Reseña de conferencia virtual

"Driven Geothermal Energy Pile foundations for heating/cooling buildings"

Pilotes geotérmicos hincados para calefacción y enfriamiento de edificios

Por Alejandra Liliana Espinosa Santiago y Norma Patricia López Acosta

El pasado 05 de noviembre 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 virtual "*Driven Geothermal Energy Pile foundations for heating/cooling buildings* (Pilotes geotérmicos hincados para calefacción y enfriamiento de edificios)" impartida por el Dr. Rao Martand Singh.

El Dr. Rao Martand Singh es profesor de Ingeniería Geotécnica en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (NTNU). Su investigación se centra principalmente en el campo de la geotecnia de la energía y la geotecnia ambiental, realizando modelaciones físicas y numéricas del transporte de calor, humedad y gases en medios porosos. Actualmente dirige un proyecto relacionado con pilotes de energía, en el que se investiga su uso potencial para calefacción de edificios bajo las condiciones climáticas de Noruega, y ha patentado una solución innovadora para convertir pilotes en pilotes de energía. Anteriormente se desempeñó como profesor asistente en la Universidad de Surrey (Reino Unido) y como investigador posdoctoral en pilotes de energía geotérmica en la Universidad de Monash (Australia). Obtuvo su doctorado en el *Geoenvironmental Research Centre* (GRC) de la Universidad de Cardiff (Reino Unido). El profesor Singh cuenta con 15 años de experiencia internacional en el campo de las cimentaciones con pilotes geotérmicos, túneles energéticos, muros energéticos, interacción suelo–estructura, disposición de desechos nucleares, flujo de gas/líquido en mezclas de cemento–bentonita utilizadas en muros pantalla y perforaciones, propiedades térmicas/técnicas de medición de succión, comportamiento termo-hidro-mecánico (THM) de suelos no saturados y geosintéticos, así como en el diseño de recubrimientos y revestimientos para rellenos sanitarios. Su investigación ha sido reconocida con premios al mejor artículo en 2013, 2016 y 2017 por prestigiosas revistas internacionales, incluyendo las del ICE (Institution of Civil Engineers).

La conferencia virtual tuvo una participación internacional, con registros provenientes de Guatemala, Panamá, Ecuador, El Salvador, Bolivia, Perú, Estados Unidos, España, Irlanda y México por supuesto, sumando un total de 75 asistentes.

La conferencia inició enfatizando la necesidad de tecnologías energéticas más limpias ante el incremento de costos eléctricos en Europa y la elevada dependencia del gas para calefacción. Se mostró que entre el 75 y 80% del consumo energético residencial se destina a calefacción y agua caliente, lo que refuerza la urgencia de migrar hacia soluciones de alta eficiencia como los pilotes geotérmicos energéticos. Posteriormente, se explicaron los principios de los sistemas geotérmicos de circuito cerrado, basados en *loops* de polietileno de alta densidad que intercambian calor con el subsuelo gracias a su estabilidad térmica natural. Se describieron las principales configuraciones —horizontales, verticales y espirales— así como el funcionamiento de las bombas de calor, capaces de extraer energía del terreno en invierno y transferirla desde los edificios hacia el subsuelo en verano. Se subrayó que esta tecnología es viable tanto en climas fríos como cálidos, pudiendo emplearse en México principalmente para enfriamiento. Se abordó el funcionamiento estructural de los pilotes y su transformación en pilotes energéticos mediante la incorporación de circuitos térmicos dentro del armado de refuerzo o alrededor de él. Se presentaron casos de estudio relevantes, como instalaciones en Suiza, el Reino Unido y el campus de Google en San Francisco, donde miles de pilotes aportan capacidades significativas de climatización y permiten importantes ahorros energéticos y de agua.

Asimismo, se describieron los dos tipos principales de pilotes utilizados: colados in situ y precolados e hincados, señalando sus ventajas y limitaciones. En particular, el Dr. Singh presentó una solución patentada que permite la continuidad de los *loops* en pilotes precolados mediante juntas especiales que unen módulos de 10 a 15 metros, posibilitando alcanzar longitudes mayores sin comprometer el flujo térmico ni la integridad del sistema. Esta innovación resuelve uno de los principales retos constructivos asociados a este tipo de pilotes. Se mostraron además resultados de pruebas instrumentadas en Noruega, donde sensores de fibra óptica y piezómetros permitieron evaluar el comportamiento termo-mecánico del pilote. Los datos revelaron que las variaciones térmicas generan deformaciones mínimas y cambios poco significativos en la presión del terreno, sin afectar la seguridad estructural. Finalmente, el Dr. Singh concluyó que los pilotes geotérmicos hincados representan una alternativa altamente eficiente, silenciosa y ambientalmente favorable para calefacción y enfriamiento, con eficiencias entre 300 y 600%, consolidándose como una solución estratégica dentro de la transición energética sostenible.

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. Rao Martand Singh.

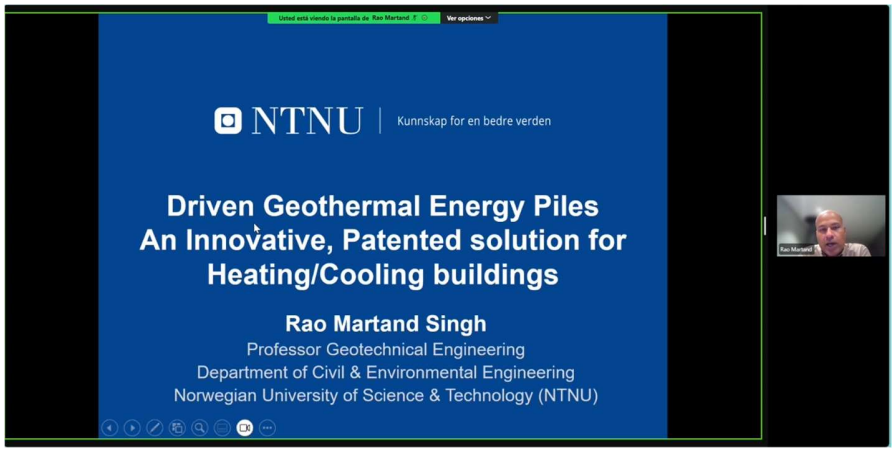

Figura 1. Conferencia virtual del Dr. Rao Martand Singh a través de la plataforma Zoom.

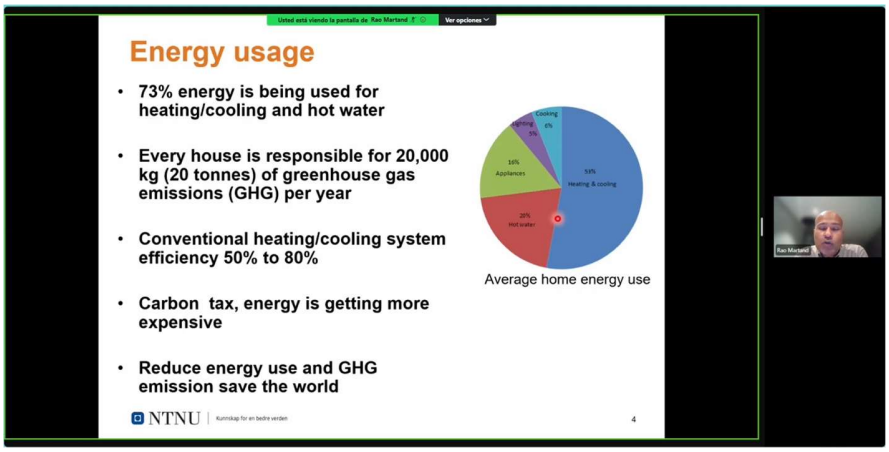

Figura 2. Distribución de la demanda energética en un hogar en Europa.

Figura 3. Sistemas geotérmicos de circuito cerrado.

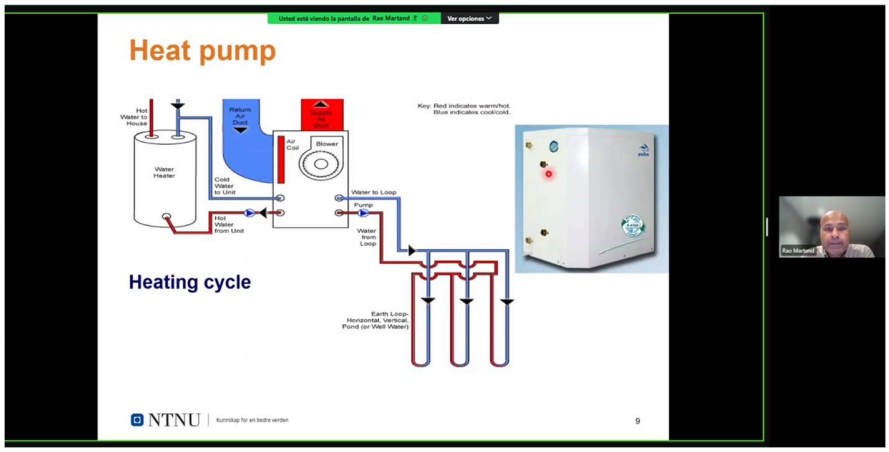

Figura 4. Funcionamiento de la bomba de calor geotérmica.

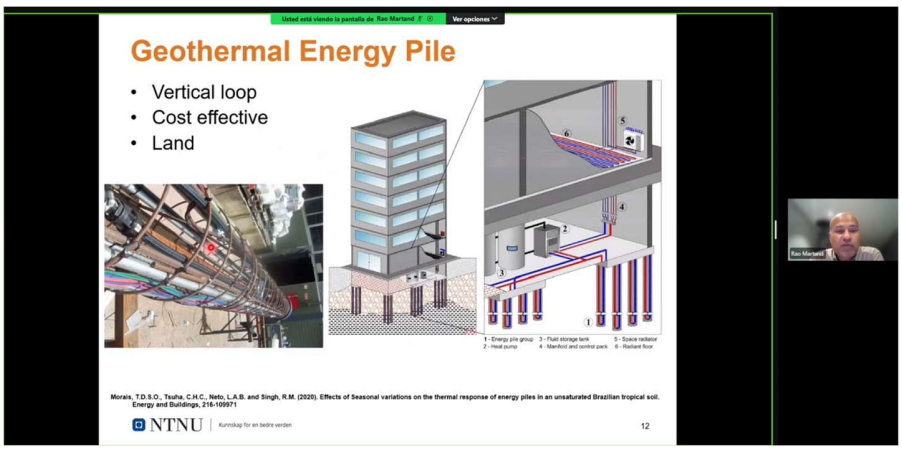

Figura 5. Instalación de pilotes de energía.

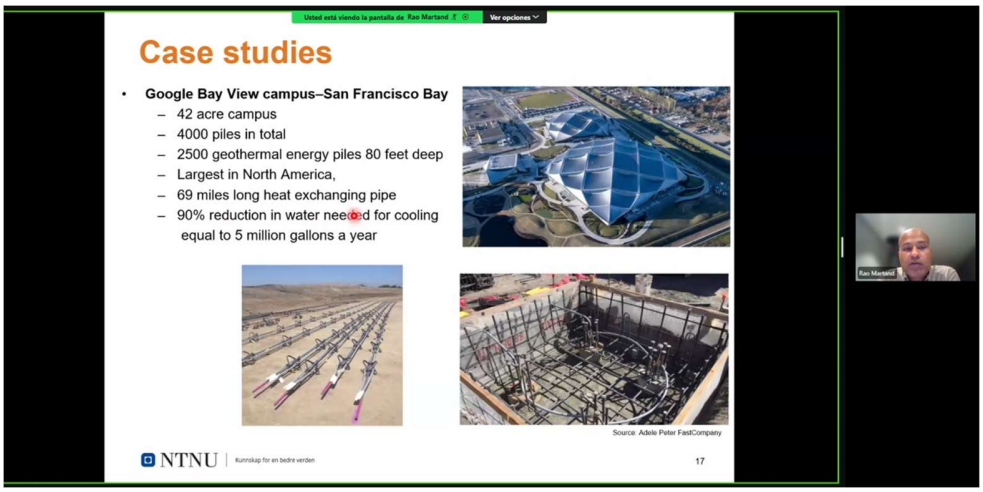

Figura 6. Presentación de casos de estudio.

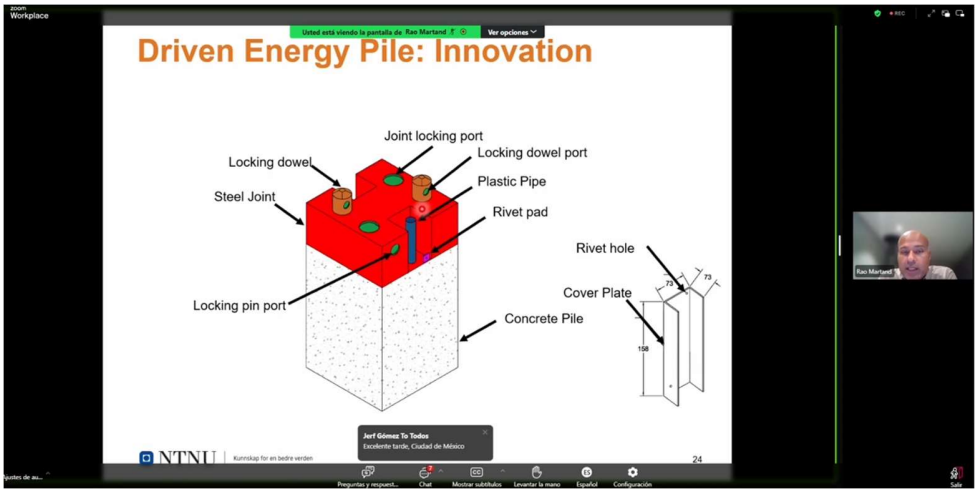

Figura 7. Conexión patentada para la conexión de pilotes de energía de gran longitud.

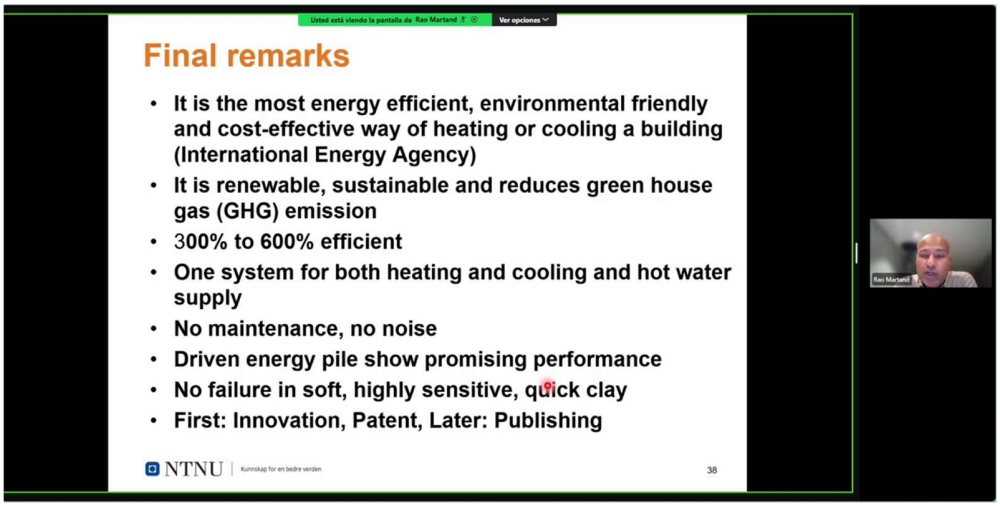

Figura 8. Conclusiones.

Figura 9. Reconocimiento de la SMIG al Dr. Rao Martand Singh.

Figura 10. Cartel de difusión de la conferencia.