Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE

Bogotá, 12 de Agosto de 2015
**Ref. DGP 5192-15**

Ingeniera
MARIA CAMILA ULLOA ABELLA
**OHL COLOMBIA**
OBRA: MAGDALENA II
**Bogotá D.C.**

Asunto: Informes de ensayos de laboratorio.

Apreciada Ingeniera:

El informe que presentamos a continuación consta de tres (3) páginas y contiene el resultado del ensayo de Corte Directo bajo condición Consolidada y No Drenada, efectuados sobre la muestra extraída de perforación en el sitio de obra.

- **SONDEO 290 – CAJA 2, MUESTRA 3 – PROFUNDIDAD 5 – 5.6 m**

Los ensayos se realizaron conforme a los procedimientos establecidos en la norma INV-E-154-13.

El resultado de los ensayos realizados corresponde exclusivamente a las características de las muestras ensayadas. Estos resultados reposan en los anexos a esta.

Atentamente,

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE

**ING. HOLMAN ARIAS CAMACHO**
Jefe División Geotécnia

LAB. J. SALAZAR
OTS- 25505
JFW

# ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO Y NO DRENADO

## OBJETO

El ensayo de corte directo tiene por objeto determinar la resistencia al corte de una muestra Consolidad y No Drenada siguiendo los procedimientos descritos en INV E – 154 -13. La prueba consiste en deformar una muestra a velocidad controlada cerca de un plano de corte determinado por la configuración del aparato de ensayo.

Las condiciones del ensayo, incluyendo los esfuerzos normales y la humedad, se escogen de manera que representen las condiciones de campo que se investigan. Por lo general se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento. Finalmente los resultados de una serie de ensayos se combinan para determinar propiedades de resistencia del suelo tales como las envolventes de resistencia de Morh.

## RESUMEN DEL METODO

De acuerdo con la Norma INV E 154 – 13, este ensayo consiste en colocar el espécimen en un dispositivo de corte directo, aplicar luego un esfuerzo normal determinado, humedecer y drenar el espécimen de ensayo, consolidar la muestra bajo el esfuerzo normal, desbloquear las mitades (Marcos) de la caja de corte que contiene la muestra y desplazar horizontalmente una mitad respecto de la otra a una velocidad constante de deformación, mientras se miden la fuerza de corte y los desplazamientos normales y horizontales.

El nivel del esfuerzo normal, la velocidad de corte y las condiciones generales del ensayo, se deben seleccionar de manera que representen las condiciones específicas del suelo que se está investigando.

A continuación se presentan los resultados del ensayo durante el desarrollo del ensayo.



Calle 63D No. 71A-52 · PBX y Fax: 2235656 · Bogotá, D.C. – Colombia
E-mail: geotecnia@concrelab.com · www.concrelab.com

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE

**ENSAYO CORTE DIRECTO**

TIPO: CU

Norma NTC 1917/00 INV E-154

| | |
|---|---|
| Fecha inicio Ensayo: | 04/08/2015 |
| Fecha Fin Ensayo: | 08/08/2015 |
| Sondeo | 290 |
| Muestra | CAJA 2-MUESTRA 3 |
| Profundidad (m) | 5 - 5,6 |

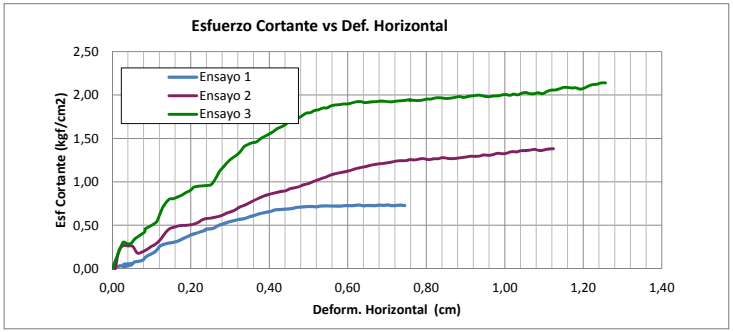
Puntos Máximos

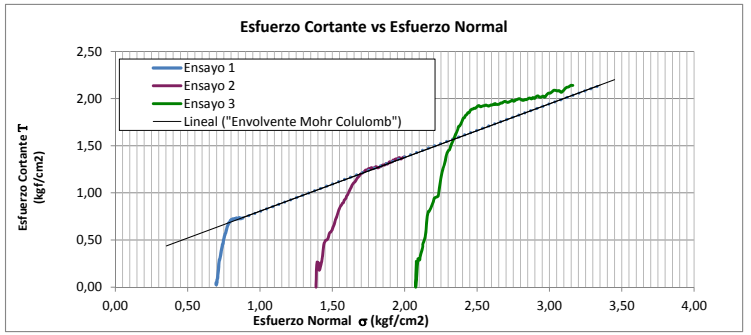
| Ensayo | τ | σ | τ/σ |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,734 | 0,881 | 0,83 |
| 2 | 1,381 | 2,000 | 0,69 |
| 3 | 2,140 | 3,350 | 0,64 |

Resultados

| item | | Vr. | Unid. |
|---|---|---|---|
| Cohesión | C' | 0,236 | kgf/cm2 |
| Ang. Resist. | ϕ' | 29,6 | grad |

| ENSAYO | No | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| **DATOS INICIALES** | | | | |
| Muestra | No | Inalterada | Inalterada | Inalterada |
| Sección | Tipo | Circular | Circular | Circular |
| Estado | Tipo | Saturado | Saturado | Saturado |
| Velocidad | (mm/min) | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Carga Normal | (Kg) | 11,500 | 23,000 | 34,5 |
| Gravedad especifica | | 2,62 | 2,62 | 2,62 |
| Altura anillo | (cm) | 3,230 | 3,230 | 3,230 |
| Diámetro Anillo | (cm) | 4,6 | 4,6 | 4,6 |
| Peso anillo+muestra humeda antes de ensayo | (g) | 157,8 | 157,7 | 157,8 |
| Peso anillo+muestra humeda despues de ensayo | (g) | 155,2 | 154,7 | 154,3 |
| Peso del anillo | (g) | 71,1 | 71,1 | 71,1 |
| Humedad inicial | (%) | 35,9 | 35,9 | 33,5 |
| Área inicial de la muestra | (cm2) | 16,62 | 16,62 | 16,62 |
| Volumen | (cm3) | 53,68 | 53,68 | 53,68 |
| **Consolidación** | No | 1 | 2 | 3 |
| Lectura Deformación Inicial | (mm) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Lectura Deformación Final | (mm) | 1,913 | 1,578 | 2,485 |
| Tiempo total del ensayo | (min) | 320,0 | 960,0 | 320,0 |




| Ensayo | No | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| Peso anillo+muestra seca | (g) | 134,90 | 134,82 | 136,04 |
| Peso del agua antes de ensayo | (g) | 22,9 | 22,9 | 21,8 |
| Peso del agua despues de ensayo | (g) | 20,3 | 19,9 | 18,3 |
| Peso suelo seco | (g) | 63,8 | 63,7 | 64,9 |
| Humedad final | (%) | 31,8 | 31,2 | 28,1 |

| Ensayo | No | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| Esfuerzo Normal | (Kg/cm2) | 0,69 | 1,38 | 2,08 |
| Altura de sólidos, Hs | (cm) | 1,465 | 1,463 | 1,492 |
| ΔH | (mm) | 1,913 | 1,578 | 2,485 |
| Relacion de vacios inicial | ei | 1,20 | 1,21 | 1,17 |
| Relación de vacios final | ef | 1,07 | 1,10 | 1,00 |

| Ensayo | No | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| Grado saturación inicial | % | 78,1 | 77,9 | 75,3 |
| Grado saturación final | % | 77,6 | 74,3 | 73,7 |

**ENSAYO N° 1**

| Lect No. | Def. Hz (cm) | Def. Vert (cm) | Tiemp (s) | Fuerza (Kg-f) | Area corr (cm2) | σ (Kg/cm2) | τ (Kg/cm2) | τ/σ (adim) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 0,020 | 0,175 | 20,000 | 0,541 | 16,528 | 0,696 | 0,033 | 0,047 |
| 3 | 0,029 | 0,176 | 40,000 | 0,413 | 16,487 | 0,698 | 0,025 | 0,036 |
| 4 | 0,040 | 0,176 | 60,000 | 0,523 | 16,437 | 0,700 | 0,032 | 0,045 |
| 5 | 0,121 | 0,185 | 240,000 | 4,119 | 16,064 | 0,716 | 0,256 | 0,358 |
| 6 | 0,131 | 0,185 | 260,000 | 4,431 | 16,019 | 0,718 | 0,277 | 0,385 |
| 7 | 0,140 | 0,186 | 280,000 | 4,670 | 15,977 | 0,720 | 0,292 | 0,406 |
| 8 | 0,151 | 0,186 | 300,000 | 4,734 | 15,924 | 0,722 | 0,297 | 0,412 |
| 9 | 0,161 | 0,187 | 320,000 | 4,917 | 15,878 | 0,724 | 0,310 | 0,428 |
| 10 | 0,257 | 0,189 | 600,000 | 7,165 | 15,436 | 0,745 | 0,464 | 0,623 |
| 11 | 0,267 | 0,189 | 620,000 | 7,550 | 15,390 | 0,747 | 0,491 | 0,657 |
| 12 | 0,278 | 0,189 | 640,000 | 7,807 | 15,341 | 0,750 | 0,509 | 0,679 |
| 13 | 0,289 | 0,189 | 660,000 | 8,037 | 15,291 | 0,752 | 0,526 | 0,699 |
| 14 | 0,300 | 0,189 | 680,000 | 8,257 | 15,241 | 0,755 | 0,542 | 0,718 |
| 15 | 0,383 | 0,189 | 840,000 | 9,541 | 14,857 | 0,774 | 0,642 | 0,830 |
| 16 | 0,394 | 0,189 | 860,000 | 9,642 | 14,808 | 0,777 | 0,651 | 0,838 |
| 17 | 0,405 | 0,189 | 880,000 | 9,752 | 14,758 | 0,779 | 0,661 | 0,848 |
| 18 | 0,415 | 0,189 | 900,000 | 9,963 | 14,713 | 0,782 | 0,677 | 0,866 |
| 19 | 0,427 | 0,189 | 920,000 | 9,954 | 14,659 | 0,784 | 0,679 | 0,866 |
| 20 | 0,437 | 0,189 | 940,000 | 10,009 | 14,614 | 0,787 | 0,685 | 0,870 |
| 21 | 0,447 | 0,189 | 960,000 | 10,028 | 14,565 | 0,790 | 0,688 | 0,872 |
| 22 | 0,458 | 0,189 | 980,000 | 10,037 | 14,515 | 0,792 | 0,691 | 0,873 |
| 23 | 0,468 | 0,189 | 1000,000 | 10,193 | 14,470 | 0,795 | 0,704 | 0,886 |
| 24 | 0,479 | 0,189 | 1020,000 | 10,229 | 14,421 | 0,797 | 0,709 | 0,890 |
| 25 | 0,490 | 0,189 | 1040,000 | 10,248 | 14,371 | 0,800 | 0,713 | 0,891 |
| 26 | 0,500 | 0,189 | 1060,000 | 10,266 | 14,326 | 0,803 | 0,717 | 0,893 |
| 27 | 0,510 | 0,189 | 1080,000 | 10,202 | 14,276 | 0,806 | 0,715 | 0,887 |
| 28 | 0,521 | 0,189 | 1100,000 | 10,138 | 14,227 | 0,808 | 0,713 | 0,882 |
| 29 | 0,531 | 0,189 | 1120,000 | 10,248 | 14,182 | 0,811 | 0,723 | 0,891 |
| 30 | 0,542 | 0,189 | 1140,000 | 10,193 | 14,133 | 0,814 | 0,721 | 0,886 |
| 31 | 0,553 | 0,189 | 1160,000 | 10,165 | 14,083 | 0,817 | 0,722 | 0,884 |
| 32 | 0,563 | 0,189 | 1180,000 | 10,138 | 14,034 | 0,819 | 0,722 | 0,882 |
| 33 | 0,574 | 0,189 | 1200,000 | 10,083 | 13,985 | 0,822 | 0,721 | 0,877 |
| 34 | 0,585 | 0,189 | 1220,000 | 10,046 | 13,935 | 0,825 | 0,721 | 0,874 |
| 35 | 0,596 | 0,189 | 1240,000 | 10,101 | 13,886 | 0,828 | 0,727 | 0,878 |
| 36 | 0,607 | 0,189 | 1260,000 | 10,046 | 13,837 | 0,831 | 0,726 | 0,874 |
| 37 | 0,618 | 0,189 | 1280,000 | 10,028 | 13,783 | 0,834 | 0,728 | 0,872 |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**ENSAYO N° 2**

| Def. Hz (cm) | Def. Vert (cm) | Tiemp (s) | Fuerza (Kg-f) | Area corr (cm2) | σ (Kg/cm2) | τ (Kg/cm2) | τ/σ (adim) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,008 | 0,164 | 20,000 | 0,000 | 16,582 | 1,387 | 0,000 | 0,000 |
| 0,017 | 0,166 | 40,000 | 3,435 | 16,541 | 1,390 | 0,208 | 0,149 |
| 0,135 | 0,179 | 240,000 | 6,592 | 15,998 | 1,438 | 0,412 | 0,287 |
| 0,147 | 0,181 | 260,000 | 7,366 | 15,943 | 1,443 | 0,462 | 0,320 |
| 0,158 | 0,182 | 280,000 | 7,589 | 15,892 | 1,447 | 0,478 | 0,330 |
| 0,170 | 0,182 | 300,000 | 7,828 | 15,837 | 1,452 | 0,494 | 0,340 |
| 0,182 | 0,184 | 320,000 | 7,865 | 15,782 | 1,457 | 0,498 | 0,342 |
| 0,266 | 0,187 | 560,000 | 9,189 | 15,396 | 1,494 | 0,597 | 0,400 |
| 0,278 | 0,187 | 580,000 | 9,353 | 15,341 | 1,499 | 0,610 | 0,407 |
| 0,289 | 0,188 | 600,000 | 9,703 | 15,291 | 1,504 | 0,635 | 0,422 |
| 0,301 | 0,190 | 620,000 | 9,963 | 15,235 | 1,510 | 0,654 | 0,433 |
| 0,313 | 0,192 | 640,000 | 10,253 | 15,180 | 1,515 | 0,675 | 0,446 |
| 0,415 | 0,202 | 820,000 | 12,843 | 14,713 | 1,563 | 0,873 | 0,558 |
| 0,429 | 0,203 | 840,000 | 13,036 | 14,648 | 1,570 | 0,890 | 0,567 |
| 0,441 | 0,204 | 860,000 | 13,073 | 14,594 | 1,576 | 0,896 | 0,568 |
| 0,453 | 0,204 | 880,000 | 13,393 | 14,539 | 1,582 | 0,921 | 0,582 |
| 0,464 | 0,204 | 900,000 | 13,497 | 14,488 | 1,587 | 0,932 | 0,587 |
| 0,476 | 0,205 | 920,000 | 13,616 | 14,433 | 1,594 | 0,943 | 0,592 |
| 0,488 | 0,205 | 940,000 | 13,921 | 14,378 | 1,600 | 0,968 | 0,605 |
| 0,546 | 0,207 | 1040,000 | 14,926 | 14,113 | 1,630 | 1,058 | 0,649 |
| 0,557 | 0,207 | 1060,000 | 15,186 | 14,063 | 1,635 | 1,080 | 0,660 |
| 0,570 | 0,207 | 1080,000 | 15,328 | 14,004 | 1,642 | 1,095 | 0,666 |
| 0,581 | 0,207 | 1100,000 | 15,439 | 13,954 | 1,648 | 1,106 | 0,671 |
| 0,593 | 0,208 | 1120,000 | 15,499 | 13,899 | 1,655 | 1,115 | 0,674 |
| 0,605 | 0,208 | 1140,000 | 15,640 | 13,844 | 1,661 | 1,130 | 0,680 |
| 0,616 | 0,208 | 1160,000 | 15,796 | 13,794 | 1,667 | 1,145 | 0,687 |
| 0,629 | 0,208 | 1180,000 | 15,953 | 13,735 | 1,675 | 1,161 | 0,694 |
| 0,641 | 0,208 | 1200,000 | 16,027 | 13,680 | 1,681 | 1,172 | 0,697 |
| 0,653 | 0,208 | 1220,000 | 16,131 | 13,625 | 1,688 | 1,184 | 0,701 |
| 0,664 | 0,208 | 1240,000 | 16,258 | 13,575 | 1,694 | 1,198 | 0,707 |
| 0,676 | 0,208 | 1260,000 | 16,295 | 13,521 | 1,701 | 1,205 | 0,708 |
| 0,689 | 0,208 | 1280,000 | 16,302 | 13,462 | 1,709 | 1,211 | 0,709 |
| 0,701 | 0,208 | 1300,000 | 16,355 | 13,407 | 1,716 | 1,220 | 0,711 |
| 0,713 | 0,208 | 1320,000 | 16,399 | 13,352 | 1,723 | 1,228 | 0,713 |
| 0,724 | 0,208 | 1340,000 | 16,503 | 13,302 | 1,729 | 1,241 | 0,718 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

**ENSAYO N° 3**

| Def. Hz (cm) | Def. Vert (cm) | Tiemp (s) | Fuerza (Kg-f) | Area corr (cm2) | σ (Kg/cm2) | τ (Kg/cm2) | τ/σ (adim) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,007 | 0,225 | 20,000 | 4,532 | 16,586 | 2,080 | 0,273 | 0,131 |
| 0,000 | 0,226 | 40,000 | 5,037 | 16,619 | 2,076 | 0,000 | 0,000 |
| 0,027 | 0,226 | 60,000 | 4,945 | 16,495 | 2,092 | 0,300 | 0,143 |
| 0,166 | 0,230 | 300,000 | 13,064 | 15,857 | 2,176 | 0,824 | 0,379 |
| 0,176 | 0,230 | 320,000 | 13,349 | 15,808 | 2,182 | 0,844 | 0,387 |
| 0,187 | 0,230 | 340,000 | 13,789 | 15,758 | 2,189 | 0,875 | 0,400 |
| 0,199 | 0,230 | 460,000 | 14,147 | 15,704 | 2,197 | 0,901 | 0,410 |
| 0,326 | 0,230 | 700,000 | 20,339 | 15,122 | 2,282 | 1,345 | 0,590 |
| 0,336 | 0,254 | 720,000 | 21,174 | 15,076 | 2,288 | 1,404 | 0,614 |
| 0,347 | 0,255 | 740,000 | 21,505 | 15,027 | 2,296 | 1,431 | 0,623 |
| 0,356 | 0,256 | 760,000 | 21,725 | 14,981 | 2,303 | 1,450 | 0,630 |
| 0,367 | 0,257 | 780,000 | 21,789 | 14,932 | 2,311 | 1,459 | 0,632 |
| 0,378 | 0,258 | 800,000 | 22,284 | 14,882 | 2,318 | 1,497 | 0,646 |
| 0,388 | 0,259 | 820,000 | 22,596 | 14,837 | 2,325 | 1,523 | 0,655 |
| 0,399 | 0,260 | 840,000 | 22,872 | 14,787 | 2,333 | 1,547 | 0,663 |
| 0,410 | 0,261 | 860,000 | 23,239 | 14,738 | 2,341 | 1,577 | 0,674 |
| 0,420 | 0,261 | 880,000 | 23,679 | 14,688 | 2,349 | 1,612 | 0,686 |
| 0,430 | 0,262 | 900,000 | 23,908 | 14,643 | 2,356 | 1,633 | 0,693 |
| 0,441 | 0,263 | 920,000 | 24,211 | 14,594 | 2,364 | 1,659 | 0,702 |
| 0,452 | 0,263 | 940,000 | 24,761 | 14,544 | 2,372 | 1,703 | 0,718 |
| 0,463 | 0,264 | 960,000 | 24,789 | 14,495 | 2,380 | 1,710 | 0,719 |
| 0,473 | 0,264 | 980,000 | 25,028 | 14,445 | 2,388 | 1,733 | 0,725 |
| 0,483 | 0,264 | 1000,000 | 25,339 | 14,400 | 2,396 | 1,760 | 0,734 |
| 0,494 | 0,264 | 1020,000 | 25,697 | 14,351 | 2,404 | 1,791 | 0,745 |
| 0,505 | 0,265 | 1040,000 | 25,706 | 14,301 | 2,412 | 1,798 | 0,745 |
| 0,515 | 0,265 | 1060,000 | 25,954 | 14,256 | 2,420 | 1,821 | 0,752 |
| 0,526 | 0,265 | 1080,000 | 26,000 | 14,207 | 2,428 | 1,830 | 0,754 |
| 0,536 | 0,265 | 1100,000 | 26,193 | 14,157 | 2,437 | 1,850 | 0,759 |
| 0,547 | 0,265 | 1120,000 | 26,119 | 14,108 | 2,445 | 1,851 | 0,757 |
| 0,557 | 0,266 | 1140,000 | 26,358 | 14,063 | 2,453 | 1,874 | 0,764 |
| 0,568 | 0,266 | 1160,000 | 26,422 | 14,013 | 2,462 | 1,885 | 0,766 |
| 0,623 | 0,266 | 1260,000 | 26,468 | 13,763 | 2,507 | 1,923 | 0,767 |
| 0,633 | 0,266 | 1280,000 | 26,394 | 13,718 | 2,515 | 1,924 | 0,765 |
| 0,644 | 0,266 | 1300,000 | 26,147 | 13,669 | 2,524 | 1,913 | 0,758 |
| 0,654 | 0,266 | 1320,000 | 26,119 | 13,619 | 2,533 | 1,918 | 0,757 |
| 0,665 | 0,266 | 1340,000 | 26,101 | 13,570 | 2,542 | 1,923 | 0,757 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Observaciones:



Revisó

**Ing. Holman Arias Camacho**
Jefe de División de Geotecnia