

17º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental

LIBERTAD CLAY: RESULTADOS PRIMARIOS SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA Y COMPOSICIÓN.

Marcos Musso ¹; Leonardo Behak ²;

Resumen –Las propiedades geomecánicas de las formaciones geológicas son dependientes de las composiciones granulométricas y mineralógicas, por lo cual es un desafío caracterizarlas. En los suelos finos de Libertad Clay (Uruguay) se han identificado en los últimos 20 años variaciones en el potencial de expansión, el cual varía de bajo a muy alto; y en la conductividad hidráulica diferencias entre los valores de laboratorio y campo. En este trabajo se analizan la variación en la resistencia inconfiada de suelos finos de Libertad Clay con diferentes humedades. Los resultados obtenidos permiten identificar suelos finos con diferentes comportamientos de resistencia, lo cual confirma la hipótesis de la variabilidad en las propiedades geomecánicas de esta unidad geológica.

Abstract – The geomechanics properties measurement is a challenger because the geological units have different granulometric and mineralogical composition who their have influence in this properties. Libertad Clay (Uruguay) is composed by fine soils. These soils have different expansion pressure since very low to very high and difference hydraulic conductivity values when it meseasure in field and laboratory. In this paper undrained shear strength with different moistures of fine soils of Libertad Clay was measured. The values show different behavior in the fine soils. Then geomechanics properties variability hypothesis is confirmed to this geological unit.

Palavras-Chave – Suelos finos, resistencia no drenada, Libertad Clay.

¹ Prof. Adjunto, Universidad de la República Oriental del Uruguay (00598) 27142714-in 14205, mmusso@fing.edu.uy

² Prof. Adjunto, Universidad de la República Oriental del Uruguay (00598) 27142714-in 14205, lbehak@fing.edu.uy

1. INTRODUCCIÓN

Los suelos finos presentan variabilidad en el comportamiento geomecánico en parte por su granulometría, por los minerales arcillosos que los componen, por el arreglo de las partículas así como su grado de saturación. Existen varios ensayos para determinar la resistencia al corte tanto en laboratorio (compresión inconfiada, corte directo, triaxial) y campo (veleta, ensayo de penetración Normal SPT, piezocono, entre otros).

El ensayo de resistencia de compresión inconfiada es una forma rápida de obtener la resistencia al corte no drenada (S_u) en suelos finos. Durante el ensayo al aumentar la tensión principal σ_1 se llega al momento de rotura obteniéndose el valor de $2S_u$. Asumiendo un suelo puramente cohesivo, la envolvente de falla del círculo de Mohr es horizontal, por lo tanto $\tau = S_u$. En general, según Bardet (1997) los valores obtenidos en este ensayo son menores respecto de los valores obtenidos en los ensayos triaxiales no consolidado no drenado (UU) y consolidado no drenado (CU). Las muestras indisturbadas son más resistentes y rígidas que las muestras remoldeadas, por lo cual es de esperar que los valores obtenidos sean menores en las muestras remoldeadas. La razón (o cociente) entre estos valores es denominado sensibilidad.

En este trabajo se evalúa la resistencia no drenada (S_u) de varios suelos de Libertad Clay y su variación en función de las características composicionales y humedad inicial, dentro de un proyecto de caracterización de las propiedades geotécnicas de unidades geológicas superficiales.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterización geológica

El área de estudio está localizada en el Departamento de San José, sobre el eje de las Rutas Nacionales 1 y 3, cerca de la ciudad de Libertad. En la región afloran los sedimentos de las formaciones Raigón y Libertad. Según Sporturno et al. (2003) la Fm. Raigón esta compuesta por arenas de tamaños variables, de coloración blanca-amarillenta, con niveles conglomerádicos y lentes de arcillas, correspondiendo a un régimen de depositación de tipo fluvial. Basándose en las relaciones estratigráficas con las unidades adyacentes y en su contenido fósil se le ha asignado una edad Pliocénica. La Fm. Libertad se compone principalmente de limos arcillosos y arcillas, niveles de loess, presentando colores pardos-rojizos y precipitaciones de carbonato de calcio multiformes. Tiene una potencia máxima aproximada de 30m. Se le ha asignado a la edad Pleistoceno.

2.2. Caracterización de Libertad Clay

Libertad Clay es la denominación como unidad geotécnica que en este trabajo se le otorga a la formación Libertad, de forma de diferenciar la unidad geológica sedimentaria de edad cuaternaria asociada a depósitos continentales en los períodos glaciares de los suelos limosos y arcillosos con sus características geomecánicas. Esta unidad geológica cubre una amplia zona en el sur del Uruguay y es donde se realizan la mayoría de las fundaciones de las obras de infraestructura en la región más poblada del país.

Desde hace 20 años se investiga los suelos de Libertad Clay. Son suelos limosos o arcillosos de baja a alta compresibilidad (ML, MH, CL; CH). El fenómeno de expansión se desarrolla comúnmente en estos suelos, incrementándose los daños asociados a períodos de déficit hídrico seguidos de precipitaciones intensas. (Se han verificado valores de presión de expansión variables desde muy baja (50 kPa) hasta muy altas (1000 kPa) (Musso 2001, Musso et al. 2003, Musso et al. 2011). Las diferencias se deben en parte a la mineralogía de la fracción arcilla (regiones donde domina la esmectita Ca, en otras mezclas la esmectita e illita y a veces caolinita) así como la estructura y grado de saturación (o succión). Además, se han determinado conductividades hidráulicas (CH) en campo y laboratorio, obteniéndose valores 100 a 1000 veces mayores en campo respecto de la CH en laboratorio (Musso et al. 2019).

2.3. Caracterización Geotécnica

Se colectaron 3 muestras en las cercanías de la localidad de Libertad. Se realizó granulometría, límites de Atterberg, clasificación según SUCS (ASTM D422, D2487, D4318).

La resistencia al corte no drenada se realizó en muestras compactadas cuasi-estáticamente, con peso específico seco de 15 kN/m^3 , con 3 humedades entre 18% y 32%. Las muestras fueron ensayadas a la compresión inconfiada en un equipo triaxial ELE, con velocidad de deformación de $0,90 \text{ mm/min}$, realizándose las lecturas de forma manual.

3. RESULTADOS

En la Figura 1 se observa las características composicionales, con bajo contenido de arena y grava y diferencias en el contenido de arcilla. En la Tabla 1 se muestra las diferencias en la plasticidad, clasificándose como suelo arcilloso y limoso de baja a alta compresibilidad (CL, MH, CH).

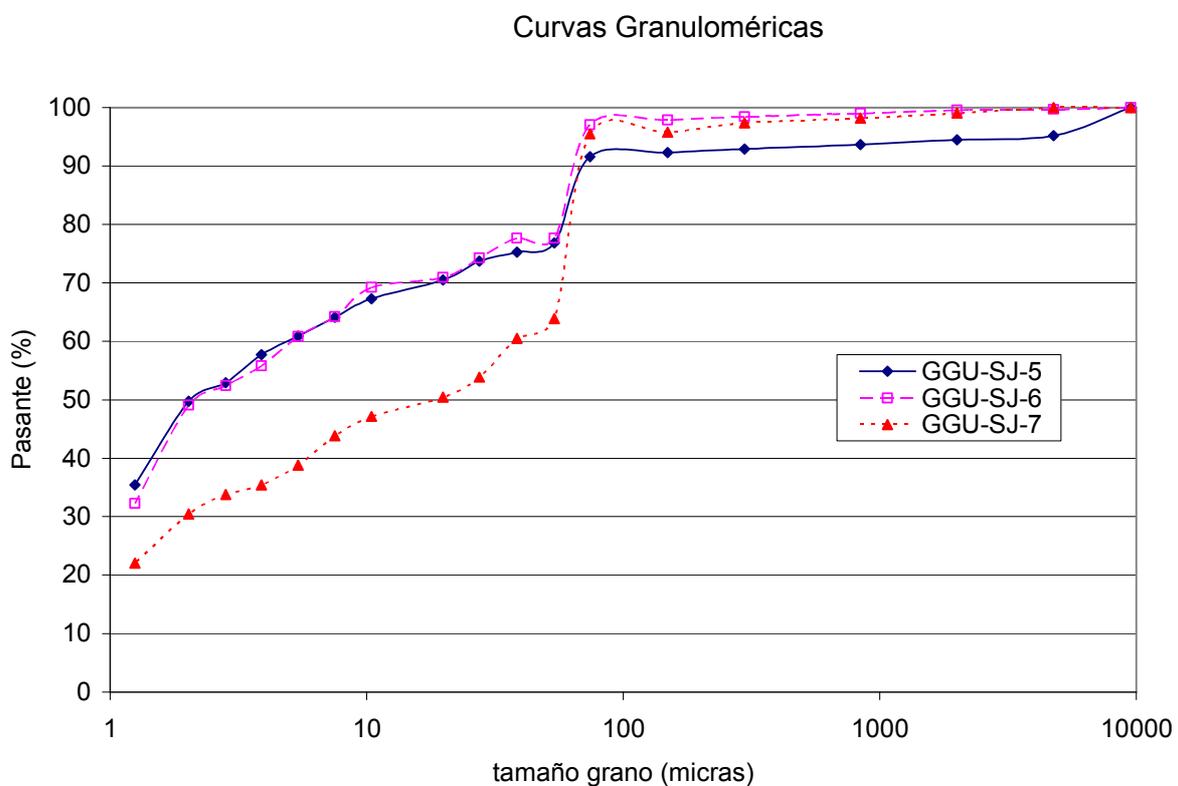


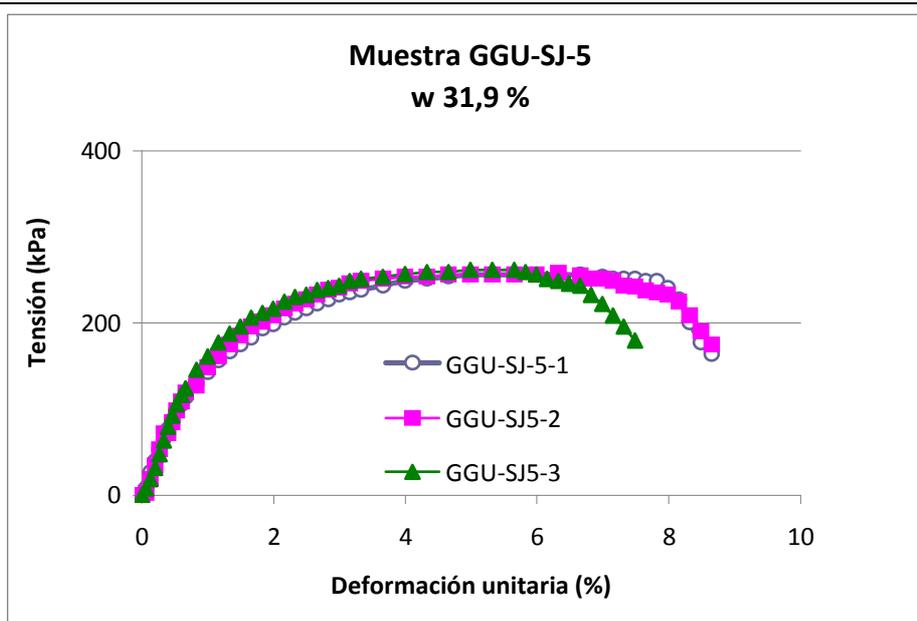
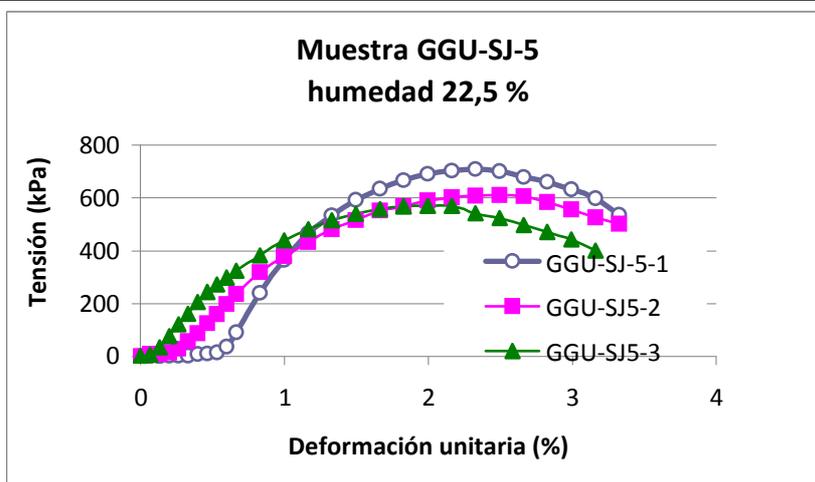
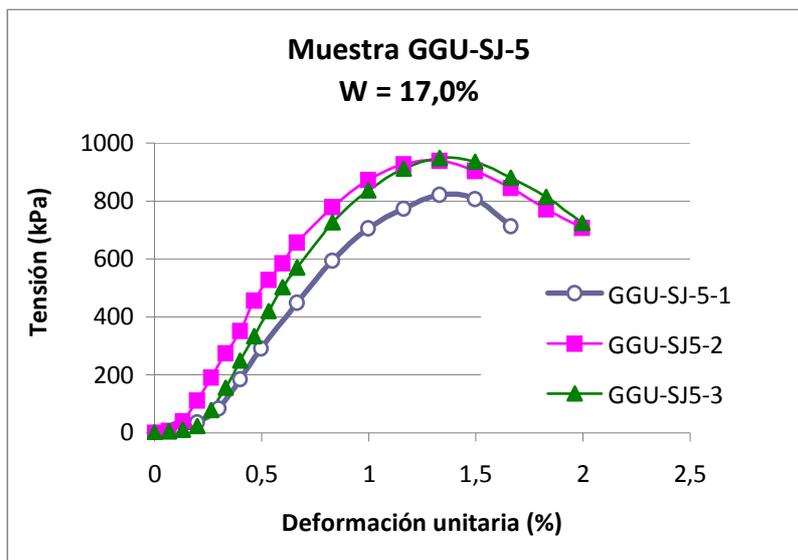
Figura 1. Distribución granulométrica de los suelos estudiados de Libertad Clay

Tabla 1. Índices físicos de los suelos investigados.

Material	GGU-SJ5	GGU-SJ6	GGU-SJ7
grava (%)	4,8	0	0
arena (%)	3,6	2,9	4,5
limo (%)	41,6	47,1	55,5
arcilla (%)	50	49	30
LL	70	80	40
IP	37	38	17
SUCS	CH	MH	CL

LL Límite líquido; IP índice de plasticidad.

A modo de ejemplo se presentan las curvas tensión-deformación del suelo GGU-SJ-5. Se observa que este suelo tiene un comportamiento tensión-deformación que se torna más dúctil al aumentar la humedad del suelo.



Figuras 2. (a,b,c) Curvas tensión-deformación de la muestra GGU-SJ-5

En la Figura 3 se observa que el suelo GGU-SJ7 tiene un comportamiento de menor S_u respecto de los otros dos suelos. GGU-SJ5 tiene mayores valores de resistencia relativa. En la Tabla 2 se observa que para todos los casos el aumento de la humedad genera una reducción de la S_u en todos los suelos, siendo mayor la reducción en el suelo GGU-SJ7 (al 23%) y menor en el caso del suelo GGU-SJ6 (al 49 %). Para comprender mejor el comportamiento de resistencia de estos suelos deberán realizarse ensayos que permitan medir la succión, directamente en los ensayos de resistencia o a través de los curva de retención de agua del suelo.

Se observa que los suelos de Libertad Clay pueden tener diferentes comportamientos tensión–deformación y S_u , que se corresponden con diferentes composiciones granulométricas y de mineralogía de la fracción de arcilla.

Tabla 2 Variación de S_u con la humedad

GGU-SJ5		GGU-SJ6		GGU-SJ7	
2 S_u	w	2 S_u	w	2 S_u	w
903	17	942	17,9	186	18,9
630	22,5	729	23,9	146	21,6
259	31,9	462	31,3	43	31,2

Resistencia S_u vs Humedad

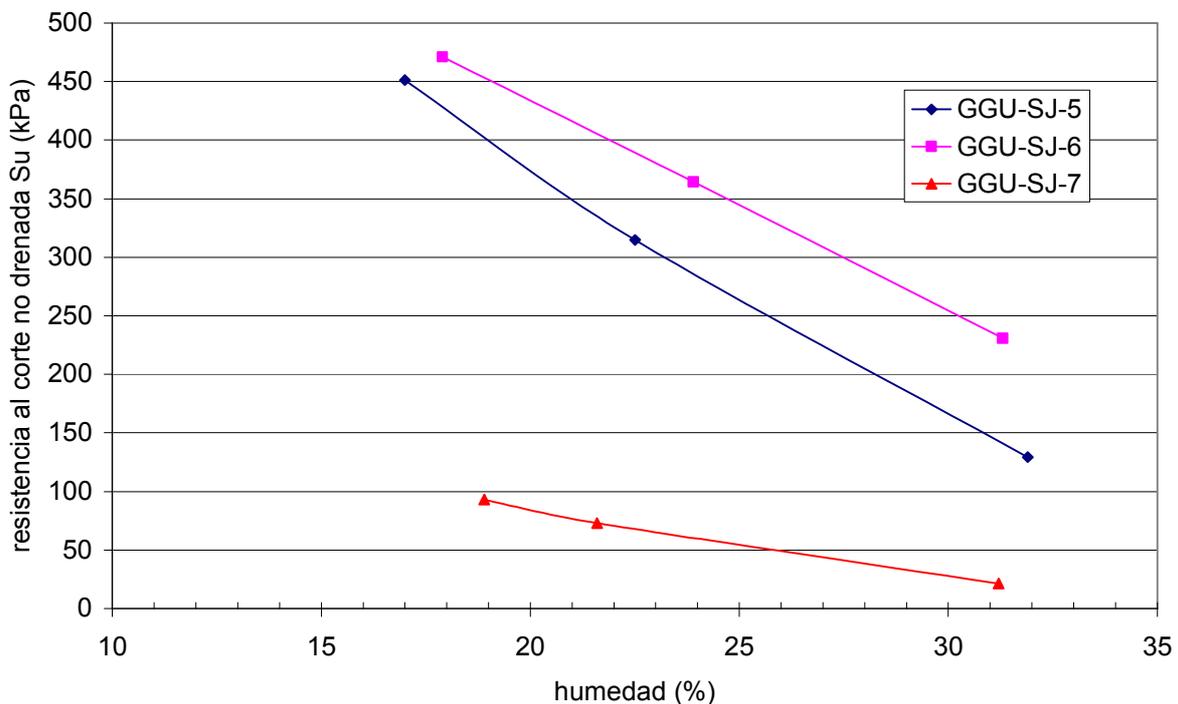


Figura 3 Variación de la resistencia a la compresión no drenada con la humedad

Estos resultados muestran que S_u de Libertad Clay son variables; variabilidad que fue identificada en otras propiedades como presión de expansión y conductividad hidráulica en suelos de la región en otras investigaciones que se han desarrollado en los últimos 20 años (Musso 2001, Musso et al 2003, Musso et al 2019 entre otros).

4. CONCLUSIONES

En Libertad Clay existen diferentes suelos finos, limosos y arcillosos con compresibilidad baja y alta que se identifican principalmente por las variaciones en las composiciones granulométricas y mineralógicas.

La resistencia no drenada varía en los suelos obteniéndose valores de S_u desde 22 kPa a 471 kPa, variando con la humedad inicial. Al aumentar la humedad disminuye la resistencia a la compresión no drenada, por lo tanto deberá continuarse las investigaciones incorporando estudios en condiciones no saturadas.

REFERÊNCIAS

ASTM standard book 1986 D 422 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils,

ASTM standard book 1986 D 4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,

ASTM standard book 1986 D 2487 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

Bardet, J.P. Experimental (1997) Soil Mechanics. Prentice-Hall Inc.

MUSSO, M. 2001. Estudio do fenômeno de expansão dos sedimentos da Formação Libertad (Quaternário): Metodologia de avaliação e mapeamento na região de Montevideu-Uruguai. Tesis Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil. 146 pp.

MUSSO, M.; ROSTÁN, A.; BEHAK, L. 2003. Subrasantes expansivas en Rutas Nacionales: ¿mito o realidad?. *Congreso Uruguayo de la Vialidad*.

MUSSO, M.; WHITE, E.; BEHAK, L.; ROTONDARO, V. 2011. Variabilidad de la Presión de Expansión en Suelos Arcillosos en el Nordeste de Montevideo, Uruguay. *13 Congreso Brasileiro de Geología de Engenharia e Ambiental*, San Pablo, 2011. CD-Rom.

MUSSO et al. (2019) Conductividad Hidráulica en Campo y Laboratorio: Desempeño de Suelos Finos en Aplicación Ambiental. *XVI Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica*, Cancún, México.

SPOTURNO, J.J, Oyhançabal, P; Aubet, N.; Cazaux, S. 2003. Mapa Geológico del Departamento de San José a Escala 1/ 100.000. Proyecto CONICYT 6019. MEMORIA EXPLICATIVA