

ANÁLISIS DE DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA DE SUELOS GRISES DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA¹

Hugo Orlando Reinert², Javier Alberto Duarte³, Marcos Andrés Silva⁴.

¹ Proyecto de Investigación. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina

² Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

³ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

⁴ Estudiante Adscripto. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina.

1. Introducción

La Provincia de Misiones se encuentra geológicamente comprendida dentro del manto de conformación ígnea denominado “Macizo de Brasilia”, con suelos procedentes de la meteorización "in situ" de la roca basáltica en un ambiente cálido y húmedo, resultando en suelos "residuales".

Cuando el proceso de meteorización de los suelos se realiza por debajo del nivel freático, la reducción de los metales se genera bajo condiciones de saturación sin la presencia del oxígeno del aire, produciéndose óxido ferroso, que le otorga al suelo una coloración Gris claro u oscuro.

El presente trabajo se estudia la metodología empleada en el análisis de la granulometría de suelos mediante el método combinado de tamizado (fracción gruesa hasta partículas de tamaño límite de 0.075 milímetros - Tamiz N° 200), e hidrometría (para la fracción menor a 0.075 milímetros) que hace uso del concepto de que las partículas tienen una velocidad de sedimentación que se relaciona con el tamaño (diámetro) de las mismas (Das, 2001).

La determinación de los tamaños de partículas en algunos suelos residuales, es afectadas por diferentes factores (Terzaghi, 1958; Newill, 1961; Townsend et al., 1969) (en Gidigasú, 1976). Por ello se propone estudiar la influencia en los resultados obtenidos de la composición granulométrica de la fracción fina conforme los procedimientos de preparación previa, y la Norma empleada en el procesamiento de resultados, con el objeto de definir la magnitud de dispersión de resultados, derivados de los procedimientos detallados.

2. Metodología

Extracción de muestras: El proyecto bajo el cual se plantea el estudio, considera el análisis de muestras de 10 (diez) sitios distintos ubicados todos ellos en la zona centro de la provincia. En particular el presente trabajo se desarrolla sobre muestras de suelo gris del denominado sitio 6 y sitio 10, cuya ubicación se detalla en la Tabla 1.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

Designação	Ubicación: Calle - Municipio	Coordenada GPS
Sitio 6	Ruta Provincial N° 103 - Campo Ramón	S27°25'51.9" – W55°02'9.96"
Sitio 10	Ruta Provincial N° 6 - Paraje Tacuará	S27°18'39.2" – W55°04'21.7"

Tabla 1: Ubicación de los sitios de toma de muestras

Ensayos de Clasificación: Con las muestras extraídas se realizaron en primera instancia los ensayos de caracterización con determinación de los límites de Atterberg y granulometría, con los cuales se clasifica el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, detallado en la Tabla 2.

Designación	LL (%)	LP (%)	IP (%)	P # 200	Clasificación SUCS
Sitio 6	60.20	33.60	26.60	89.10	MH
Sitio 10	64.40	29.10	35.30	95.20	CH

Tabla 2: Resumen de resultados obtenidos: Límites de Atterberg y Clasificación SUCS

Ensayos de Granulometría: El análisis granulométrico se realizó conforme los lineamientos establecidos por las Normas ASTM D 421 y ASTM D 422, empleándose también las recomendaciones planteadas según las normas AASTHO T-88-70 y VN-E1-65. El ensayo de la fracción de suelo con tamaño de partículas mayores a los 0.075 milímetros se efectuó por tamizado mecánico por vía húmeda, mientras que la distribución granulométrica de la fracción de suelo con tamaño de partículas menores a 0.075 milímetros se realizó con hidrómetro, empleando como agente dispersante el hexametáfosfato de sodio [(NaPO₃)₆]

Los ensayos de granulometría se desarrollaron analizando las siguientes variantes, a fin de ver el efecto de las mismas en los resultados obtenidos.

- Procesado de resultados: se procesaron los resultados por diferentes Normas de uso convencional (ASTM y AASTHO).
- Contenido de humedad inicial: se realizaron ensayos sin humedad higroscópica “secado a horno”, con humedad higroscópica ambiental “secado al aire”, y con la “humedad natural” del suelo sin secado alguno.
- Contenido de defloculante: Para el análisis se procedió al realizar ensayos con humedad inicial y una disolución al 4% de sal en agua destilada, para luego ensayar con 125, 250 y 500 cm³ de disolución dentro de los tubos de precipitados de 1000 cm³.

3. Resultados y Discusión

A nivel general, los resultados de los ensayos de identificación de suelos se ven afectados por una serie de factores presentes en el proceso de preparación de muestras y de ensayos.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

Entre ellos se destaca la degradación de partículas mas débiles (saprolito) en la etapa de mortereado del suelo, lo que modifica la granulometría del mismo; el efecto de cementación entre las partículas que requiere del empleo de defloculante y energía de agitación; y el contenido de humedad previa, entre los factores más destacados.

De los factores mencionados, el secado previo es el que mayor efecto tiene en los resultados obtenidos. Fookes (2004), recomienda que siempre que sea posible se evite el secado previo del suelo. La dificultad en este caso radica en el hecho de que no existe una normativa clara de ensayo cuando se salen de los lineamientos convencionales, con lo cual los resultados obtenidos podrían tornarse subjetivos, si se varían los procedimientos de secado tradicionales.

En la Figura 1 se detallan las curvas de distribución granulométrica del suelo del sitio 6, analizando diferentes condiciones de humedad previa de las muestras al momento del inicio del ensayo. Los resultados indican importante influencia de la humedad inicial, dado que los ensayos con suelo secado al aire indicaron contenido de arcilla un 30% superiores, en comparación al suelo secado a horno. El suelo sin secado previo (humedad natural) detalla una curva de distribución intermedia a las otras dos.

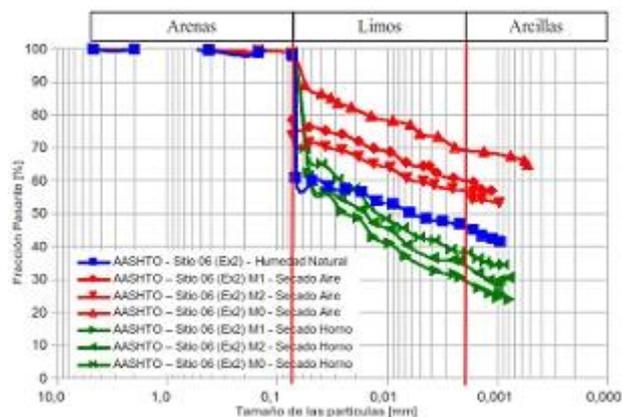


Figura 1: Sedimentación Norma AASHTO - Comparativa de Humedad Inicial Sitio 6

En la Figura 2a y 2b se dan las curvas correspondientes al sitio 6 y sitio 10 respectivamente, para muestras de suelo secadas previamente al aire, y con procesamiento de resultados según las dos normas detalladas.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

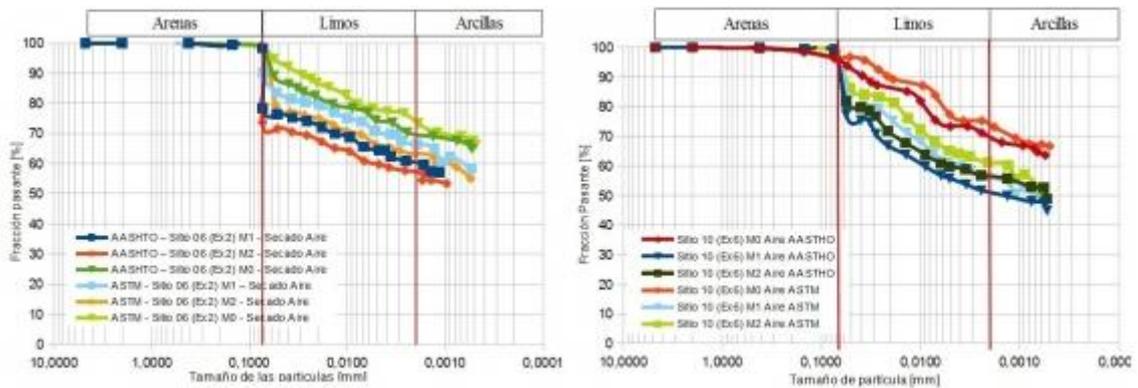


Figura 2: Comparativa Normas AASHTO e ASTM solo secado al aire: a) Sitio 6; b) Sitio 10

De igual manera, en la Figura 3a y 3b se dan las curvas correspondientes al sitio 6 y sitio 10 respectivamente, para muestras de suelo secadas previamente al horno, y con procesamiento de resultados según las dos normas detalladas.

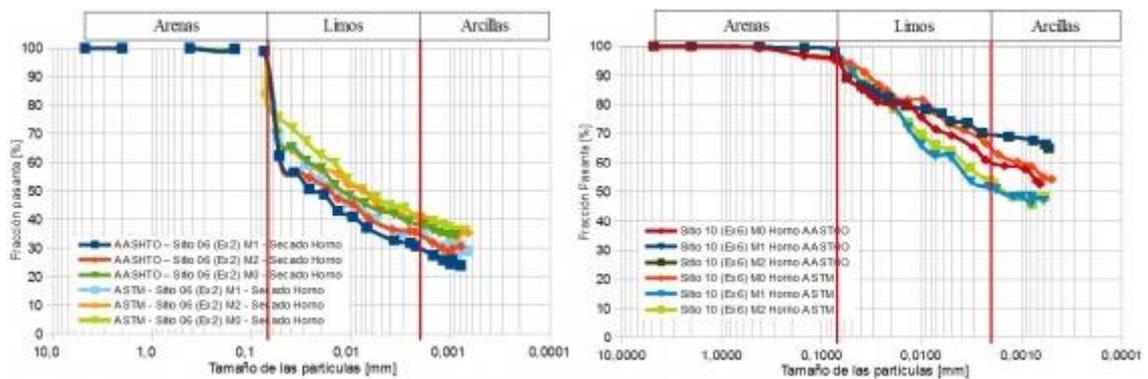


Figura 3: Comparativa Normas AASHTO e ASTM solo secado al horno: a) Sitio 6; b) Sitio 10

En la Tabla 3 se resumen los valores promedio de cada fracción obtenidos para ambas normas de procesamiento, y para las tres condiciones de secado previo del suelo.

SITIO 6						
Designação /Humedad	AASHTO			ASTM		
	Natural	Aire	Horno	Natural	Aire	Horno
Arena	1.90%	1.60%	1.10%	1.90%	1.60%	1.10%
Limo	51.20%	35.40%	64.00%	50.3%	29.20%	59.30%
Arcilla	46.90%	62.90%	34.90%	47.80%	69.20%	39.60%

SITIO 10						
Designação /Humedad	AASHTO			ASTM		
	Natural	Aire	Horno	Natural	Aire	Horno
Arena	3.80%	2.10%	2.80%	3.80%	11.60%	7.80%
Limo	65.30%	38.00%	30.00%	64.4%	24.20%	34.70%
Arcilla	30.90%	59.90%	67.20%	31.80%	64.20%	57.50%

Tabla 3: Fracción de suelo obtenido para diferentes contenidos de humedad previa y según procesamiento con Norma AASHTO y ASTM

Los resultados obtenidos muestran una variación de los valores conforme el procedimiento de secado previo, y para el procesamiento por ambas Normas, próximas al 25% en la fracción arcilla para el caso de suelo del sitio 6, y del orden del 35% para el caso del suelo del sitio 10.

Asimismo se ha observado que, con salvedad a los ensayos del sitio 10 secado previamente en horno, los demás casos presentan una caída abrupta de la curva en torno al inicio del análisis por sedimentación. Estos saltos son indiferentes a la procedencia de la muestra, humedad inicial y/o norma aplicada y se sigue revisando los procedimientos para definir la causa.

Por otro lado se han realizado ensayos donde se ha variado el contenido de disolución del defloculante. Para ello, en primer lugar, secamos a horno unas muestras que luego las sumergimos en 125cc de disolución de Hexametáfosfato al 4%. Pasado el periodo de humectación, ampliamos dos (2) de las muestras a 250cc y 500cc de disolución, para luego completar con agua destilada cada una al litro para realizar el ensayo. Los resultados no se consideran satisfactorios, debido a que las proporciones determinadas para equiparar los resultados no son las correctas. Desarrollando las cualidades químicas de la sal, ésta no tiene un comportamiento lineal respecto a su densidad en una disolución, ya que se trata de un compuesto químico. Se continua trabajando el resolver esto.

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos se concluye que la distribución granulométrica de los suelos grises de la región difieren entre sí, según con cual Norma se analice el procesamiento del ensayo.

Se evidencia también que la dispersión de las lecturas es debido a la humedad inicial de las muestras empleadas, siendo las muestras secadas al aire las que presentan mayor diferencia.

Si bien se ha llegado a obtener una correlación entre algunos resultados y la bibliografía de referencia, aun existen variables que pueden generar comportamientos diferenciados respecto a los expuestos en dicha bibliografía.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

Por ello, se pretende continuar con ensayos en que se apliquen variaciones del porcentaje del defloculante de un 4% al 8% y 12%, directamente durante el proceso de absorción en muestras secadas al aire y al horno, así como también muestras a humedad natural.

Finalmente, no se ha abordado de momento el estudio de la incorporación de energía al proceso de adsorción/absorción del defloculante. Esto se lograría mediante métodos mecánicos o manuales durante la etapa ya mencionada.

5. Palabras Clave

Suelos residuales, Hidrometría, Sedimentación.

6. Referencias Bibliográficas

- ASTM D 421-85. “Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle Size Analysis and Determination of Soil Constants”. American Society for testing and Materials. Annual Book of ASTM Standards. 2 p.
- ASTM D 422-63. “Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils”. American Society for testing and Materials. Annual Book of ASTM Standards. 8 p.
- FOOKES, P. G. (2004). “Suelos Residuales Tropicales”. Hombre Nuevo Editores. Medellín, Colombia. 235 p.
- GIDIGASU, M. D. (1976). “Laterite Soil Engineering–Pedogenesis and Engineering Principles”. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 554 p.
- REINERT, H.; TERZARIOL, R.; REDOLFI, E. (2008) “Determinación de índices físicos para la Caracterización de arcillas grises del Departamento de Oberá – Misiones”. 2do Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencia y Tecnología de Materiales. Posadas. Misiones. Argentina.