



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Aplicación de geomateriales en diversos proyectos de ingeniería civil

Bogado GO ^{a*}, Reinert H.O ^b

^a CONICET, Consejo de Investigaciones científicas y Técnicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^c LABSE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: gustavobogado@fio.unam.edu.ar

Resumen

Este artículo se realiza una descripción sucinta de desarrollo de la mecánica de suelos y geotecnia ambiental a aplicaciones de la ingeniería civil, que se encuentran realizando en el *Laboratorio de Ingeniería Civil LIC*. La tendencia mundial nos indica y exige el estudio de los materiales para minimizar los aspectos económicos y el impacto al medio ambiente. Por lo tanto, las características físico, químicas, hidráulicas, mecánicas y térmicas deben ser abordados con el objetivo de utilizar al máximo sus prestaciones y cuantificar sus propiedades tanto en campo y laboratorios. Lo resultados indican que los materiales regionales son una gran oportunidad para el desarrollo de la región.

Palabras Clave – *suelos residuales, suelos compactados, suelo resina, biochar, rellenos sanitarios*

1 Introducción

La provincia de Misiones está cubierta en su gran extensión terrestre por suelos del tipo residual. Los suelos residuales poseen características y vestigios heredadas de la roca que dio origen y sus muestras está directamente relacionado a la meteorización. Estos suelos fueron altamente estudiados por [1-16]. Los mismos están caracterizados por ser suelos cohesivos-friccionales. A continuación, se describen las aplicaciones de los suelos residuales en la región y en diferentes proyectos de ingeniería.

1.1 Suelos compactados

El objetivo de la compactación es mejorar y/o estabilizar las propiedades de los suelos, con la misma, se reducen los vacíos, y aumentan las propiedades tensodeformacionales y disminuye la conductividad hidráulica (Fig. 1). El tipo de compactación es altamente modificador de la resistencia al corte, la cual depende del contenido de humedad. En la Fig. 2, se muestran gráficos obtenidos por los autores donde se indica la densidad seca γ_d [gr/cm³], cohesión [Kg/cm²], ángulo de fricción interna [°], la tendencia es la disminución con el aumento de la humedad en el suelo. Con este proyecto se intenta constituir una base de datos de los suelos residuales compactados, para mejorar el diseño de los mismos. Los resultados obtenidos actualmente son interesantes para la aplicación de barreras compactadas, y bases para pavimentos y/o en cualquier proyecto en el que se requiera compactación.



Fig. 1. Muestras de suelos compactados

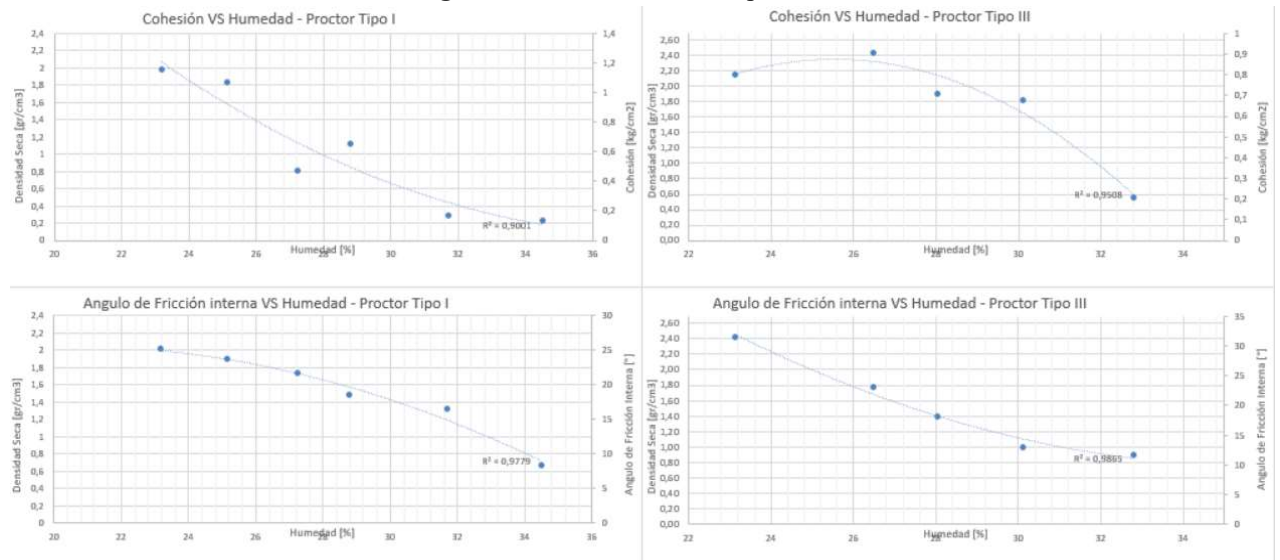


Fig. 2. Curvas de compactación

1.2 Rellenos sanitarios

La disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) más instaurada en el mundo son los rellenos sanitarios, el objetivo fundamental es contener los RSU en un sitio cuidadosamente seleccionado cuya premisa principal es minimizar la contaminación producidas por los líquidos y gases generados en el relleno. Uno de los contaminantes generados producto de la descomposición son los líquidos lixiviados, estos son altamente contaminantes y poseen diferentes concentraciones de fluidos orgánicos, inorgánicos y metales pesados. En el diseño de los rellenos sanitarios se deben plantear barreras de contención tanto para la parte superior e inferior del mismo, para que los líquidos lixiviados no percolen y contaminen aguas y/o acuíferos subterráneos. Uno de las propiedades a tener en cuenta es la conductividad hidráulica, la cual es una propiedad de la ley de Darcy. En el grupo de investigación se realizaron varios ensayos de mediciones a largo tiempo de la misma, para determinar sus cambios e interacción del suelo fluido. En la Fig 2 se muestran algunos resultados publicados, los cuales indican que los suelos residuales son aptos para utilizarse en barreras de relleno sanitario, según estándares internacionales de diseños.



ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA
MUESTRA: FI010 [ML] - FLUIDO: AGUA

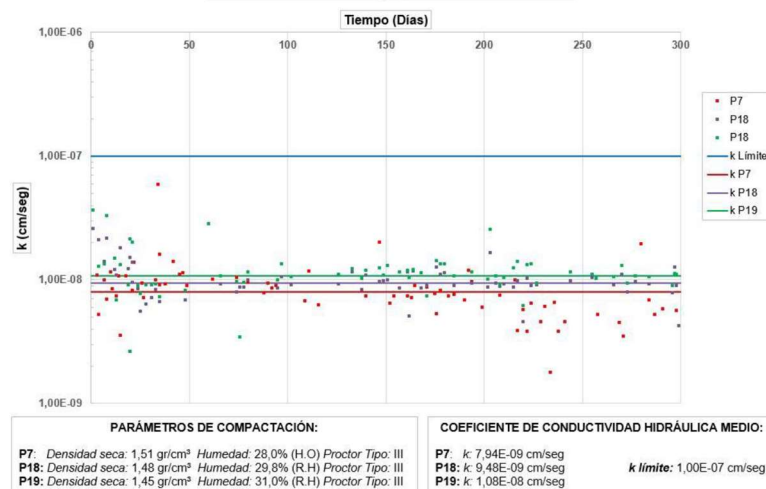


Fig. 2. Ensayos de permeabilidad a carga variable, resultados de permeabilidad.

1.3 Residuos de la biomasa(*biochar*)

Una de las consignas del desarrollo sustentable es la utilización de los residuos de la industria para aprovecharlos y hacer una especie de economía circular, donde el residuo obtenga un valor agregado. En Misiones, gran cantidad de empresas utilizan los chips para calefacción en sus procesos o en el caso de generación energía, esto lleva a una gran generación de residuos. El término “*biochar*” es un carbón vegetal que se obtiene de los residuos de la biomasa. Es interesante el destino que se puede utilizar el mismo, dado su alta capacidad de absorción y adsorción. Los estudios de estos materiales en nuestro caso se enfocan en la utilización de los mismos para barreras superiores de rellenos sanitario con el fin de captar los gases como el metano que son liberados a la atmósfera. Para ello, se está trabajando para determinar sus propiedades tanto mecánicas como hidráulicas y fenómenos de adsorción.



Fig. 3. Residuo de biomasa “*biochar*”

1.4 Suelos resina

En la actualidad se cuentan con varios métodos para optimizar las propiedades de los suelos. La estabilización de suelos tiende a mejorar propiedades físicas, mecánicas, cuyo propósito es que perduren en el tiempo. El diseño de una estabilización con aditivo incluye clasificar el suelo, determinar el tipo y cantidad de estabilizante y el procedimiento para efectuar la estabilización. Dentro de los métodos más utilizados son la estabilización con: cemento y cal, estabilizantes iónicos y aniónicos, uso de enzimas, estabilizantes celulósicos, polímeros, sal, lignosulfonatos, polímeros, y resinas naturales, entre otros.

En la provincia de Misiones, posee varias hectáreas de plantaciones de pino, de las cuales se pueden extraer la colofonia, la cual se produce por exudación de los árboles, es de color ámbar. Con motivos de lograr una aplicación, se procedió a trabajar en el empleo de estabilización de suelos. Las propiedades ligante y de cementación que posee la misma, son particulares para emplearlas en la estabilización de suelos. En este caso, se optó por trabajar con suelos del tipo granular. En este proyecto, se están verificando los resultados trabajando con suelos del tipo arenoso y piedra triturada. Los resultados esperados son el empleo de la resina en caminos de bajo tránsito.



Fig. 2. Residuo de biomasa “biochar”

2 Análisis y futuro de las investigaciones

En el área de mecánica de suelos y geotecnia se está trabajando en diversos proyectos de aplicación directa, para mejorar las aplicaciones a la ingeniería civil. Los proyectos se trabajan en seguir pautas filosóficas del desarrollo sustentable y así poder mejorar de la calidad de vida de las personas. En el futuro se pretende poseer una base de datos amplias para poder afrontar cualquier proyecto que involucre estos geomateriales.

3 Conclusiones

En el presente trabajo se describen de manera rápida los aportes del estudio de los geomateriales a diversas obras de la ingeniería civil, como los rellenos sanitarios y las vías de comunicación. Los estudios realizados involucran propiedades físicas, mecánicas, químicas, hidráulicas. Gran cantidad de esta información esta publicada y o en proceso de divulgación. Los estudios de estos materiales son importantes para el desarrollo de la región.

Agradecimientos

Se agradece a varios docentes investigadores como así también a alumnos becarios y adscriptos. Docentes: Nicolás Pintos, Daniel Bressan, Néstor Neudeck. Becarios adscriptos (orden alfabético): Amores María Emilia, Blech Santiago, Burtnik Anahí, Drewes Mario, Drewes Ingrid, Ebert Carlos, Franchini Andrea, Guidura Nicolás, Morgenstern, Melina , Semañuk Mario A, Tkachuk Matias, Piñeyro Verónica, Horn Jonatan, Jakob Brian, Basile Mariano, Degaudencio Agustín.

Se agradece al Dr Franco Francisca por su gran colaboración en la temática, como así también al Dr Carlos Schvezov.

Referencias

- [1] BOGADO, G.O.; REINERT, H.O.; FRANCISCA, F. M. Geotechnical properties of residual soils from the North-east of Argentina. International Journal of Geotechnical Engineering. Londres: Taylor and Francis. 2018 vol. n°. p1 - 10. ISSN 1938-6362. EISSN 1939-7879
- [2] Franchini, A. B., Piñeyro, V. A., Tkachuk, M. G., Reinert, H. O., Bogado, G. O., & Schvezov, C .(2020) Comparación Entre La Conductividad Hidráulica De Suelos Residuales, Utilizando Agua Versus Lixiviado. Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica.IJUI Brazil
- [3] Tkachuk, M. G., Piñeyro, V. A., Franchini, A. B., Bogado, G. O., Reinert, H. O., & Schvezov, C.(2019) Evaluación De La Conductividad Hidráulica Saturada De Suelos Residuales Compactados Para Aplicaciones Ambientales.. Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica.IJUI Brazil.
- [4] Tkachuk, MG, Piñeyro, VA, Franchini, AB, Demonari, FE ,Reinert, HO, Bogado, GO. (2020) Variación de la conductividad hidráulica en suelos residuales compactados según parámetros de compactación. Jornadas de Investigación, Desarrollo Tecnológico, Extensión y Vinculación. Oberá Misiones. Vol1-Año XXXX-ISSN 2591-4219
- [5] Piñeyro, VA, Franchini, AB, Tkachuk, MG, Demonari, FE ,Reinert, HO, Bogado, GO. (2019). Influencia de la compactación en la conductividad hidráulica saturada de suelos lateríticos compactados. Jornadas de Investigación, Desarrollo Tecnológico, Extensión y Vinculación. Oberá Misiones. Vol1-Año 2019-ISSN 2591-4219
- [6] Morgenstern Melina Elizabeth; Demonari Fernando Emanuel; Tkachuk Matías Gabriel; Semañuk Mario Alberto; Reinert Hugo Orlando; Bogado Gustavo Orlando. Estudio de compactación de suelos residuales de Misiones, Argentina. Feria de Innovación Educativa, realizada el 22 de junio de 2018 en la ciudad de Oberá.
- [7] DREWES, Ingrid B.; REINEHR, María T.; PIÑEYRO, Alejandra V.; REINERT, Hugo O.; PINTOS, Nicolás A. PARÁMETROS DE COHESIÓN Y ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE SUELOS RESIDUALES LATERITICOS COMPACTADOS. Jornadas Científico Tecnológicas 45 Aniversario de la UNaM. 9, 10 y 11 de mayo de 2018. Posadas. Misiones. ISBN: 978-950-579-495-9.

- [8] SEMAÑUK, Mario A.; RAMIREZ, Guido A.; DEMONARI, Fernando E.; JAKOB, Braian D.; REINERT, Hugo O.; PINTOS, Nicolás A. VALOR SOPORTE RELATIVO E HINCHAMIENTO DE SUELOS RESIDUALES LATERÍTICOS COMPACTADOS DE MISIONES, ARGENTINA. Jornadas Científico Tecnológicas 45 Aniversario de la UNaM. 9, 10 y 11 de mayo de 2018. Posadas. Misiones. ISBN: 978-950-579-495-9
- [9] MORGENSTERN, Melina E.; TKACHUK, Matías G; BASILE, Alejandro M.; DEMONARI, Fernando E; BOGADO, Gustavo O; BRESSAN, Daniel A. SUELOS RESIDUALES COMPACTADOS: CORRELACIÓN ENTRE PROPIEDADES DE COMPACTACIÓN Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS ÍNDICES. Jornadas Científico Tecnológicas 45 Aniversario de la UNaM. 9, 10 y 11 de mayo de 2018. Posadas. Misiones. ISBN: 978-950-579-495-
- [10] Morgenstern Melina E., Tkachuk Matías G., Demonari Fernando E., Basile Alejandro M., Semañuk Mario A., Drewes Ingrid B, Bogado Gustavo O., Bressan Daniel A. Relación Entre Resultados de Ensayos de Compactación y Propiedades Geotécnicas Índices de Suelos Residuales de Misiones, Argentina. Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Extensión, Vinculación y Muestra de Producción 2018. 21 al 24 de agosto del 2018, Facultad de Ingeniería, Oberá, Misiones, Argentina. ISSN 2591-4219
- [11] Drewes, Ingrid B.; Piñeyro, Verónica A.; Reinehr, María T.; Semañuk, Mario A.; Morgenstern, Melina E.; Drewes, Mario; Reinert, Hugo O.; Pintos, Nicolás A.; Bogado, Gustavo O. Comparación de Parámetros Resistentes de Suelos Regionales Según Energía de Compactación. Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Extensión, Vinculación y Muestra de Producción 2018. 21 al 24 de agosto del 2018, Facultad de Ingeniería, Oberá, Misiones, Argentina. ISSN 2591-4219
- [12] Semañuk, Mario A., Drewes, Ingrid B., Morgenstern, Melina E., Jakob, Braian D., Ramírez, Guido A., Schmidt, Germán R., Ovejero, Aldana N., Pintos, Nicolás A. Evaluación del Valor Soporte y Potencial de Hinchamiento de Suelos Residuales Lateríticos Compactados. Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Extensión, Vinculación y Muestra de Producción 2018. 21 al 24 de agosto del 2018, Facultad de Ingeniería, Oberá, Misiones, Argentina. ISSN 2591-4219
- [13] Piñeyro Verónica Alejandra, Drewes Ingrid Beatriz, Reinehr María Tania, Demonari Fernando Emanuel, Bogado Gustavo Orlando, Pintos Nicolás Agustín. ANÁLISIS DE COHESIÓN Y ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE SUELOS EN ENSAYOS PRÓCTOR NORMAL ALTERNATIVA B. Salão do Conhecimento 2018 UNIJUI. XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante Extranjero. 1 al 4 de octubre de 2018. IJUI. Brasil
- [14] Melina Elizabeth Morgenstern, Tkachuk Matías Gabriel, Basile Alejandro Mariano, Demonari Fernando Emanuel, Bogado Gustavo Orlando, Bressan Daniel Antonio. CORRELACIÓN ENTRE PROPIEDADES INDICES Y PARÁMETROS DE COMPACTACIÓN EN SUELOS RESIDUALES DE MISIONES, ARGENTINA. Salão do Conhecimento 2018 UNIJUI. XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante Extranjero. 1 al 4 de octubre de 2018. IJUI. Brasil.
- [15] Drewes Ingrid Beatriz, Piñeyro Verónica Alejandra, Semañuk Mario, Alberto, Drewes Mario, Reinert Hugo Orlando, Pintos Nicolás Agustín. VARIACIÓN DE PARAMETROS RESISTENTES DE SUELOS RESIDUALES LATERÍTICOS COMPACTADOS. Salão do Conhecimento 2018 UNIJUI. XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante Extranjero. 1 al 4 de octubre de 2018. IJUI. Brasil.
- [16] Drewes Ingrid Beatriz, Morgenstern Melina Elizabeth, Semañuk Mario Alberto. XII Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil (CONEIC), llevado a cabo desde el 24 hasta el 27 de octubre del año 2018 en la ciudad de Salta, en Concurso de Ponencias, donde recibió el premio al mejor trabajo presentado, bajo el título de “ESTUDIO DE SUELOS REGIONALES, MISIONES, ARGENTINA”.