

Reseña de conferencia virtual

“Efectos del humedecimiento en la estabilidad de taludes”

Por Alejandra Liliana Espinosa Santiago y Norma Patricia López Acosta

El pasado 8 de octubre de 2025 el Comité Técnico Nacional de Flujo de Agua y de Calor en Medios Porosos (FluACaMP), presidido por la Dra. Norma Patricia López Acosta, organizó la conferencia “Efectos del humedecimiento en la estabilidad de taludes” impartida por el Dr. Eduardo Rojas González.

El Dr. Eduardo Rojas González es Ingeniero Civil por el Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial (CENETI), México, en 1980. Tiene una Especialidad en Hidráulica por la Escuela Nacional Superior de Electrónica, Eléctrica, Hidráulica e Informática en Toulouse (ENSEEHIT), Francia en 1981, Maestría y Doctorado en Mecánica de Suelos por el Instituto de Mecánica de Grenoble (IMG), Francia (1981-1984) con especialidad en modelación numérica para suelos. Fue Investigador Asociado “C” del Instituto de Ingeniería UNAM (1984-1996). Fue Jefe del Departamento de Mecánica de Suelos de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM (1993-1996). Investigador Nacional, SNII Nivel 2. Obtuvo el Premio “González Flores” a la investigación, por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, en 1992. Ganó el 1er lugar del “Premio Alejandrina” en 2002, 2004 y 2018 en el área Investigación y Desarrollo Tecnológico, por la Fundación Alejandrina Gaitán Mondragón y la Universidad Autónoma de Querétaro, México. ha escrito 3 libros, 9 capítulos de libro y 44 artículos en revistas internacionales indexadas JCR, con 556 citas.

La conferencia virtual tuvo una participación internacional, con registros provenientes de Guatemala, Panamá, Ecuador, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Venezuela, Colombia, Chile, Bolivia, Perú, Estados Unidos, Canadá, Angola y México por supuesto, sumando un total de 229 asistentes.

La conferencia inició mencionando la influencia de la variación del contenido de agua en el suelo sobre la estabilidad de taludes, destacando que el incremento en el grado de humedecimiento reduce la cohesión y los esfuerzos efectivos, lo que conlleva una pérdida de resistencia y, en consecuencia, posibles deslizamientos. El Dr. Rojas explicó que las principales causas de falla en taludes incluyen la infiltración pluvial, el ascenso del nivel freático y la existencia de contactos débiles entre estratos inclinados. Asimismo, mencionó las fallas asociadas con fenómenos de licuación, erosión interna y suelos colapsables o dispersivos. Se presentaron casos representativos de fallas ocurridas tanto en México como en el extranjero, entre los que destacan los deslizamientos en la autopista Ensenada–Tijuana (2013), la falla en la presa de Aznalcóllar (España, 1988), el colapso del depósito de residuos en Shenzhen (China, 2015), el deslizamiento en el kilómetro 240 de la autopista México–Acapulco (2006) y el evento de San Juan de Grijalva, Chiapas (2007). En todos estos casos, el incremento del grado de saturación redujo el factor de seguridad hasta valores cercanos a la unidad, desencadenando el colapso. Posteriormente, el Dr. Rojas analizó el papel de la succión y la retención de agua en suelos no saturados, destacando que la cohesión aparente consigue su valor máximo en condiciones de saturación intermedia y desaparece al alcanzar la saturación completa. Asimismo, expuso la teoría unificada de esfuerzos efectivos, los métodos de análisis mediante dovelas y la aplicación de la ecuación de Richards para modelar el flujo transitorio de agua y su efecto sobre la estabilidad del talud. Como estrategias para garantizar la estabilidad de taludes se recomendaron la instalación de drenes verticales y superficiales, la reducción de las pendientes, la protección superficial mediante vegetación o geotextiles y el refuerzo con muros de contención o anclajes. Finalmente, el Dr. Rojas concluyó que la evaluación conjunta del comportamiento hidráulico y mecánico del terreno resulta esencial para el diseño de obras geotécnicas seguras y sostenibles frente a la variabilidad climática.

Al final de la presentación la Dra. Norma Patricia López Acosta a nombre de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica le entregó un reconocimiento al Dr. Eduardo Rojas González.

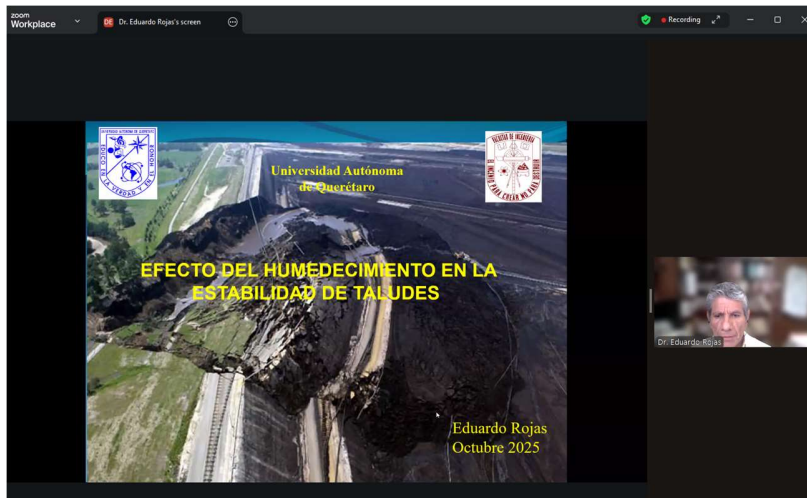


Figura 1. Conferencia virtual del Dr. Eduardo Rojas González a través de la plataforma Zoom.



Figura 2. Explicación de los tipos de falla en taludes.

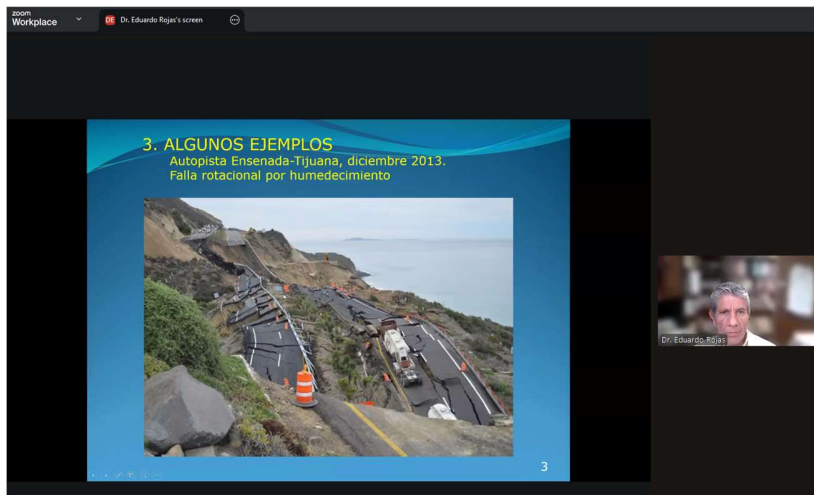


Figura 3. Ejemplo de falla rotacional por humedecimiento.

zoom Workplace Dr. Eduardo Rojas's screen

5. FLUJO DE AGUA

Suelos no saturados

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

$$v_x = k(s) \frac{\partial \left(\frac{s}{\gamma_w} + z \right)}{\partial x} \quad \text{Ecuación de Darcy}$$

Ecuación de Richards

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \text{div} \left[k(s) \text{grad} \left(\frac{s}{\gamma_w} + z \right) \right] + q_f$$

21

Figura 4. Explicación de ecuaciones para flujo de agua.

zoom Workplace Dr. Eduardo Rojas's screen

Modelo poroso

Humedecimiento

Young-Laplace $p_c = \frac{T_s \cos \theta}{r}$

Reglas

- Los poros se saturan cuando $r \leq r_c$.
- Los poros se saturan solo cuando están conectados a una trayectoria continua de poros saturados hasta la frontera de humedecimiento.

24

Figura 5. Comportamiento de un medio poroso con humedecimiento.

zoom Workplace Dr. Eduardo Rojas's screen

44

Figura 6. Análisis de estabilidad de taludes considerando diferentes grados de saturación del suelo.

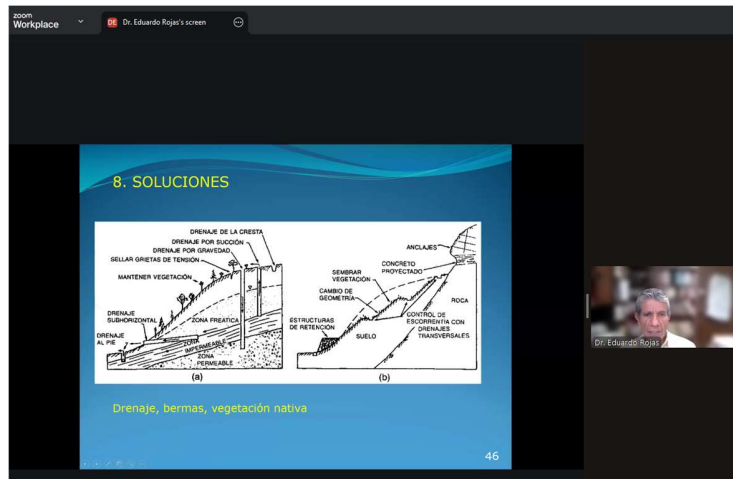


Figura 7. Soluciones para la estabilidad de taludes.

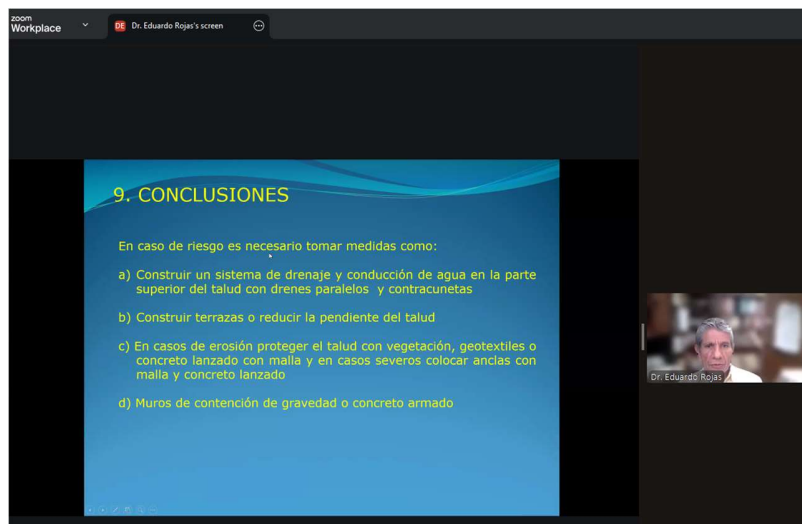


Figura 8. Parte final de la conferencia.

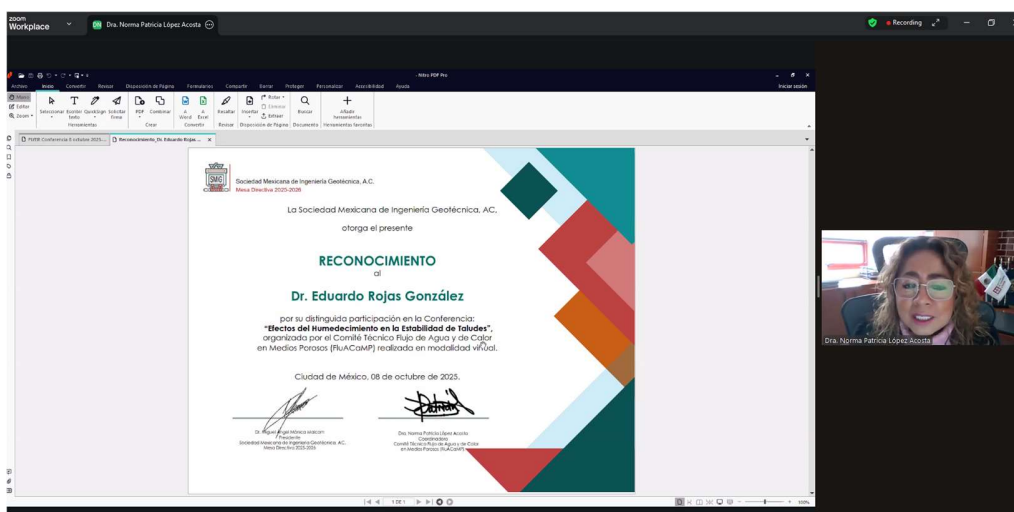


Figura 9. Reconocimiento de la SMIG al Dr. Eduardo Rojas González.

