

Algunas Patologías de Pavimentos Flexibles Sobre Suelos Arcillosos Fisurados

Jorge Arturo Pineda-Jaimes

Universidad Santo Tomas, Bogota D.C., Colombia, jorgepineda@usantotomas.edu.co

Monica Yasmín Rueda-Pinto

Universidad Santo Tomas, Bogota D.C., Colombia, monicarueda@usantotomas.edu.co

Laura Lizethe Rojas-Perilla

Universidad Santo Tomas, Bogota D.C., Colombia, laurarojasp@usantotomas.edu.co

Sebastian Alberto Rivera-Pardo

Universidad Santo Tomas, Bogota D.C., Colombia, sebastianriverap@usantotomas.edu.co

RESÚMEN

La desecación es un fenómeno en donde se presenta una pérdida continua de humedad en los suelos arcillosos localizados sobre el nivel freático; es originado por diversas causas como la presencia de especies vegetales foráneas cuyas raíces inducen la pérdida de agua libre del suelo, la disminución del nivel potenciométrico del agua subterránea que ocasiona la disminución del nivel de agua libre, y la presencia de mayores tasas de evaporación que de infiltración en una zona dada. El proceso de pérdida de humedad induce en los suelos arcillosos estados de esfuerzos que originan condiciones de agrietamiento y pérdida de continuidad en el medio, dando lugar a columnas amorfas y heterogéneas delimitadas por las grietas semiverticales originadas por el aumento en la succión matricial del agua libre presente en el esqueleto mineral de estos materiales. Las vías y, en general, estructuras livianas cuyo sistema de fundación descansa sobre el material desecado fisurado, tendrá una alta probabilidad de sufrir daños durante su vida útil con la consecuente disminución de su funcionalidad. Específicamente en el caso de las vías, se producen deformaciones intolerables para las capas estructurales que conforman la estructura de pavimento, disminuyéndose dramáticamente su nivel de servicio.

Palabras clave: Desecación, Arcillas lacustres, succión, patologías, evapotranspiración, vegetación

ABSTRACT

Desiccation is a phenomenon which implies a continuous loss of moisture in clayey soils located above the water table. This is caused by many factors such as the presence of foreign plant species, whose roots induce the loss of free water from the mineral skeleton of the materials, the reduction of groundwater level which causes the lowering of free water caused by wells, and the presence of higher evaporation rates than precipitation at a given area. The desiccation process induces loss of moisture in clay soils that causes stress states inducing cracking conditions and loss of continuity in the soil mass, resulting heterogeneous amorphous soil columns bounded by the vertical cracks caused by the increase in matric suction of the materials. Roads and generally lightweight structures which foundation systems are on the desiccated-cracked materials have a high probability of damage during their lifetime with the consequent reduction of its functionality. Specifically in the case of roads, intolerable deformations on the structural layers make up the pavement structure, dramatically diminishing their level of service.

Key words: Desiccation, lacustrine clays, suction, damages, evapotranspiration, vegetation.

1. INTRODUCCIÓN

La zona occidental de la Sabana de Bogotá, en el centro de Colombia, ha sido reconocida por la comunidad geotécnica nacional, como una zona en la

cual depósitos profundos de suelos arcillosos experimentan cambios volumétricos relacionados con la pérdida continua de humedad y el consecuente desarrollo de grietas de dimensiones importantes que inducen la pérdida de continuidad del suelo y favorecen la ocurrencia de fallas por cortante de columnas amorfas de suelo bajo su peso propio (Vesga, 2000; Pineda, 2003; Rueda y Pineda, 2011; Rueda 2012). Esto está directamente relacionado con las propiedades de los minerales que componen la arcilla y los factores ambientales que causan las pérdidas de humedad (Gonzalez et al. 2002). La figura 1, presenta la zona geográfica en la cual se presenta este fenómeno.

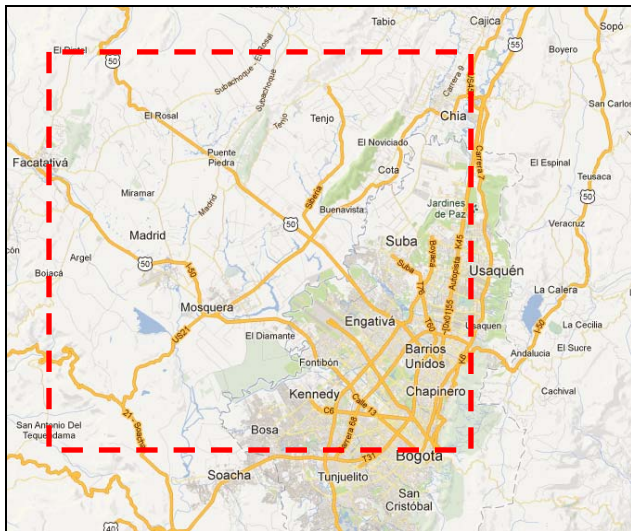


Figura 1. Zona Occidental de la Sabana de Bogotá en donde tienen lugar los procesos de desecación en suelos arcillosos lacustres. El recuadro rojo muestra el área en cuestión.

En suelos arcillosos superficiales, Pineda y Colmenares (2006) mencionan que el principal mecanismo asociado a los cambios volumétricos presentes en los materiales durante procesos de secado (ó desecación) es el aumento de la succión matricial por pérdidas de humedad. Es así como los autores demuestran que durante el proceso de desecación de estos materiales, la mayor parte del cambio volumétrico de los mismos ocurre cuando los mismos aún se encuentran saturados. Una vez los materiales pasan a una condición de saturación parcial, las grietas en el terreno presumiblemente ya han tenido lugar y el cambio volumétrico es menos significativo. En la figura 2, se presentan las curvas de retención de humedad que describen la evolución del grado de saturación y la relación de vacíos con la succión matricial.

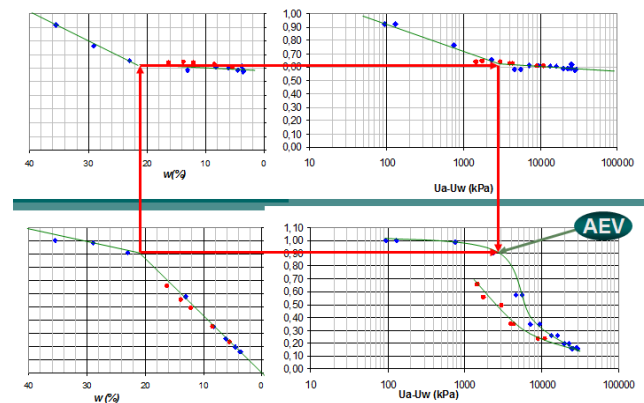


Figura 2. Curvas de retención de humedad de una arcilla superficial de la sabana de Bogotá, zona occidental. $W_n=45.6\%$, $LL=120.1\%$, $LP=35.3\%$, $G_s=2.73$, grupo CH (de acuerdo con el sistema USC). Fuente: Pineda (2003).

2. MECANISMOS DE FALLA EN ARCILLAS DESECADAS Y PATOLOGÍAS ASOCIADAS

Una vez se ha producido la contracción volumétrica asociada a los procesos de desecación, se producen fisuras verticales que originan pérdidas de continuidad del medio sobre el que se apoyan vías y estructuras livianas. En la figura 3, se presenta el mecanismo de agrietamiento y falla presumible propuesto por Vesga (2000), y algunas fotografías que evidencian la aparición de grietas en el subsuelo identificadas por Rueda (2012).

Como puede observarse en la figura 3, cualquier estructura que localice su apoyo en la zona superficial fallada por el agrietamiento causado por la desecación, sufrirá deformaciones intolerables.

En la figura 4, se presentan algunas de las evidencias más significativas relacionadas con el deterioro de obras en estos ambientes. Dado que el proceso de falla es progresivo en el tiempo, el factor de seguridad de las obras disminuyen en el tiempo y el costo de los daños asociados al deterioro se maximizan también en el tiempo. En la figura 5, se presenta el modelo conceptual del deterioro de las estructuras en estos ambientes involucrando las variables mencionadas en el problema.

En la figura 6, se presentan algunas evidencias relacionadas con las patologías asociadas al fisuramiento de la subrasante.

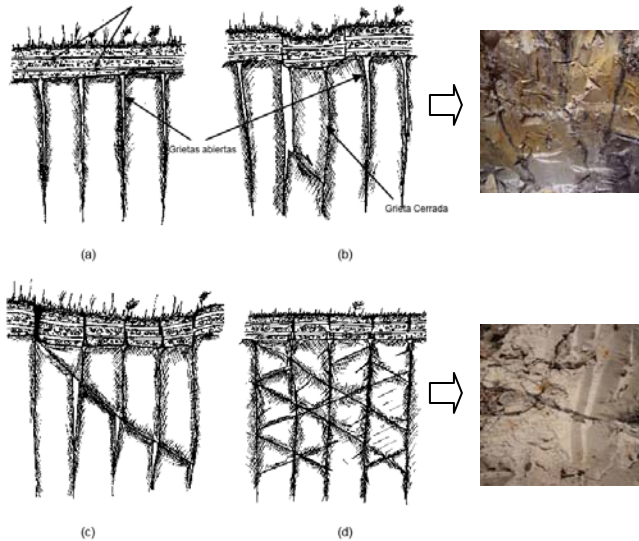


Figura 3. (a) – (d). Mecanismos de agrietamiento identificados en el subsuelo del occidente de la Sabana de Bogotá (Vesga, 2000). (e) y (f): morfología de las fisuras identificadas en la arcilla del occidente de la Sabana de Bogotá (Rueda, 2012).

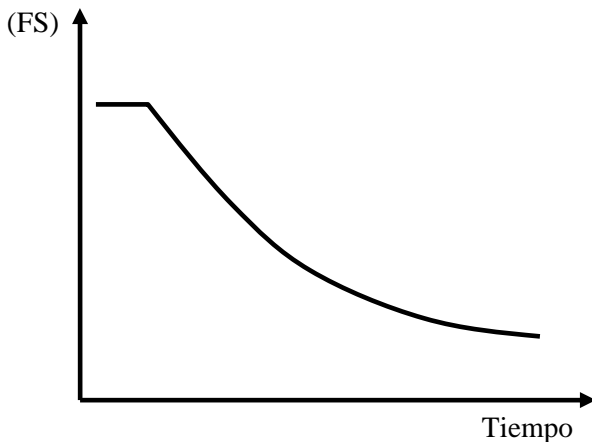


Figura 5. Evolución conceptual de los factores de seguridad (FS) en función del tiempo.



Figura 6. Patologías asociadas a procesos de desecación en vías pavimentadas.

REFERENCIAS

- González, N., Forero, L., y Rangel, O. (2002). Cambios climáticos en la vegetación y el clima durante el pleniglacial medio y superior en el valle de Tenjo (Cundinamarca). *Caldasia* 24. Pag 15 – 32.
- Pineda, J. (2003). Comportamiento volumétrico de arcillas de la Sabana de Bogotá en procesos de secado. *Tesis para optar al título de Magíster en Geotecnia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Pineda J. y Colmenares J.E. (2006). Influence of desiccation on volumetric behavior of Bogota Clay. *Proceedings of XIII Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Editors: Sociedad Venezolana de Geotecnia.
- Rueda, M. (2012). “Estado del arte de las patologías asociadas a desecación en vías del occidente de la Sabana de Bogotá”. *Tesis para optar al título de Magíster en Construcción de Obras Viales*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C.
- Rueda, M. y Pineda, J. (2011). “Patologías asociadas a desecación en pavimentos del sector Siberia-Tenjo, al occidente de la Sabana de Bogotá”. *XVIII Simposio de Ingeniería de Pavimentos*. Cartagena, Colombia.
- Vesga, L. (2000). Agrietamientos en los suelos del occidente de la Sabana de Bogotá. *Boletín Colombiano de Geotecnia No. 8*. Pag 35 – 46. Bogotá, Colombia.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.