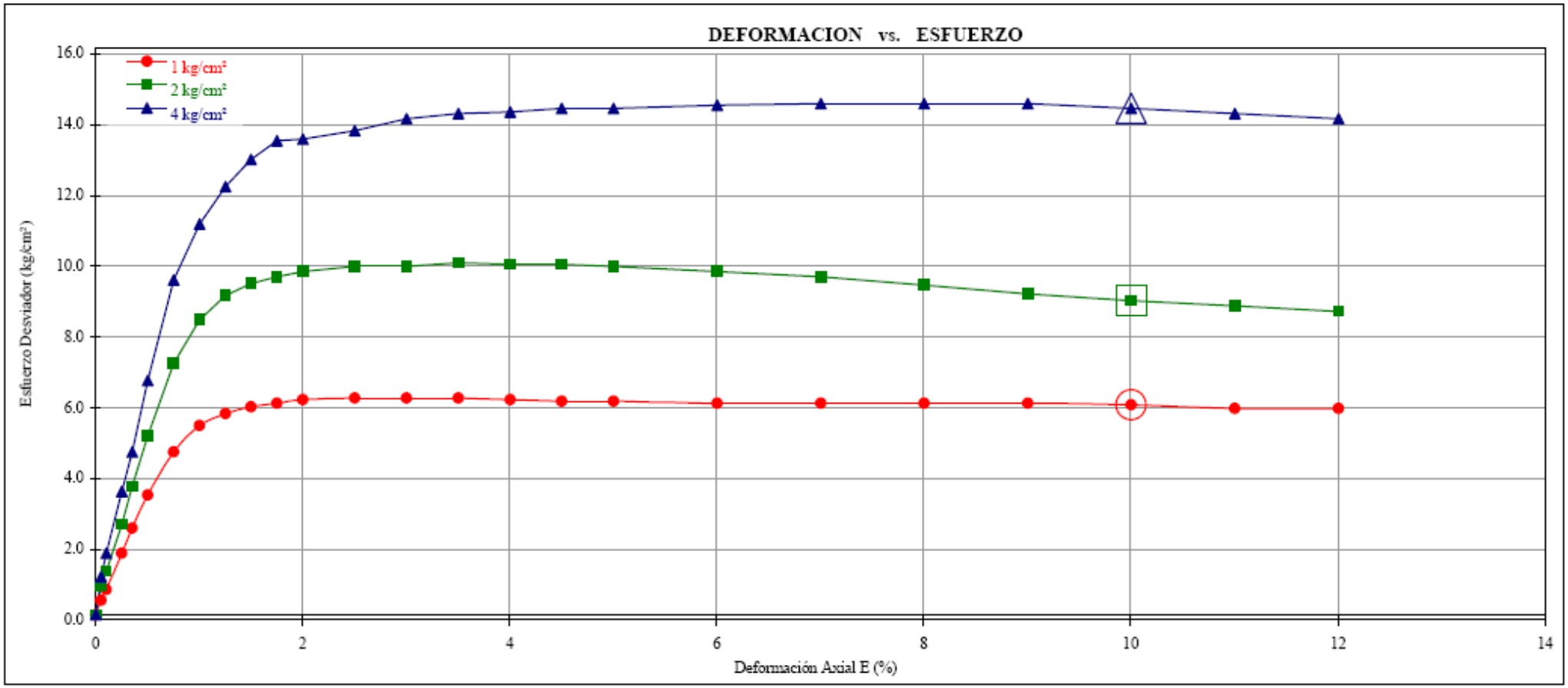
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

*LABORATORIO GEOTECNICO*


## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

| | | | |
|---|---|---|---|
| INFORME N° | : LG04-291 | Sondaje | : Mezcla 1 (% en volumen) |
| SOLICITANTE | : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A. | Muestra | : 50 % (C1 - C-4 / M-1) |
| PROYECTO | : Encimado Presa Viña Blanca | Profundidad (m) | : 50 % (C2 - C-4 / M-1) |
| UBICACIÓN | : Cuajone - Moquegua | Clasificación - S.U.C.S. | : GC |
| FECHA | : Noviembre, 2004 | Estado de la muestra | : Remoldeado |





Av. Túpac Amaru N° 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

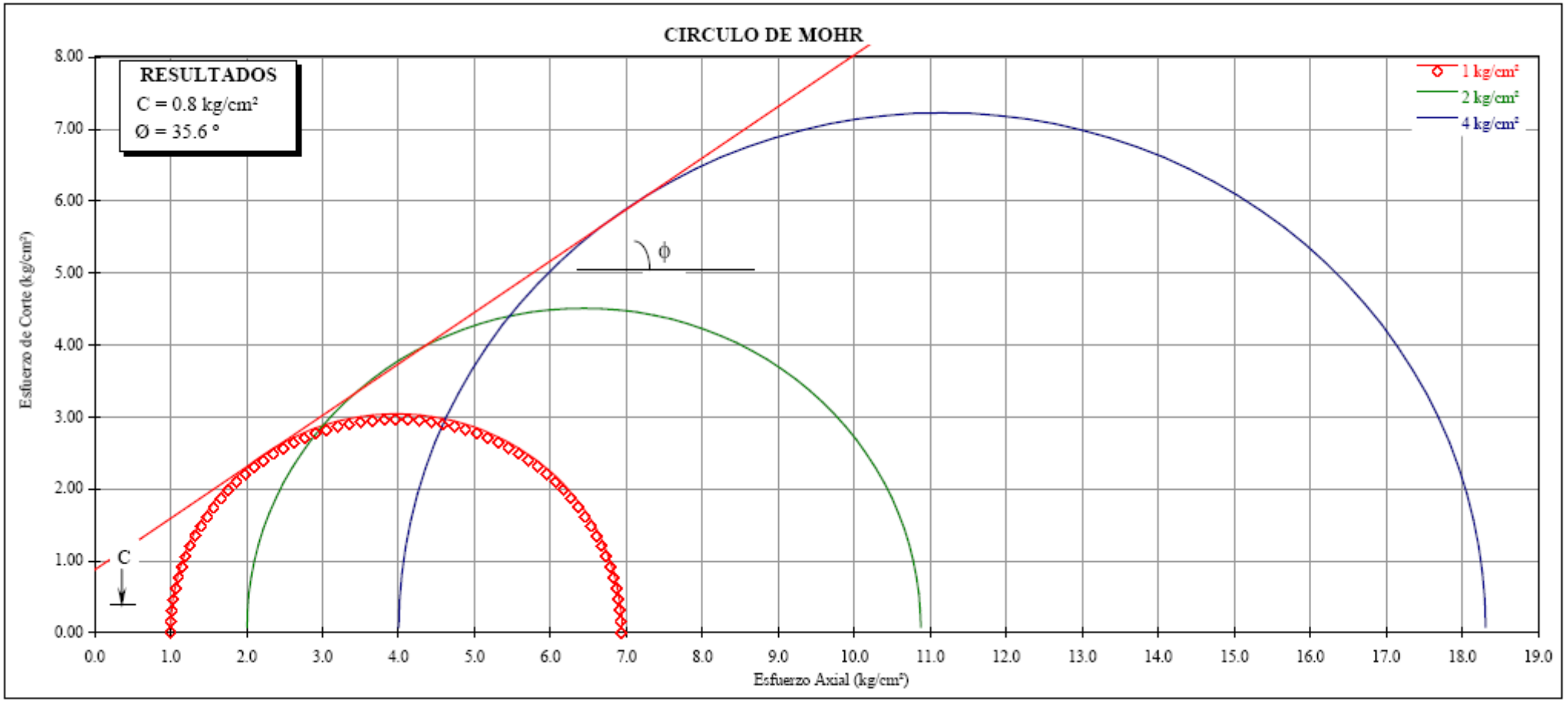
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

*LABORATORIO GEOTECNICO*


## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

| | | | |
|---|---|---|---|
| INFORME N° | : LG04-291 | Sondaje | : Mezcla 1 (% en volumen) |
| SOLICITANTE | : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A. | Muestra | : 50 % (C1 - C-4 / M-1) |
| PROYECTO | : Encimado Presa Viña Blanca | Profundidad (m) | : 50 % (C2 - C-4 / M-1) |
| UBICACIÓN | : Cuajone - Moquegua | Clasificación - S.U.C.S. | : GC |
| FECHA | : Noviembre, 2004 | Estado de la muestra | : Remoldeado |



*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

INFORME N° : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : C - 16
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.25 - 1.25

Clasificación - SUCS : SC
Estado de la muestra : Remoldeado
Velocidad del ensayo : 0.2 mm/min

## ESPECIMEN 01

| Condiciones | | Inicial | Final |
|---|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 | 9.96 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 | 4.98 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.96 | 1.99 |
| Humedad | (%) | 8.9 | 12.0 |

| Datos del ensayo | | |
|---|---|---|
| Parámetro "B" | (%) | 95.0 |
| Presión de Celda ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 3.00 |
| Contra Presión | (kg/cm²) | 2.00 |
| Esf. Efectivo Inicial ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 1.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | Pres. Poros (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_3$ (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 0.17 | 0.12 | 0.88 | 1.05 | 0.97 | 0.09 | 0.09 | 1.20 |
| 0.10 | 0.26 | 0.16 | 0.84 | 1.10 | 0.97 | 0.13 | 0.14 | 1.31 |
| 0.25 | 0.58 | 0.22 | 0.78 | 1.36 | 1.07 | 0.29 | 0.27 | 1.74 |
| 0.35 | 0.74 | 0.22 | 0.78 | 1.52 | 1.15 | 0.37 | 0.32 | 1.95 |
| 0.50 | 0.94 | 0.18 | 0.82 | 1.76 | 1.29 | 0.47 | 0.36 | 2.15 |
| 0.75 | 1.17 | 0.09 | 0.91 | 2.08 | 1.49 | 0.58 | 0.39 | 2.28 |
| 1.00 | 1.24 | 0.03 | 0.97 | 2.21 | 1.59 | 0.62 | 0.39 | 2.27 |
| 1.25 | 1.24 | 0.00 | 1.00 | 2.24 | 1.62 | 0.62 | 0.38 | 2.24 |
| 1.50 | 1.21 | 0.00 | 1.00 | 2.21 | 1.61 | 0.61 | 0.38 | 2.21 |
| 1.75 | 1.19 | 0.00 | 1.00 | 2.19 | 1.60 | 0.60 | 0.37 | 2.19 |
| 2.00 | 1.17 | 0.00 | 1.00 | 2.17 | 1.58 | 0.58 | 0.37 | 2.17 |
| 2.50 | 1.14 | 0.02 | 0.98 | 2.12 | 1.55 | 0.57 | 0.37 | 2.17 |
| 3.00 | 1.14 | 0.02 | 0.98 | 2.12 | 1.55 | 0.57 | 0.37 | 2.17 |
| 3.50 | 1.12 | 0.02 | 0.98 | 2.10 | 1.54 | 0.56 | 0.36 | 2.15 |
| 4.00 | 1.12 | 0.02 | 0.98 | 2.10 | 1.54 | 0.56 | 0.36 | 2.15 |
| 4.50 | 1.10 | 0.02 | 0.98 | 2.08 | 1.53 | 0.55 | 0.36 | 2.12 |
| 5.00 | 1.10 | 0.04 | 0.96 | 2.06 | 1.51 | 0.55 | 0.37 | 2.15 |
| 6.00 | 1.08 | 0.05 | 0.95 | 2.03 | 1.49 | 0.54 | 0.36 | 2.13 |
| 7.00 | 1.08 | 0.05 | 0.95 | 2.03 | 1.49 | 0.54 | 0.36 | 2.13 |
| 8.00 | 1.08 | 0.05 | 0.95 | 2.03 | 1.49 | 0.54 | 0.36 | 2.13 |
| 9.00 | 1.12 | 0.05 | 0.95 | 2.07 | 1.51 | 0.56 | 0.37 | 2.18 |
| 10.00 | 1.14 | 0.04 | 0.96 | 2.10 | 1.53 | 0.57 | 0.37 | 2.19 |
| 11.00 | 1.17 | 0.04 | 0.96 | 2.13 | 1.54 | 0.58 | 0.38 | 2.22 |
| 13.00 | 1.19 | 0.04 | 0.96 | 2.15 | 1.56 | 0.60 | 0.38 | 2.24 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.97 g/cm³, humedad = 8.6 %. Remoldeando al 95 % de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.07 g/cm³ / OCH = 8.6 %), asumido por el solicitante.

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

INFORME N° : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : C - 16
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.25 - 1.25

Clasificación - SUCS : SC
Estado de la muestra : Remoldeado
Velocidad del ensayo : 0.2 mm/min

## ESPECIMEN 02

| Condiciones | | Inicial | Final |
|---|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 | 9.98 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 | 4.96 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.97 | 2.00 |
| Humedad | (%) | 8.65 | 11.68 |

| Datos del ensayo | | |
|---|---|---|
| Parametro "B" | (%) | 95.0 |
| Presión de Celda ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 4.0 |
| Contra Presión | (kg/cm²) | 2.0 |
| Esf. Efectivo Inicial ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 2.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | Pres. Poros (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_3$ (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 0.17 | 0.16 | 1.84 | 2.01 | 1.93 | 0.09 | 0.04 | 1.09 |
| 0.10 | 0.31 | 0.23 | 1.77 | 2.08 | 1.92 | 0.15 | 0.08 | 1.17 |
| 0.25 | 0.87 | 0.52 | 1.48 | 2.35 | 1.92 | 0.44 | 0.23 | 1.59 |
| 0.35 | 1.19 | 0.60 | 1.40 | 2.59 | 2.00 | 0.60 | 0.30 | 1.85 |
| 0.50 | 1.57 | 0.65 | 1.35 | 2.92 | 2.14 | 0.79 | 0.37 | 2.17 |
| 0.75 | 2.10 | 0.61 | 1.39 | 3.49 | 2.44 | 1.05 | 0.43 | 2.51 |
| 1.00 | 2.21 | 0.57 | 1.43 | 3.64 | 2.53 | 1.10 | 0.44 | 2.54 |
| 1.25 | 2.21 | 0.56 | 1.44 | 3.65 | 2.54 | 1.10 | 0.43 | 2.53 |
| 1.50 | 2.14 | 0.59 | 1.41 | 3.55 | 2.48 | 1.07 | 0.43 | 2.52 |
| 1.75 | 2.09 | 0.61 | 1.39 | 3.48 | 2.44 | 1.05 | 0.43 | 2.51 |
| 2.00 | 2.05 | 0.63 | 1.37 | 3.42 | 2.39 | 1.02 | 0.43 | 2.50 |
| 2.50 | 1.96 | 0.68 | 1.32 | 3.28 | 2.30 | 0.98 | 0.43 | 2.48 |
| 3.00 | 1.89 | 0.70 | 1.30 | 3.19 | 2.25 | 0.95 | 0.42 | 2.45 |
| 3.50 | 1.89 | 0.71 | 1.29 | 3.18 | 2.24 | 0.95 | 0.42 | 2.47 |
| 4.00 | 1.87 | 0.73 | 1.27 | 3.14 | 2.20 | 0.93 | 0.42 | 2.47 |
| 4.50 | 1.85 | 0.74 | 1.26 | 3.11 | 2.18 | 0.92 | 0.42 | 2.47 |
| 5.00 | 1.85 | 0.74 | 1.26 | 3.11 | 2.18 | 0.92 | 0.42 | 2.47 |
| 6.00 | 1.85 | 0.74 | 1.26 | 3.11 | 2.18 | 0.92 | 0.42 | 2.47 |
| 7.00 | 1.85 | 0.74 | 1.26 | 3.11 | 2.18 | 0.92 | 0.42 | 2.47 |
| 8.00 | 1.87 | 0.73 | 1.27 | 3.14 | 2.20 | 0.93 | 0.42 | 2.47 |
| 9.00 | 1.85 | 0.73 | 1.27 | 3.12 | 2.19 | 0.92 | 0.42 | 2.45 |
| 10.00 | 1.87 | 0.72 | 1.28 | 3.15 | 2.21 | 0.93 | 0.42 | 2.46 |
| 11.00 | 1.89 | 0.70 | 1.30 | 3.19 | 2.25 | 0.95 | 0.42 | 2.45 |
| 13.00 | 1.91 | 0.69 | 1.31 | 3.22 | 2.27 | 0.96 | 0.42 | 2.46 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.97 g/cm³, humedad = 8.6 %. Remoldeado al 95 % de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.07 g/cm³ / OCH = 8.6 %), asumido por el solicitante.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

***LABORATORIO GEOTECNICO***


## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

INFORME N° : LG04-291
SOLICITANTE : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A.
PROYECTO : Encimado Presa Viña Blanca
UBICACION : Cuajone - Moquegua
FECHA : Noviembre, 2004

Sondaje : C - 16
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.25 - 1.25

Clasificación - SUCS : SC
Estado de la muestra : Remoldeando
Velocidad del ensayo : 0.2 mm/min

## ESPECIMEN 03

| Condiciones | | Inicial | Final |
|---|---|---|---|
| Altura | (cm) | 10.00 | 9.91 |
| Diámetro | (cm) | 5.00 | 4.96 |
| Densidad seca | (g/cm³) | 1.97 | 2.02 |
| Humedad | (%) | 8.61 | 11.45 |

| Datos del ensayo | | |
|---|---|---|
| Parámetro "B" | (%) | 95.0 |
| Presión de Celda ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 6.0 |
| Contra Presión | (kg/cm²) | 2.0 |
| Esf. Efectivo Inicial ($\sigma_3$) | (kg/cm²) | 4.00 |

| Deform. (%) | Esf. Desv. (kg/cm²) | Pres. Poros (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_3$ (kg/cm²) | $\bar{\sigma}_1$ (kg/cm²) | p (kg/cm²) | q (kg/cm²) | q/p | Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 0.05 | 0.17 | 0.22 | 3.78 | 3.95 | 3.87 | 0.09 | 0.02 | 1.05 |
| 0.10 | 0.51 | 0.49 | 3.51 | 4.02 | 3.77 | 0.26 | 0.07 | 1.15 |
| 0.25 | 1.44 | 1.14 | 2.86 | 4.30 | 3.58 | 0.72 | 0.20 | 1.50 |
| 0.35 | 1.87 | 1.36 | 2.64 | 4.51 | 3.57 | 0.93 | 0.26 | 1.71 |
| 0.50 | 2.30 | 1.52 | 2.48 | 4.78 | 3.63 | 1.15 | 0.32 | 1.93 |
| 0.75 | 2.68 | 1.64 | 2.36 | 5.04 | 3.70 | 1.34 | 0.36 | 2.14 |
| 1.00 | 2.75 | 1.74 | 2.26 | 5.01 | 3.64 | 1.38 | 0.38 | 2.22 |
| 1.25 | 2.73 | 1.79 | 2.21 | 4.94 | 3.57 | 1.36 | 0.38 | 2.23 |
| 1.50 | 2.64 | 1.86 | 2.14 | 4.78 | 3.46 | 1.32 | 0.38 | 2.23 |
| 1.75 | 2.59 | 1.90 | 2.10 | 4.69 | 3.40 | 1.30 | 0.38 | 2.23 |
| 2.00 | 2.52 | 1.95 | 2.05 | 4.57 | 3.31 | 1.26 | 0.38 | 2.23 |
| 2.50 | 2.48 | 2.02 | 1.98 | 4.46 | 3.22 | 1.24 | 0.39 | 2.25 |
| 3.00 | 2.43 | 2.07 | 1.93 | 4.36 | 3.15 | 1.22 | 0.39 | 2.26 |
| 3.50 | 2.37 | 2.12 | 1.88 | 4.25 | 3.06 | 1.18 | 0.39 | 2.26 |
| 4.00 | 2.37 | 2.15 | 1.85 | 4.22 | 3.03 | 1.18 | 0.39 | 2.28 |
| 4.50 | 2.37 | 2.19 | 1.81 | 4.18 | 2.99 | 1.18 | 0.40 | 2.31 |
| 5.00 | 2.34 | 2.21 | 1.79 | 4.13 | 2.96 | 1.17 | 0.40 | 2.31 |
| 6.00 | 2.39 | 2.22 | 1.78 | 4.17 | 2.97 | 1.19 | 0.40 | 2.34 |
| 7.00 | 2.41 | 2.21 | 1.79 | 4.20 | 3.00 | 1.21 | 0.40 | 2.35 |
| 8.00 | 2.43 | 2.19 | 1.81 | 4.24 | 3.03 | 1.22 | 0.40 | 2.34 |
| 9.00 | 2.46 | 2.19 | 1.81 | 4.27 | 3.04 | 1.23 | 0.40 | 2.36 |
| 10.00 | 2.46 | 2.18 | 1.82 | 4.28 | 3.05 | 1.23 | 0.40 | 2.35 |
| 11.00 | 2.46 | 2.19 | 1.81 | 4.27 | 3.04 | 1.23 | 0.40 | 2.36 |
| 13.00 | 2.46 | 2.18 | 1.82 | 4.28 | 3.05 | 1.23 | 0.40 | 2.35 |

Observaciones : Material menor de 3/8", densidad seca = 1.97 g/cm³, humedad = 8.6 %. Remoldeado al 95 % de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo de compactación Proctor Modificado (MDS = 2.07 g/cm³ / OCH = 8.6 %), asumido por el solicitante.

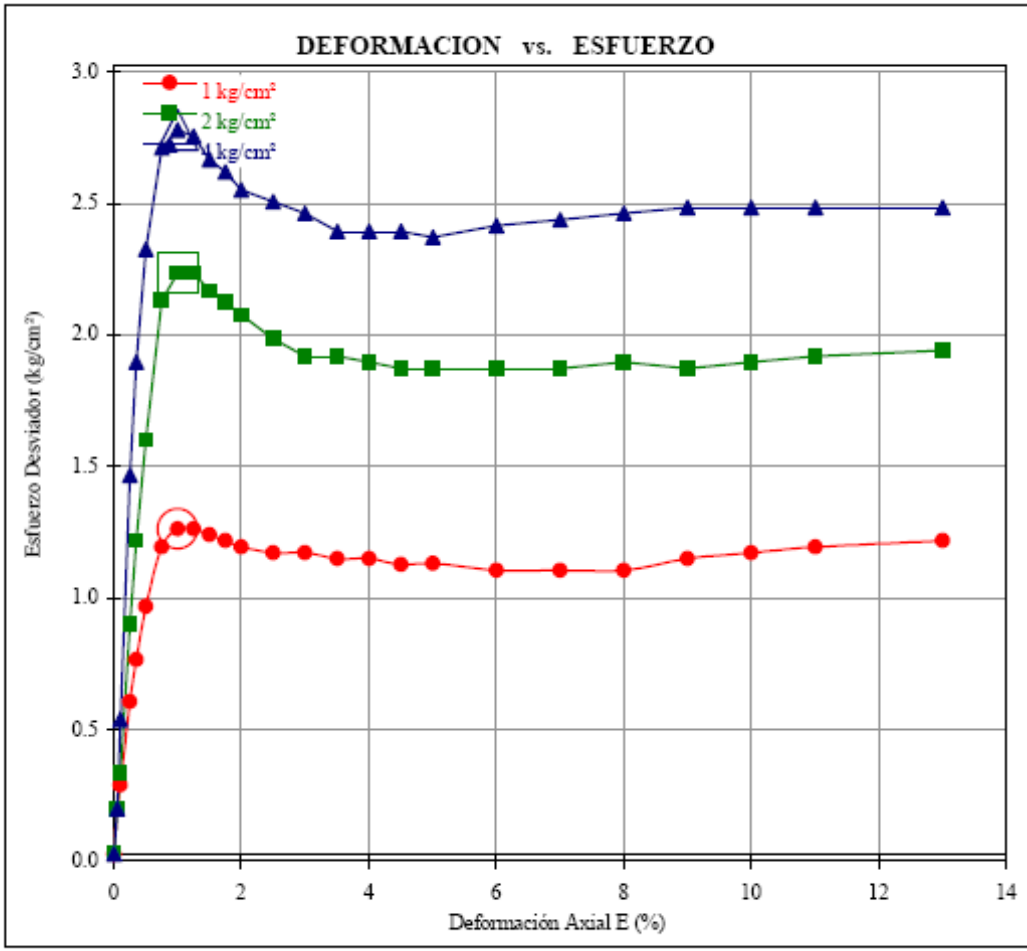
*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*
*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

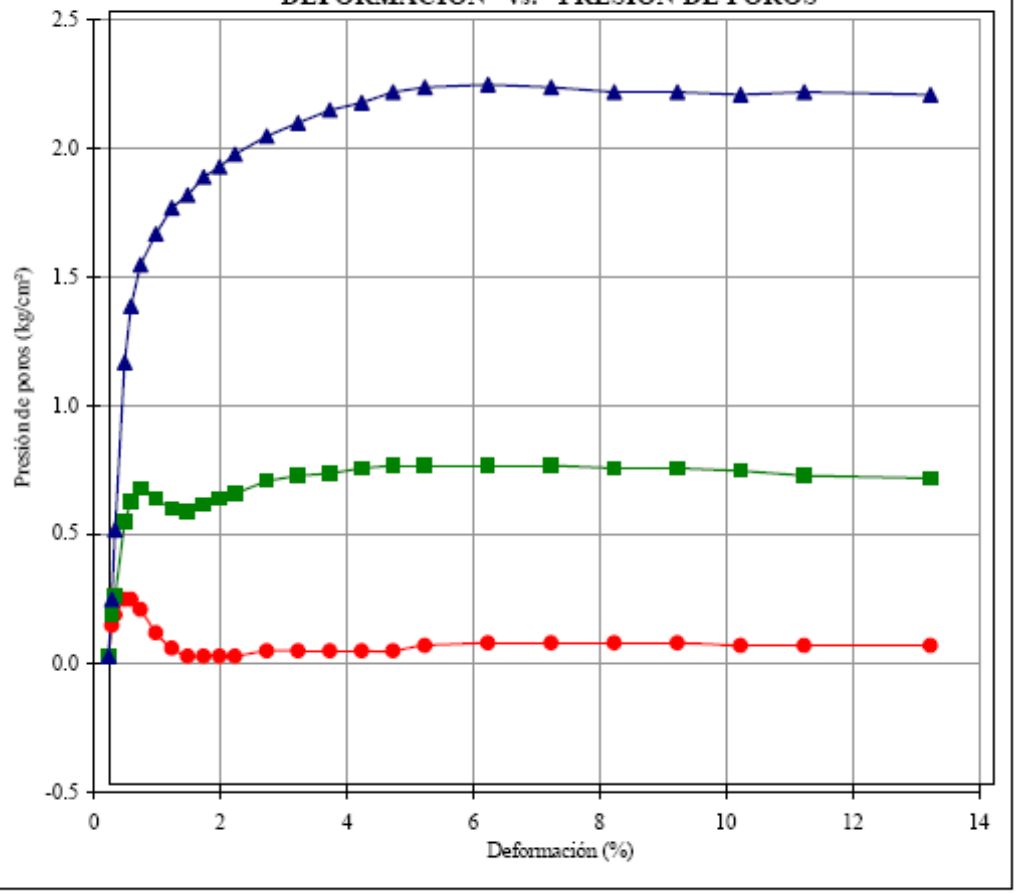
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*
*LABORATORIO GEOTECNICO*

# ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

| | | | |
|---|---|---|---|
| INFORME N° | : LG04-291 | Sondaje | : C - 16 |
| SOLICITANTE | : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A. | Muestra | : M - 1 |
| PROYECTO | : Encimado Presa Viña Blanca | Profundidad (m) | : 0.25 - 1.25 |
| UBICACIÓN | : Cuajone - Moquegua | Clasificación - S.U.C.S. | : SC |
| FECHA | : Noviembre, 2004 | Estado de la muestra | : Remoldeado |



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

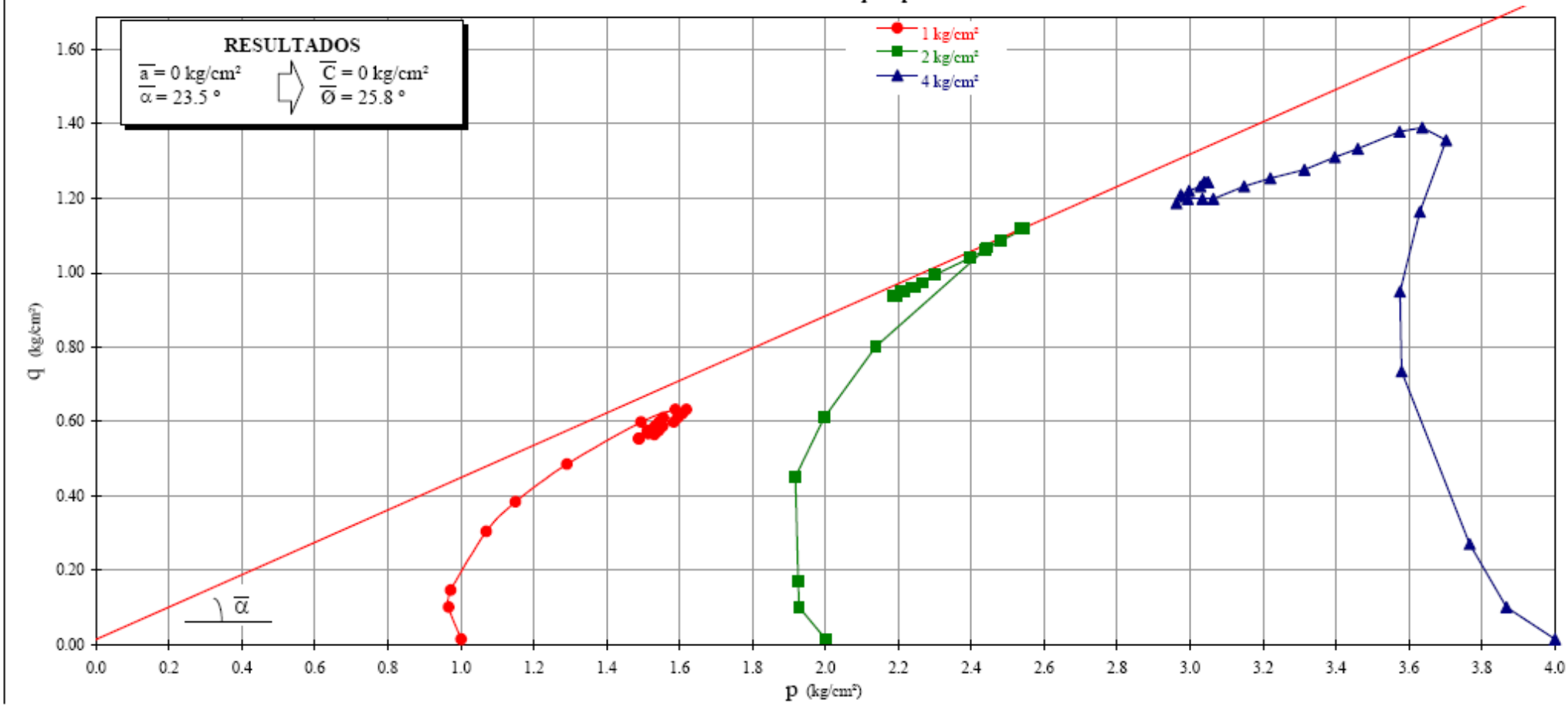
*LABORATORIO GEOTECNICO*

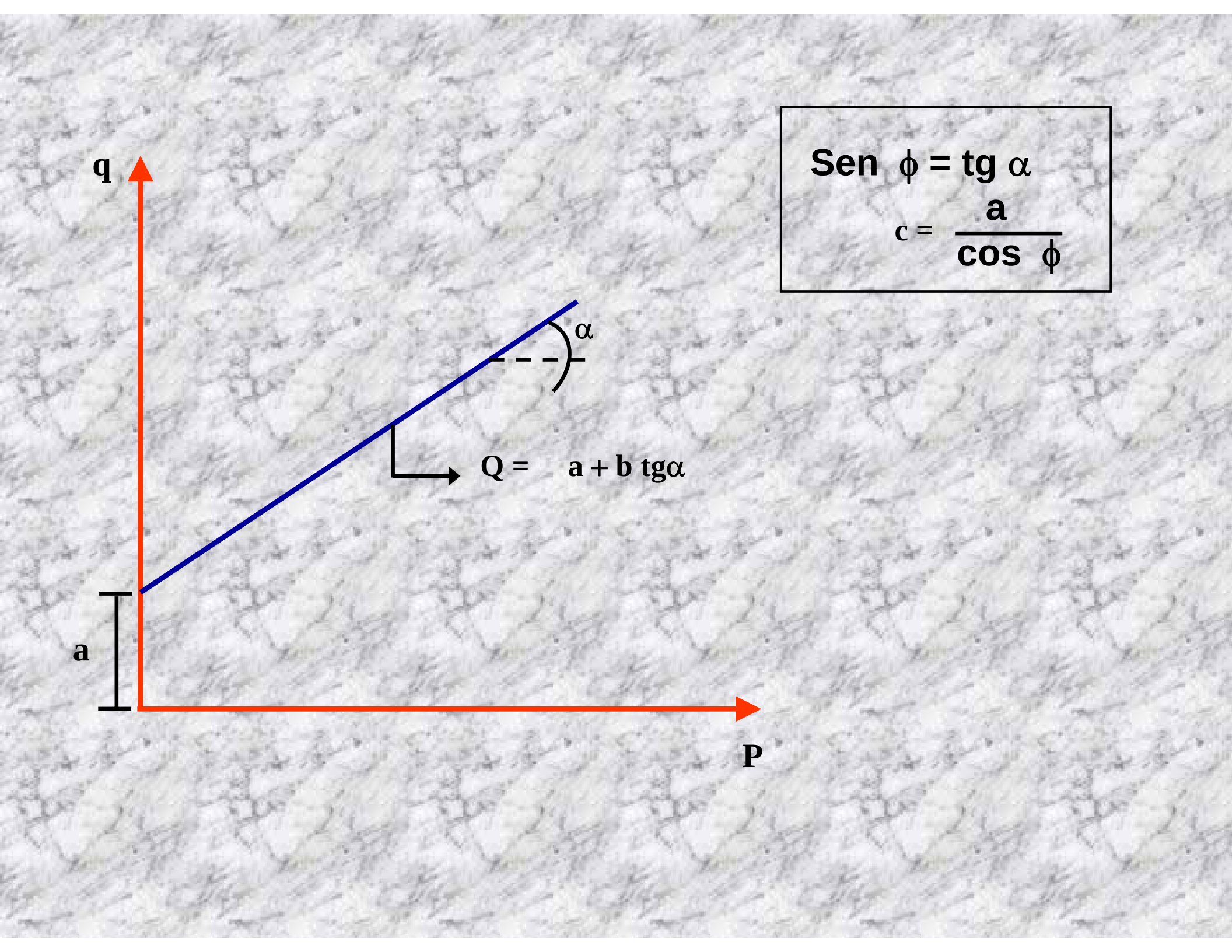
## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

| | | | |
|---|---|---|---|
| INFORME N° | : LG04-291 | Sondaje | : C - 16 |
| SOLICITANTE | : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A. | Muestra | : M - 1 |
| PROYECTO | : Encimado Presa Viña Blanca | Profundidad (m) | : 0.25 - 1.25 |
| UBICACIÓN | : Cuajone - Moquegua | Clasificación - S.U.C.S. | : SC |
| FECHA | : Noviembre, 2004 | Estado de la muestra | : Remoldeado |

**DIAGRAMA q vs. p**






$$\text{Sen } \phi = \text{tg } \alpha$$

$$c = \frac{a}{\cos \phi}$$

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

*FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*

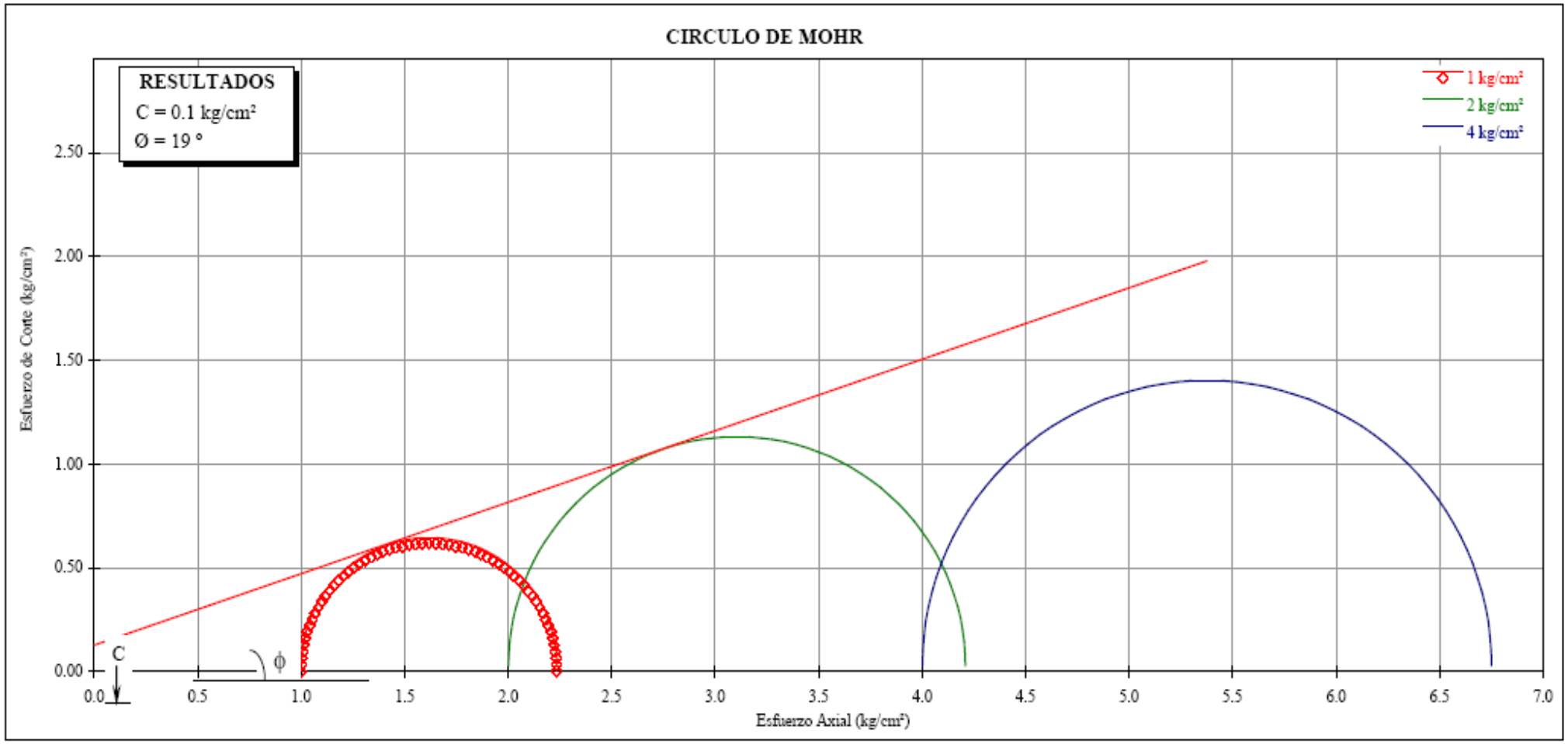
*CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES*

*LABORATORIO GEOTECNICO*


## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

| | | | |
|---|---|---|---|
| INFORME N° | : LG04-291 | Sondaje | : C - 16 |
| SOLICITANTE | : ZER GEOSYSTEM PERÚ S. A. | Muestra | : M - 1 |
| PROYECTO | : Encimado Presa Viña Blanca | Profundidad (m) | : 0.25 - 1.25 |
| UBICACIÓN | : Cuajone - Moquegua | Clasificación - S.U.C.S. | : SC |
| FECHA | : Noviembre, 2004 | Estado de la muestra | : Remoldeado |





Av. Túpac Amaru N° 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

# ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

CONSOLIDÓMETRO

TALLADO DEL ESPECIMEN

MONTAJE DE LA CELDA DE CONSOLIDACIÓN

MONTAJE DE LA CELDA DE CONSOLIDACIÓN

MONTAJE DEL MARCO DE CARGA

COLOCACIÓN DE LA CARGA DE CONTACTO

LECTURAS INICIALES

INUNDACIÓN DEL ESPECIMEN

CONTROL DE LA EXPANSIÓN

INCREMENTO DE CARGA

LECTURAS DE DEFORMACIÓN VS TIEMPO

CARGA FINAL APLICADA

## ENSAYO DE CONSOLIDACION (ASTM-D2435)

**INFORME** : LG01-050
**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLCABAMBA
**PROYECTO** : C. E. N° 38491
**UBICACION** : Huancasancos - Ayacucho
**FECHA** : Junio, 2001

**Sondaje** : C - 5
**Muestra** : M - 1
**Prof. (m)** : 1.10 - 1.70
**Clasific. - SUCS** : CL
**Estado** : Inalterado

### ETAPA DE CARGA

| 0.1 Kg/cm² | | 0.2 Kg/cm² | | 0.4 Kg/cm² | | 0.8 Kg/cm² | | 1.6 Kg/cm² | | 3.2 Kg/cm² | | 6.4 Kg/cm² | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiempo (min) | Def. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) | Tiempo (min) | Deform. (mm) |
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.000 |
| 0.13 | 0.120 | 0.13 | 0.021 | 0.13 | 0.080 | 0.13 | 0.159 | 0.13 | 0.300 | 0.13 | 0.327 | 0.13 | 0.390 |
| 0.25 | 0.140 | 0.25 | 0.022 | 0.25 | 0.092 | 0.25 | 0.179 | 0.25 | 0.320 | 0.25 | 0.349 | 0.25 | 0.407 |
| 0.50 | 0.150 | 0.50 | 0.023 | 0.50 | 0.097 | 0.50 | 0.189 | 0.50 | 0.350 | 0.50 | 0.382 | 0.50 | 0.435 |
| 1.00 | 0.157 | 1.00 | 0.024 | 1.00 | 0.100 | 1.00 | 0.199 | 1.00 | 0.360 | 1.00 | 0.415 | 1.00 | 0.465 |
| 2.00 | 0.160 | 2.00 | 0.026 | 2.00 | 0.104 | 2.00 | 0.204 | 2.00 | 0.370 | 2.00 | 0.461 | 2.00 | 0.497 |
| 4.00 | 0.163 | 4.00 | 0.028 | 4.00 | 0.108 | 4.00 | 0.209 | 4.00 | 0.380 | 4.00 | 0.481 | 4.00 | 0.529 |
| 8.00 | 0.165 | 8.00 | 0.031 | 8.00 | 0.113 | 8.00 | 0.214 | 8.00 | 0.390 | 8.00 | 0.501 | 8.00 | 0.570 |
| 15.00 | 0.167 | 15.00 | 0.033 | 15.00 | 0.115 | 15.00 | 0.217 | 15.00 | 0.400 | 15.00 | 0.525 | 15.00 | 0.590 |
| 30.00 | 0.168 | 30.00 | 0.035 | 30.00 | 0.118 | 30.00 | 0.221 | 30.00 | 0.410 | 30.00 | 0.550 | 30.00 | 0.613 |
| 110.00 | 0.169 | 85.00 | 0.038 | 90.00 | 0.120 | 100.00 | 0.224 | 80.00 | 0.420 | 90.00 | 0.596 | 80.00 | 0.645 |
| 225.00 | 0.169 | 195.00 | 0.040 | 190.00 | 0.121 | 260.00 | 0.226 | 275.00 | 0.425 | 220.00 | 0.625 | 180.00 | 0.655 |
| | | 345.00 | 0.040 | 285.00 | 0.121 | 440.00 | 0.227 | 485.00 | 0.427 | 460.00 | 0.652 | 270.00 | 0.665 |
| | | 1030.00 | 0.041 | | | 1155.00 | 0.229 | 1445.00 | 0.429 | 1480.00 | 0.652 | 450.00 | 0.667 |
| | | | | | | | | 2885.00 | 0.431 | | | 1410.00 | 0.667 |
| | | | | | | | | 4315.00 | 0.433 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

# ENSAYO DE CONSOLIDACION
## (ASTM-D2435)

**INFORME** : LG01-050
**SOLICITA** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLCABAMBA
**PROYECT** : C. E. N° 38491
**UBICACIO** : Huancasancos - Ayacucho
**FECHA** : Junio, 2001

**Sondaje** : C - 5
**Muestra** : M - 1
**Prof. (m)** : 1.10 - 1.70

**Clasificación - SUCS** : CL
**Estado de la muestra** : Inalterado
**Fecha de instalación** : 08 de Agosto

| DATOS DEL ESPECIMEN | | |
|---|---|---|
| Altura ( h ) | (cm) | 2.00 |
| Diámetro ( ϕ ) | (cm) | 6.00 |
| Grav. Esp. Rel. Sól. ($G_s$) | | 2.57 |

| | | |
|---|---|---|
| Humedad inicial | (%) | 18.8 |
| Humedad final | (%) | 26.7 |
| Grado Sat. Inicial | (%) | 54.5 |
| Grado Sat. Final | (%) | 77.4 |

**ETAPA DE CARGA**

| Carga Aplicada ( Kg/cm²) | Lectura Final (mm) | Asent. (mm) | Altura Final (mm) | Altura Promedio (mm) | Altura Drenada (mm) | Densidad Seca (g/cm³) | Relación de Vacíos (e) | Deform. Vertical (%) | Coefic. de consolid. (cm²/min) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 9.310 | 0.000 | 20.000 | 20.000 | 10.000 | 1.364 | 0.888 | 0.000 | --- |
| 0.1 | 9.141 | 0.169 | 19.831 | 19.916 | 9.958 | 1.375 | 0.872 | 0.845 | 1.53 |
| 0.2 | 9.100 | 0.210 | 19.790 | 19.811 | 9.905 | 1.378 | 0.868 | 1.050 | 1.15 |
| 0.4 | 8.979 | 0.331 | 19.669 | 19.730 | 9.865 | 1.387 | 0.856 | 1.655 | 1.43 |
| 0.8 | 8.750 | 0.560 | 19.440 | 19.555 | 9.777 | 1.403 | 0.835 | 2.800 | 1.56 |
| 1.6 | 8.317 | 0.993 | 19.007 | 19.224 | 9.612 | 1.435 | 0.794 | 4.965 | 1.04 |
| 3.2 | 7.665 | 1.645 | 18.355 | 18.681 | 9.341 | 1.486 | 0.732 | 8.225 | 0.84 |
| 6.4 | 6.998 | 2.312 | 17.688 | 18.022 | 9.011 | 1.542 | 0.669 | 11.560 | 1.96 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

**ETAPA DE DESCARGA**

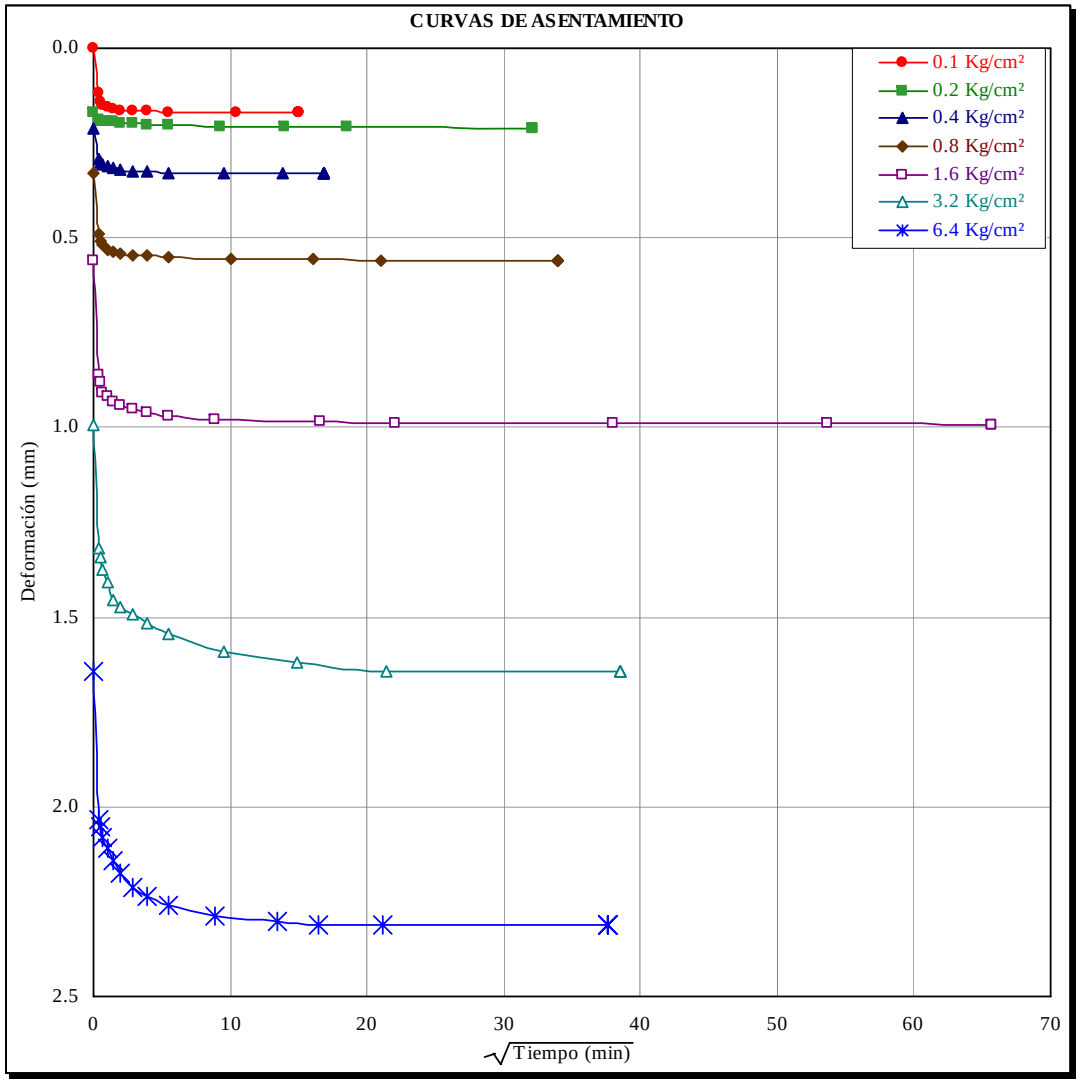
| Carga Aplicada ( Kg/cm²) | Lectura Final (mm) | Asent. (mm) | Altura Final (mm) | Altura Promedio (mm) | Altura Drenada (mm) | Densidad Seca (g/cm³) | Relación de Vacíos (e) | Deform. Vertical (%) | Coefic. de consolid. (cm²/min) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.4 | 6.998 | 2.312 | 17.688 | 17.688 | 8.844 | 1.542 | 0.669 | 11.560 | --- |
| 3.2 | 7.095 | 2.215 | 17.785 | 16.581 | 8.290 | 1.533 | 0.679 | 11.075 | --- |
| 1.6 | 7.215 | 2.095 | 17.905 | 16.689 | 8.345 | 1.523 | 0.690 | 10.475 | --- |
| 0.8 | 7.359 | 1.951 | 18.049 | 16.821 | 8.411 | 1.511 | 0.704 | 9.755 | --- |
| 0.4 | 7.481 | 1.829 | 18.171 | 16.954 | 8.477 | 1.501 | 0.715 | 9.145 | --- |
| 0.2 | 7.598 | 1.712 | 18.288 | 17.074 | 8.537 | 1.491 | 0.726 | 8.560 | --- |
| 0.1 | 7.720 | 1.590 | 18.410 | 17.193 | 8.597 | 1.481 | 0.738 | 7.950 | --- |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

## ENSAYO DE CONSOLIDACION
## (ASTM-D2435)

**INFORME** : LG01-050
**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLCABAMBA
**PROYECTO** : C. E. N° 38491
**UBICACION** : Huancasancos - Ayacucho
**FECHA** : Junio, 2001

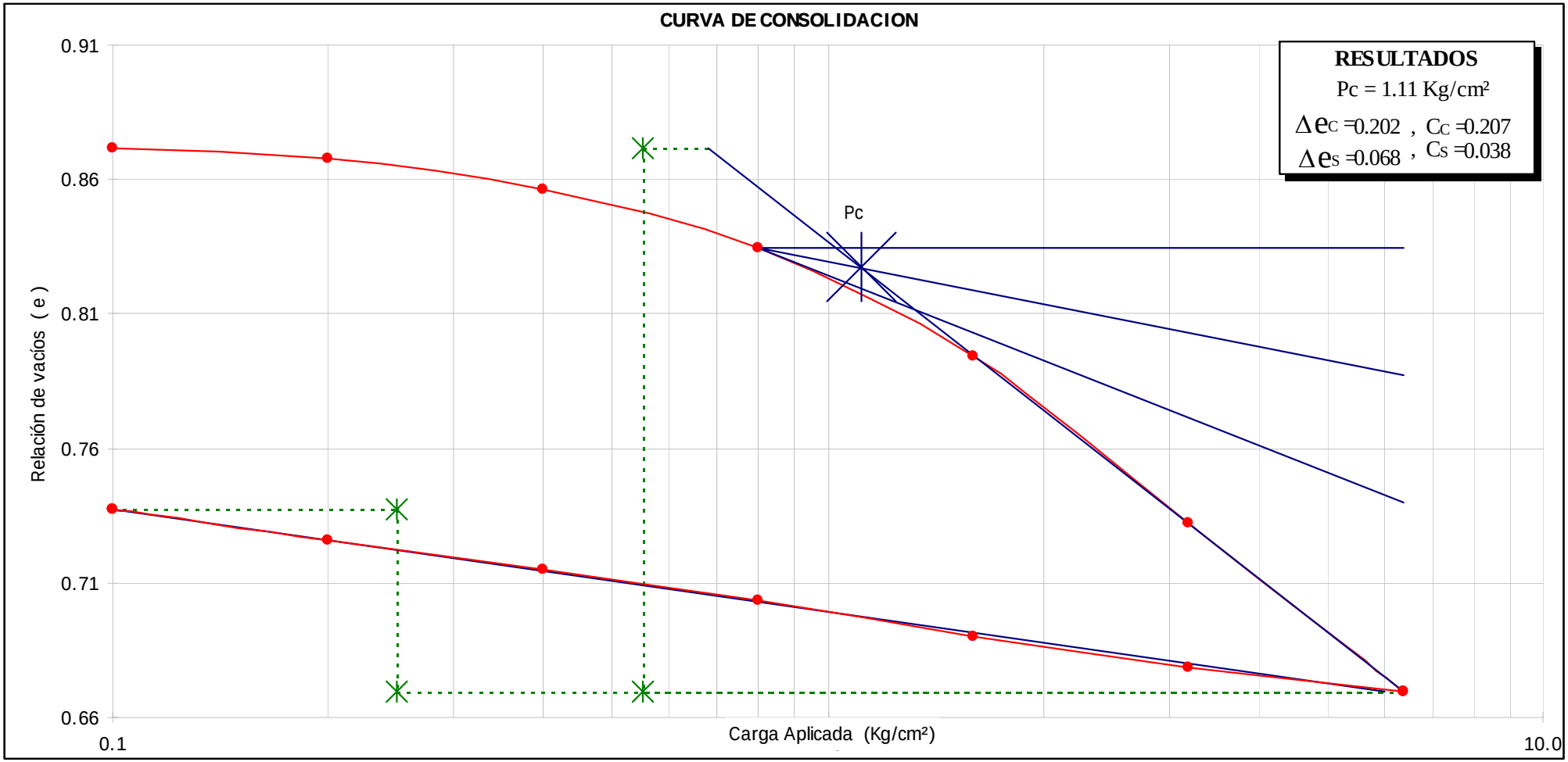
**Sondaje** : C - 5
**Muestra** : M - 1
**Prof. (m)** : 1.10 - 1.70

**Clasificación - SUCS :** CL
**Estado de la muestra :** Inalterado
**Fecha de instalación :** 08 de Agosto



## ENSAYO DE CONSOLIDACION
## (ASTM-D2435)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **INFORME** | : LG01-050 | **Sondaje** | : C - 5 |
| **SOLICITANTE** | : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLCABAMBA | **Muestra** | : M - 1 |
| **PROYECTO** | : C. E. N° 38491 | **Prof. (m)** | : 1.10 - 1.70 |
| **UBICACION** | : Huancasancos - Ayacucho | **Clasific. (S.U.C.S.)** | : CL |
| **FECHA** | : Junio, 2001 | **Estado** | : Inalterado |



# ENSAYO DE PERMEABILIDAD