

Estado Del Arte en Uruguay, de los Suelos Tecnológicos y Suelos Urbanos.

M.Sc. Geol. Adriana Mezzano

Departamento de Geotécnica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Julio H. Y Reissig 525 CP 11200, Montevideo, Uruguay

amezz@fing.edu.uy

Abstract

The aim of this paper is to present the state of arts for urban and technosols in Uruguay. A review of the most recent publications is being done to integrate to the knowledge generated in the last few years, at the Geotechnical Department at the Engineering Faculty of the University, Montevideo, Uruguay.

The objective is to encourage the development of the study of urban and technosols with geotechnical purpose for land planning.

Three situations at Montevideo city were chosen by the author to be presented in this paper, to show what was recognized, and to establish the difference between urban soils and technosols.

Key words: technosols, urban soils, contaminated soils

Resumen

El presente trabajo es una preparación del Estado del Arte de los Suelos Urbanos y Tecnológico en Uruguay. El mismo se basa en una recopilación bibliográfica de lo que sucede a nivel internacional y la adecuación de los datos generados por el Departamento de Geotécnica de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de la República, en los últimos años. Lo mismo se presenta sucintamente a través de 3 casos de estudio que se consideran los más representativos de lo hallado y evaluado hasta el momento. Por otra parte, se busca que esto sea el comienzo del desarrollo del estudio de Suelos Tecnológicos con un énfasis geotécnico, más allá de lo edafológico. El objetivo final de este desarrollo sería su aplicación en la planificación territorial, dentro de un marco multidisciplinario teniendo como centro los aspectos geotécnico-ambientales.

Palabras claves: suelos tecnológicos, suelos urbanos, suelos contaminados.

1.- Introducción

El presente trabajo es una primera aproximación al estado del arte del conocimiento sobre suelos urbanos y suelos tecnológicos en Uruguay.

Las terminologías que se manejan a nivel internacional, corresponden a dos posiciones genéricas, que son “Suelos Urbanos” y “Suelos Tecnológicos”, para aquellos suelos primariamente no naturales.

Con respecto al SUELO URBANO, los distintos autores así denominan a los suelos vinculados a áreas urbanas y de ellos su interés respecto al desarrollo urbano. De las distintas versiones sobre el suelo urbano, se puede considerar: su génesis, su ubicación y por lo tanto su valor adquirido en el campo inmobiliario.

Para MOLINER, R (1974), el suelo urbano incide en el valor inmobiliario, desde que lo considera un producto con un determinado valor, debido a la expansión urbana que desarrollan las ciudades. Necesidad de “nuevo suelo” para el hombre en expansión.

En el mismo sentido, la INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO (IMM, 1999), considera al “*suelo urbano: es donde hoy se desarrolla la ciudad, incluyendo zonas que aún no están construídas pero que cuentan en el horizonte del Plan con los servicios urbanos adecuados*”.

En Uruguay, el MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MOVOTMA) desde el 2006 maneja el concepto de suelo urbano como aquel que reúne las condiciones necesarias para un área urbanizada, y como consecuencia también, su valor económico (inmobiliario). En ese mismo año el MOVOTMA a través de su Comisión Técnica Asesora de Ordenamiento Territorial, toma en consideración lo establecido por la constitución de la República, respecto del valor de la contribución inmobiliaria, respecto del suelo urbano. Esto se vincula con el hecho que la IMM diferencia Suelo Urbano, Suelo Sub-urbano y Suelo Rural, y esta denominación toma en consideración algún aspecto del uso del suelo y su distribución geográfica, que se refleja en los valores de las tasas de contribución inmobiliaria.

Al mismo tiempo, hay autores que consideran Suelos Urbanos a aquellos suelos modificados por actividad antrópica en las áreas urbanas. Estos serían Suelos con un importante índice de contaminación por la actividad industrial y el tránsito, entre otros, lo que conlleva a condiciones no favorables para la salud (El Khalil, 2008; Lehmann & Stahr, 2007;

Schwartz et al 2007; Seré et al 2006). En este aspecto los Suelos Urbanos son suelos nocivos para la salud dentro de la expansión que genera una ciudad, no solo por la agricultura desarrollada sobre un suelo generado sobre desechos principalmente industriales, sino también por las actividades humanas desarrolladas sobre ellos y la instalación de unidades habitacionales, (Lehmann & Stahr, *op cit*).

Cuando se llega a este punto de la definición de Suelo Urbano, se está en el límite con la definición de SUELO TECNOLÓGICO.

Respecto del SUELO TECNOLÓGICO ó TECNOSUELOS, la World Reference Base for Soil Resources (WRB), el término tecnosuelos es propuesto como un nuevo grupo de referencia, donde el concepto central es, suelos cuyas propiedades y pedogénesis están representadas por materiales de origen tecnológico o material acarreado por el hombre. Además incluye pavimentos apoyados sobre material no consolidado, así como suelos con presencia de liners impermeables.

Para el caso de Uruguay y tomando como referencia la definición de la WRB (Rossiter, 2006), los tecnosuelos son los que más se han identificado hasta el momento por parte del Departamento de Geotécnica del Instituto de Estructuras y Transporte de la Facultad de Ingeniería de Montevideo, Uruguay, y serán el motivo de estudio, principalmente físico.

2.- Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es comenzar a desarrollar el estado del arte de los suelos tecnológicos y urbanos para encaminar el desarrollo del estudio de los mismos en Uruguay, a través de su descripción y diferenciación y su comportamiento según características geotécnicas tradicionales. Esto último llevaría al estudio del comportamiento mecánico de los mismos.

3. Antecedentes

Se establece como antecedentes los correspondientes al desarrollo del conocimiento en suelos urbanos y tecnológicos, que existe en los países más desarrollados y al análisis de los datos que existen para Uruguay a este respecto.

Si bien el mayor conocimiento generado hasta el momento a nivel mundial, acerca de estos suelos, se refiere más específicamente a sus perfiles edáficos y los problemas de

contaminación que han generado, que repercuten en la salud por problemas de toxicidad, existen trabajos visualizando al suelo también, en su aspecto mecánico.

En este sentido, Short et al (1986), realiza ensayos de caracterización de tipo densidad de partículas, granulometría, solubilidad de sales, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, entre otros y a lo largo de los perfiles sobre materiales de origen antrópico con potencias aproximadas a los 6 m de profundidad, en el centro de Washington D.C, en un área de aproximadamente 60 há. Como así también el New York City Soil Survey Program viene estudiando los suelos urbanos de New York, tomando en consideración la geología del sustrato sobre los que se apoyan los materiales antrópicos que dan origen a estos suelos y amplian su caracterización desde lo edafológico a lo mecánico, en las consideraciones necesarias para su uso en la planificación territorial.

En Uruguay la existencia de este nuevo tipo de suelos y su comportamiento geotécnico, se identifica a través de trabajos de asesoramiento para Cooperativas de Vivienda por Ayuda Mutua, realizados por el Departamento de Geotécnica de la Facultad de Ingeniería, a partir de la década del noventa. Las mismas se han implantado en zonas asociadas a la expansión que ha tenido la ciudad en las últimas décadas y donde no se visualiza una planificación territorial, con respecto al uso y ocupación del suelo. Estos antecedentes recogen características del medio físico, ubicación geográfica, tipos de perfiles, usos, entre otros.

Considerando las características de los materiales, en las primeras instancias lo que se encontraba en repetidas situaciones eran terrenos que presentan total o parcialmente zonas de relleno. Estos correspondían a desechos de materiales de construcción, mezclados con desechos domiciliarios y a veces con desechos industriales. Sobre estos se habría generado una edafización con desarrollo de nuevos horizontes y desarrollo radicular (Mezzano et al 1999; Mezzano et al 2006).

Desde el punto de vista geográfico, los mismos tienen un patrón de ubicación correspondiente a dos situaciones: a) **en zonas de relieve bajo**, asociado a la planicie de inundación de cursos de agua, y b) **en antiguos huecos de canteras**. Cualquiera de los dos casos están asociados a zonas alejadas del centro urbano y próximos a importantes vías de circulación.

Sumado a las características que se identificaron en estos terrenos, también cabe mencionar que recién a mediados de la década del noventa se comenzó a instalar la red de saneamiento, en la mayoría de las zonas con estas características.

Desde el año 2001, aproximadamente, la Intendencia Municipal de Montevideo, también comienza a interesarse en el tema de los terrenos con rellenos, los cuales han desarrollado suelos urbanos y/o tecnológicos. Esto surge como consecuencia de casos de contaminación por metales pesados en suelos y que generaron problemas de plumbemia en niños. Los casos que se identificaron son coincidentes en su ubicación geográfica con lo que había comenzado a detectar la Facultad de Ingeniería. Estas condiciones impulsaron aún más el interés por el estudio de ésta situación.

4. Análisis de los Datos

Con los datos relevados hasta el momento, la actualización en el tema y la revisión bibliográfica que se ha venido realizando durante estos años, se visualiza la necesidad y el interés en saber y conocer un poco más sobre el manejo de los suelos tecnológicos.

El desarrollo del conocimiento de los suelos tecnológicos está directamente vinculado con uno de los factores de la expansión territorial, y es conocer a este tipo de suelos frente al requerimiento de obras de ingeniería civil.

De este modo se presentan datos obtenidos en 3 tipos de terrenos que responden a suelos tecnológicos y urbanos. Se eligieron estos 3 casos ya que se considera que son de los más representativos que se han encontrado en el transcurso de estos años.

Casos de Suelos Tecnológicos

1.- En la figura 1 adjunta se muestra un terreno estudiado entre 1994 y 1998 para diseño de fundación de un complejo habitacional. En el mismo se encontró dos niveles de vertido de materiales diversos. En ambos predominaban restos de demolición de obra y de pavimentos respecto a la presencia de residuos domiciliarios. Sobre estos materiales se ha desarrollado un nivel edáfico. Estos dos niveles de materiales que desarrollaron un suelo tecnológico, fueron vertidos sobre materiales naturales pertenecientes a la Fm. Libertad y Fm Dolores. Ambas unidades geológicas pertenecen al Cenozoico y están representadas por sedimentos pelíticos a arenosos, con variaciones en el contenido de carbonatos. Las mismas se diferencian por la fracción granulométrica predominante y por su modo de depósito, siendo la Fm. Dolores de entalle de planicie de inundación. La ubicación geográfica de este terreno corresponde al área urbana de la Ciudad de Montevideo. Para su estudio se realizaron

calicatas de aproximadamente 3 metros de profundidad, que permitió identificar los distintos materiales que integran este perfil tecnológico. En los casos que se pudo alcanzar los niveles de suelos naturales, se realizaron Ensayos de Penetración Estándar (SPT) (fig.1, planicie natural por detrás del relleno) y toma de muestras para clasificación granulométrica y límites de Atterberg. Posteriormente se realizaron ensayos de carga de placa, sobre los materiales de relleno.



Figura 1.- Vista de un terreno con desarrollo de suelo sobre vertido de obra y residuos domiciliarios en el año 1995. Estudio de clasificación y resistencia para diseño de fundación de un complejo habitacional.

2.- Suelo tecnológico desarrollado en un hueco de cantera abandonado donde durante varias décadas luego de su explotación, se vertieron restos de obra, residuos industriales y orgánicos, de manera no organizada. Actualmente el mismo se encuentra dentro de la planta urbana, si bien en el momento de explotación y hasta su abandono, correspondía al área suburbana alejada del centro de la ciudad. En esta área está instalado un “asentamiento irregular”.

La figura 2 muestra este suelo a partir de una calicata de aproximadamente 3 m de profundidad abierta con retro-excavadora, también se realizaron pozos perforados de aproximadamente 18 m de profundidad.



FOTO 2.- SUELO TECNOLÓGICO2.BMP

Figura 2. Suelo tecnológico desarrollado por vertido en un hueco abandonado de cantera

Caso de Suelo Urbano

En este caso se presenta un suelo que si bien tiene características de suelo tecnológico, predominan las características de un suelo urbano, debido al alto contenido en Pb y Cd. El vertido corresponde a escoria de fundición. El mismo se desarrolla en una zona de relieve bajo y hacia una planicie de inundación de una pequeña cañada cercana.

Como se muestra en la figura 3 adjunta, la muestra que se tomó (área pintada de verde) se trató en laboratorio, como un material granular para aproximar su clasificación. Al

mismo se le realizó tamizado mecánico. A la fracción fina se intentó realizar límites de Atterberg, pero debido a la composición química de los granos, al reaccionar con el agua destilada, se aglutinan y varía su comportamiento al de una arena muy fina, con lo cual no se pudo determinar valores para los límites de plasticidad y líquido.



FOTO 3. Perfil Urbano CG.bmp

Figura 3. Detalle del resultado de clasificación mecánica para una muestra correspondiente a un nivel de aspecto granular, en un suelo tecnológico/urbano

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Clichevsky, Nora (2003). Pobreza y acceso al suelo urbano. Algunas interrogantes sobre las políticas de regulación en América Latina. Serie Medio Ambiente, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Urbanos. CEPAL, NACIONES UNIDAS. Santiago de Chile.

El Khalil, H; Schwartz, C.; Elhamiani, O.; Kubiniok, J.; Morrel, J.L.; Boularbah, A. (2008): Contribution of Technic Materials to the Mobile Fraction of Metals in Urban Soils in Marrakech (Morocco). *J Soils Sediments* 8 (1) 17-22.

Hernández, L.A. (...) New York City Soil Survey Program. USDA-NCRS, Lincoln NE
Intendencia Municipal de Montevideo (1999). Montevideo tiene un plan. In:
www.montevideo.gub.uy

Intendencia Municipal de Montevideo Proyecto Reconquista. In:
www.montevideo.gub.uy

Laboratoire Sols et Environnement. Recherche: Pédogenèse des sols fortement anthropisés. In: www.lse.inpl-nancy.fr/recherche/pedogenese-des-sols-fortement.

Lehmann A & Stahr K (2007). Nature and significance of anthropogenic urban soils. In: *Journal of Soils and Sediments*. 7(4) 247-260

Mezzano, A. & de Souza, S. (1999). Predios con rellenos diversos. Su tipificación y su vinculación con la expansión urbana y el medio ambiente. In: 9° Congresso Brasileiro de Geología de Engenharia. São Pedro, Sao Paulo.

Moliner, F.R. (1974). El suelo urbano In: Notas para entender el mercado inmobiliario>
[http:// www.Habitat.aq.upm.es/boletin/n29/afam.html](http://www.Habitat.aq.upm.es/boletin/n29/afam.html).

Presidencia de la Republica- Secretaria de Prensa y Difusión, (2003). Promoción del Programa. www.Presidencia.gub.uy/decretos/2003000071039.htm.

Resulovic, H & Custovic, H. (2007) Technosols – Development, Classification and Use. In: *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 72, Nº. 1(13-16).

Rossiter, D.G. (2005). Proposal for a new reference group for the World Reference Base for Soil Resources (WRB) 2006: the Technosols.

Rostán, A; Mezzano, A; de Souza, S; Bengoechea, D & Morales, E. (2006). Perforaciones diagnóstico del Asentamiento “Isla de Gaspar”. Informe final del Convenio PIAI- Facultad de Ingeniería, 19 pp.

Short, J.R, D,S, Fanning, M.S. McIntosh, J.E.Foss, & J.C. Patterson (1986). Soils of the Mall in Washington, DC: I, Statistical summary of properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:699-705.

Tella, Guillermo (1998). Ciudad, medio ambiente y sustentabilidad. In: VIVIENDA. La revista de la construcción. Nr. 435, pp. 194-195.

_____ (1999). Tony Díaz ... una década de urbanismo en España. In: VIVIENDA. La revista de la construcción. Nr. 439, pp. 122-125.