

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

**ANÁLISIS DE COHESIÓN Y ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE SUELOS  
EN ENSAYOS PRÓCTOR NORMAL ALTERNATIVA B<sup>1</sup>  
ANALYSIS OF COHESION AND ANGLE OF INTERNAL FRICTION OF SOILS  
IN TEST PROCTOR NORMAL ALTERNATIVE B**

**Piñeyro Verónica Alejandra<sup>2</sup>, Drewes Ingrid Beatriz<sup>3</sup>, Reinehr María Tania<sup>4</sup>, Demonari Fernando Emanuel<sup>5</sup>, Bogado Gustavo Orlando<sup>6</sup>, Pintos, Nicolás Agustín<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Proyecto de investigación. Código 16/I145. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

<sup>2</sup> Becario de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. veronica.alejandra.93@gmail.com.ar

<sup>3</sup> Becario de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. ingridbdrewes@gmail.com.ar

<sup>4</sup> Becario de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. taniareinehr@gmail.com.ar

<sup>5</sup> Adscripto al Proyecto de Investigación. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. fernandodemonari@gmail.com.ar

<sup>6</sup> Docente Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. gustavobogado@fio.unam.edu.ar

<sup>7</sup> Docente Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. nicolasagustinpintos@gmail.com.ar

## **1. Introducción**

Los suelos residuales provenientes de la meteorización del basalto, se encuentran presentes en la provincia de Misiones y parte de Corrientes, así como en zonas de Brasil y Paraguay. Dada la baja presencia de este tipo de suelo en el país, es que las normas nacionales no contemplan la particularidad de los mismos.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y el Higway (HRB) clasifican a este suelo como "Regular a malo", sin embargo, la experiencia en la utilización de los mismos en obras civiles, así como los resultados de estudios geotécnicos realizados en carácter privado y en Universidades del MERCOSUR, reflejan una conducta eficiente que se contradice con la estimación de las normas.

En el presente trabajo se dan los resultados de caracterización de suelos de las muestras empleadas, junto a los ensayos triaxiales no consolidados no drenados a humedad de molde correspondiente a los puntos del ensayo Próctor normal alternativa B (IRAM 10511), registrando para cada muestra el valor de cohesión y de ángulo de fricción interna. Los mismos podrán ser comparados posteriormente con resultados obtenidos de los ensayos Próctor normal llevados a cabo por otros integrantes del equipo de investigación.

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

El objetivo principal del trabajo es establecer las relaciones o tendencias que pudieran surgir de la comparación de valores de cohesión y ángulo de fricción interna del suelo con los valores de humedad de moldeo de los ensayos Próctor alternativa B.

## 2. Metodología

El estudio de los parámetros resistentes del suelo se realiza con probetas obtenidas del ensayo Próctor normal alternativa B, del que se recuperan 5 probetas por muestra de suelo.

Las muestras empleadas son provistas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería por empresas del medio, o bien por retiro en campo por parte del equipo de investigación de muestras de suelo en cantidad suficiente para la rutina de ensayos.

En la actualidad se tienen registrados resultados de ensayos de 10 sitios, de los cuales se presentan 7 (siete) muestras dado que son las que cuentan con rutinas completas de caracterización. Los datos de localización de los mismos se detallan en la Tabla N°1.

Tabla N°1: Ubicación de muestras empleadas.

Designación	Localidad	Tipo de Obra
FI001	Leandro N. Alem	Obra Industria
FI003	Panambí	Estación transformadora
FI005	Oberá	Estación transformadora
FI006	Guaraní	Obra Industrial
FI007	Oberá	Obra Edilicia
FI008	Oberá	Obra Edilicia
FI009	Oberá	Obra vial

Cada rutina abarca: Caracterización y clasificación de la muestra de suelo, compuesta por ensayos de granulometría mediante tamizado por vía húmeda, (IRAM 10507), límites de Atterberg (IRAM 10501) y Clasificación de Suelos (IRAM 10509 "SUCS"), ensayo Próctor normal alternativa B (IRAM 10511) y ensayo en cámara triaxial (IRAM 10529), incluyendo el remoldeo de puntos necesarios.

Las probetas recuperadas del ensayo Próctor se tallan e inmediatamente, se ensayan evitando así una variación significativa en el contenido de humedad.

Se realiza el ensayo triaxial en condición no consolidada no drenada a carga escalonada, siguiendo el procedimiento detallado en la norma IRAM correspondiente, difiriendo de la misma en los siguientes aspectos.

- El ensayo se realiza a la misma humedad de cada punto del ensayo Próctor, tanto en rama seca como en rama húmeda, y no en condición saturada como se indica en la norma, ya que el objetivo es estudiar la variación de los parámetros geomecánicos en relación a la variación de humedad.
- Se utiliza una sola probeta, en lugar de tres, realizando sobre ésta el escalonamiento de

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

carga. Prescindindo así de realizar la corrección por variación de humedad correspondiente a cada punto Próctor por utilización de tres probetas.

Por último, se registran los datos obtenidos y se procede al análisis de los resultados.

### 3. Resultado y Discusión

En la Tabla N°2 se exponen los resultados obtenidos de los ensayos de Limite de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Se observa que en todos los casos se obtuvieron pasantes tamiz 200 superiores al 50%, encuadrándose por lo tanto dentro de los suelos finos.

Tabla N°2: Detalle de límites de consistencia, granulometría y clasificación de muestras empleadas.

Designación	Límite líquido [%]	Límite plástico [%]	Índice de plasticidad [%]	Pasa Tamiz #200 [%]	Clasificación SUCS	
FI001	54,20	40,50	13,70	94,95	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI003	53,00	35,20	17,80	92,72	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI005	50,80	38,10	12,70	93,81	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI006	56,30	38,90	17,40	96,70	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI007	66,30	49,50	16,80	96,59	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI008	57,30	45,80	11,60	94,23	MH	Limo de Alta Plasticidad
FI009	39,60	30,51	9,10	56,15	ML	Limo de Baja Plasticidad

En la tabla N° 3 se muestran valores característicos, obtenidos del ensayo Próctor y los parámetros resistentes de los suelos Obtenidos del ensayo triaxial.

Tabla N°3: Resumen de parámetros obtenidos de ensayos Próctor Normal alternativa B y Triaxial.

Designación	Humedad óptima [%]	Densidad seca máx. [gr/cm <sup>3</sup> ]	Cohesión [kg/cm <sup>2</sup> ]	Angulo de fricción interna [°]
FI001	30,00	1,51	0,85	23,00
FI003	27,40	1,51	0,46	18,80
FI005	27,50	1,57	0,48	31,00
FI006	23,80	1,59	1,52	24,80
FI007	32,00	1,45	1,60	25,50
FI008	33,00	1,39	1,55	22,50
FI009	25,00	1,57	1,00	17,00

En las Figuras N°1 y N°2 se exponen las gráficas de cohesión y Densidad seca en función a la humedad, y, Angulo de fricción interna y Densidad seca también en función de la humedad, obtenidas mediante los ensayos Triaxial y Próctor realizados.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

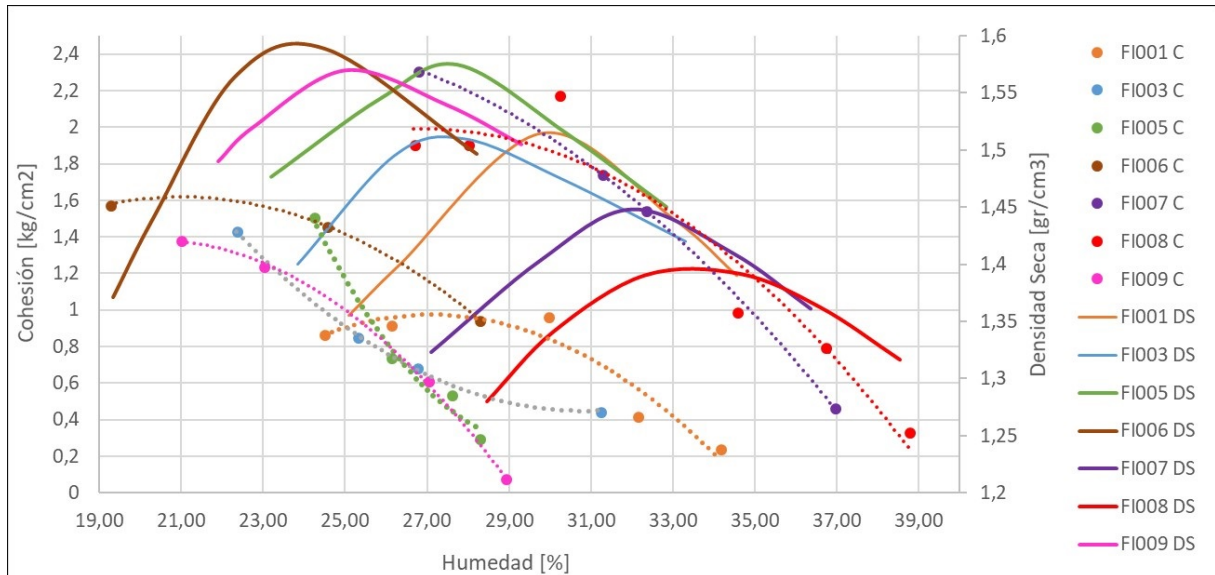


Figura N°1: Graficas de Coesión y Densidad Seca vs. Humedad.

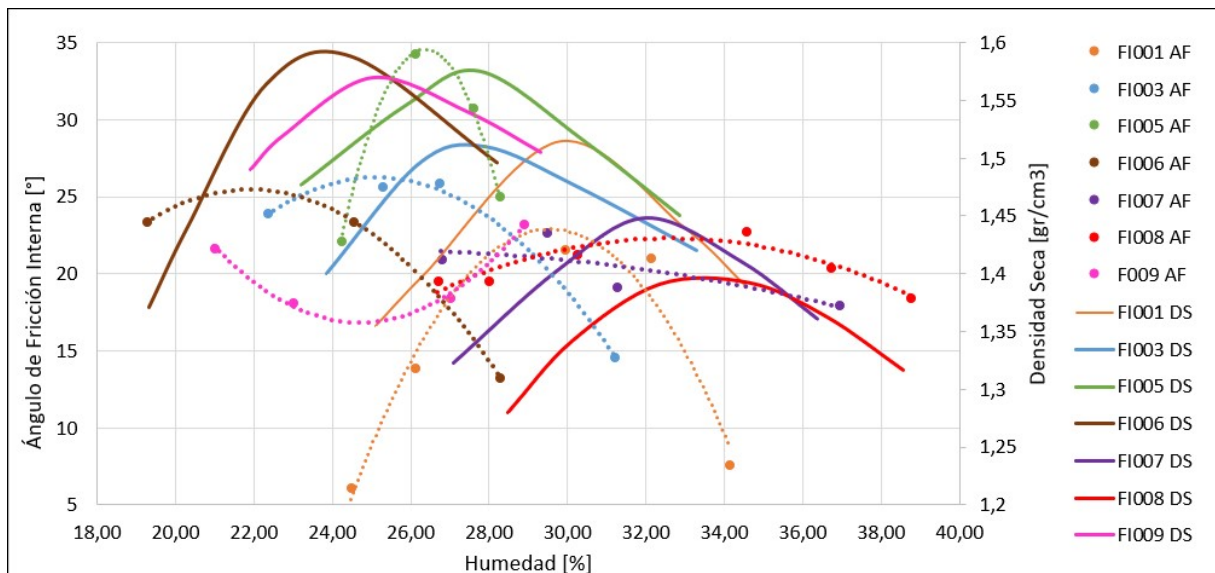


Figura N°2: Graficas de Ángulo de Fricción Interna y Densidad Seca vs. Humedad.

En las figuras se puede observar que los valores de cohesión tienden a decrecer a medida que aumenta la humedad. Particularmente en las muestras FI003 Y FI005 se observa un desarrollo con concavidad hacia arriba de la curva, mientras que el resto de las muestras manifiestan desarrollo con concavidad hacia abajo.

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Respecto a los valores de ángulo de fricción interna se observa que los mismos aumentan levemente conforme aumenta la humedad, esto es así hasta un cierto punto (cercano a la humedad optima) a partir del cual comienza a decrecer.

Cabe destacar que para la muestra FI009 el comportamiento de dicho parámetro es opuesto al de los demás ensayos presentados. Esta variación se debe tomar como materia de análisis ya que la misma está compuesta por suelos finos con presencia de Saproilito.

Sin embargo, no se pueden afirmar como definitivas estas tendencias de comportamiento debido al reducido número de rutinas completas de ensayos con las que se cuenta.

#### **4. Conclusiones**

Se presentan resultados de variación de los guarismos de cohesión y ángulo de fricción de suelos colorados compactados de siete sitios en los cuales se cuenta con la rutina de caracterización completa.

Con los resultados presentados se puede tomar como primera aproximación que existe una tendencia a disminución de los valores de cohesión con el aumento del contenido de humedad de moldeo.

En cuanto al ángulo de fricción interna, se observa un leve aumento del mismo aproximadamente hasta la humedad óptima, para luego descender con el aumento de humedad de moldeo.

Las valoraciones realizadas deberán ser afirmadas o refutadas valiéndose de una mayor cantidad de ensayos, lo cual se continúa realizando.

**5. Palabras Clave:** Teste triaxial, tendência, parâmetros resistentes, Laterítico, Compactado.

**Keywords:** Triaxial test, trend, resistant parameters, Lateritic, Compacted.

#### **6. Referencias Bibliográficas**

Norma IRAM 10501 " Método de determinación del límite líquido y del límite plástico de una muestra de suelo. Índice de fluidez e índice de plasticidad " - 2007.

Norma IRAM 10507 " Método de determinación de la granulometría por tamizado mediante vía húmeda " - 1986.

Norma IRAM 10509 "Clasificación de los suelos, con propósitos ingenieriles " - 1982.

Norma IRAM 10511 " Método de ensayo de compactación en laboratorio " - 1972.

Norma IRAM 10529 " Método de ensayo de compresión triaxial en suelos cohesivos sobre probetas no consolidadas ni drenadas " - 1985.

Norma IRAM 10529 " Método de ensayo de compresión triaxial en suelos cohesivos sobre probetas no consolidadas ni drenadas " - 1985.