



Formato de Investigación de Póster Misión Académica Internacional

1. Información General del Proyecto					
Facultad de Ingeniería Civil			Fecha de presentación:		
			DD	MMM	AAAA
Programa: Especialización en Geotecnia Vial y Pavimentos			21	08	2025
Título del proyecto: Evaluación de la aplicabilidad de ensayos geotécnicos avanzados para obras de infraestructura masiva en Colombia.					
1.1 Director del Proyecto					
Nombres y Apellidos	Número Documento	Nivel de Formación	e-mail	Número Teléfono	
Daniel Camilo Hernández Acosta	1049624013	Magister	daniel.hernandez@usantoto.edu.co	3059212116	
1.1.1 Codirector del Proyecto					
Nombres y Apellidos	Número Documento	Nivel de Formación	e-mail	Número Teléfono	
Claudia Andrea Ortiz Torres	36312808	Especialización	clauortiz11.co@gmail.com	3166251687	
1.2 Estudiantes Participantes					
Nombres y Apellidos	Número de Documento	Semestre	Correo Electrónico	Número Teléfono	
Jairo Alejandro Giraldo Suaza	1018480298	II	jairo.giraldo@usantoto.edu.co	3208434558	
Wilmar Steven López Reyes	1049656639	II	wilmar.lopez@usantoto.edu.co	3209963119	
1.3 Firmas					

Daniel Camilo Hernández Acosta

Director 1

Estudiante 1

Claudia Andrea Ortiz Torres

Codirector 2

Estudiante 2

2. Introducción

Máximo 300 palabras: El resumen debe tener máximo dos párrafos que incluyan de manera abreviada, sencilla e interesante la información necesaria, para que el lector entienda el objetivo, la pertinencia y la calidad del proyecto. Debe incluir una breve introducción, el objetivo, la metodología general que será empleada, los resultados potenciales, la pertinencia y el alcance de la propuesta.

En el desarrollo de proyectos de infraestructura masiva, tales como autopistas, túneles, puentes, presas y edificaciones de gran envergadura, resulta indispensable contar con una caracterización geotécnica precisa, exhaustiva y confiable del subsuelo. Esta información constituye la base fundamental para el diseño estructural, la evaluación de riesgos geotécnicos y la elección de técnicas constructivas apropiadas que garanticen la estabilidad, seguridad y durabilidad de las obras.

Tradicionalmente, en muchos contextos, se ha recurrido a métodos convencionales como el ensayo estándar de penetración (SPT) o ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas, los cuales, aunque útiles, presentan limitaciones significativas en cuanto a la representatividad del terreno, continuidad vertical de los datos, grado de perturbación del suelo y exactitud en la estimación de parámetros clave como la resistencia al corte, la rigidez y el estado tensional del suelo. En contraste, los ensayos geotécnicos avanzados han emergido como herramientas altamente eficaces para superar estas restricciones y ofrecer información más detallada y precisa.

Los ensayos como el CPTu (Cone Penetration Test con medición piezocónica), el DMT (Dilatómetro de Marchetti) y el presiómetro (PMT) proporcionan mediciones in situ de parámetros geotécnicos fundamentales, como la resistencia punta, fricción lateral, presión de poro, módulo de deformación y límite elástico del suelo, con alta resolución y en tiempo real. Estas técnicas tienen la capacidad de generar perfiles geotécnicos continuos, minimizar la alteración de la estructura del suelo y reducir la incertidumbre en la interpretación de los resultados, mejorando así la confiabilidad de los modelos geotécnicos utilizados en el diseño.

3. Estado del Arte y Análisis de Vigilancia Tecnológica

Este apartado permitirá identificar la información existente sobre el tema de investigación; así como los vacíos conceptuales entre la comunidad científica internacional, permitiendo orientar la propuesta a la resolución de un tema específico. Debe incluir una recopilación de información sobre el problema planteado (principalmente la reciente), soportando teóricamente los objetivos del proyecto; analizando casos similares en los ámbitos regionales, nacionales e internacionales. En caso de que la temática no cuente con información previamente publicada en el tema, deberá soportarse mediante análisis específicos en bases de datos sobre la literatura consultada. También debe incluir un análisis de vigilancia tecnológica de las bases de datos bibliográficas y de patentes que permita identificar las tendencias globales sobre la investigación que se pretende realizar. Recuerde incluir las referencias bibliográficas de toda la información y figuras que emplee.

Según (Barón Castro, Maira A., UNAL, 2021) presenta un análisis detallado de cómo calibrar los parámetros geotécnicos obtenidos del CPTu —por ejemplo, peso unitario, ángulo de fricción, resistencia al corte no drenado (Cu), relación de sobre consolidación (OCR) y velocidad de onda de corte. Gracias a correlaciones empíricas y nuevas propuestas de



modelado, se logró un ajuste significativo en parámetros críticos; por ejemplo, se obtuvo un R^2 de 0.61 para OCR y 0.95 para velocidad de corte.

Según (Jasmanny Mejía, Univ. San Simón/Cochabamba, 2016), este trabajo es relevante para Colombia puesto que se basó en calibraciones en cámara controlada comparables a las de UNAL y técnicas aplicables en nuestro país. Se utilizó CPTu en suelos estratificados y se compararon los resultados con pruebas de laboratorio convencionales. Se aplicaron los datos a estudios de caso en ingeniería civil, con lo cual se formuló una hoja de ruta práctica para implementar CPTu en proyectos similares. El proyecto enfatiza las ventajas en continuidad del perfil, fácil integración de datos y mejora en estimaciones de parámetros geotécnicos, útil en contextos geológicos similares a los de Bogotá.

Según (Rodríguez Granados, SCG, 2015) existe un manual empleado por la Sociedad Colombiana de Geotecnia, el cual abarca técnicas avanzadas para la realización de ensayos CPTu, DMT, presiómetro y métodos híbridos. Presenta casos concretos de uso en arcillas y suelos saturados, resaltando la obtención de módulos de deformación, detección de niveles de rotura e integración con ensayos geofísicos. También detalla ventajas como la rapidez, continuidad de datos y menor alteración del suelo, y propone lineamientos para la interpretación de datos en contextos tropicales, lo que refuerza su utilidad para protocolos locales.

Según (PUC Católica, 2022) dice que la calibración de la relación entre resistencia al corte no drenado (S_u) y registros CPTu en sedimentos lacustres de Bogotá. Identifica que los factores empíricos como N_{kt} , extraídos del cono, requieren validación específica para condiciones geológicas locales. Ofrece un análisis estadístico riguroso que produce modelos mejorados en comparación con las correlaciones genéricas. El enfoque local refuerza la relevancia del uso de CPTu calibrado para proyectos en basins y depósitos blandos típicos de la región de Cundinamarca.

Por último, de acuerdo a la (UPTC, 2022) dice que se emplea ensayos geotécnicos in situ avanzados (CPTu, DMT, presiómetro) combinados con pruebas dinámicas para evaluar riesgos sísmicos: parámetros de rigidez, velocidad de corte y respuesta ante vibraciones. Aunque primario, destaca la factibilidad de aplicar estos ensayos en ciudades intermedias como Tunja, mostrando la importancia de caracterizaciones profundas para planificación urbana geotécnica.

4. Planteamiento del Problema de Investigación

El problema que quiere resolverse con el desarrollo del proyecto de investigación debe plantearse de manera concreta. Debe incluir la descripción breve de antecedentes de la temática que se va a desarrollar; así como explicar claramente como el desarrollo del proyecto aportará a la resolución del problema o generará el conocimiento necesario que permita una ventaja competitiva a futuro. Enfocado hacia los problemas en los que se puede aportar con una solución, a partir de lo visto y realizado en los seminarios y laboratorios en Panamá.

El desarrollo de infraestructura masiva en Colombia —como autopistas, puentes, túneles, presas, sistemas de transporte urbano y edificaciones de gran escala— enfrenta múltiples desafíos derivados de la gran variabilidad geológica y



geotécnica del territorio nacional. La presencia de suelos blandos, depósitos aluviales, coluviales, zonas de falla activa y terrenos de origen volcánico o residual, hace que la caracterización precisa del subsuelo sea una necesidad crítica para el éxito de cualquier proyecto.

Sin embargo, uno de los principales problemas que afectan la calidad de las obras es la deficiente caracterización geotécnica, derivada de una limitada implementación de tecnologías avanzadas para la exploración del terreno. En la mayoría de los casos, los estudios de suelos se realizan exclusivamente con métodos convencionales como el SPT (Standard Penetration Test), cuya aplicabilidad y precisión disminuyen en ciertos tipos de suelo y profundidades. Este ensayo, si bien útil en ciertos contextos, presenta una baja continuidad de datos, es susceptible a errores humanos durante la ejecución, y ofrece estimaciones indirectas de parámetros esenciales como resistencia al corte, módulo de deformación o presión de poro.

La carencia de información geotécnica precisa y de alta resolución ha llevado históricamente a errores en el diseño estructural, sobredimensionamiento de soluciones, sobrecostos significativos en etapa de construcción, retrasos en cronogramas y, en casos críticos, fallas estructurales que comprometen la seguridad de los usuarios y la sostenibilidad de la inversión pública o privada.

El problema específico identificado es la escasa adopción e implementación de ensayos geotécnicos avanzados como el CPTu (penetrómetro de cono piezocónico), el DMT (dilatómetro de Marchetti) y el presiómetro, los cuales ofrecen una caracterización más detallada, continua y precisa del comportamiento del suelo in situ. A pesar de estar disponibles en el país a través de algunas consultoras especializadas y haber demostrado su eficacia en otras latitudes, estos ensayos siguen siendo subutilizados, en parte por desconocimiento técnico, falta de normativas específicas, escasa capacitación profesional y limitaciones presupuestarias en fases de estudio.

5. Justificación de la Propuesta e Identificación y Descripción del Conocimiento que Generará la misión académica internacional

Explicar claramente la originalidad, relevancia y pertinencia de la misión (teniendo en cuenta la información previamente plasmada); e identificar y describir en función de los resultados que generará teniendo en cuenta el estado del arte y el planteamiento del problema.

La implementación de ensayos geotécnicos avanzados en Colombia representa no solo un avance tecnológico significativo, sino una necesidad estratégica y operativa para garantizar el desarrollo de infraestructura más eficiente, segura y sostenible. En un país caracterizado por una geología compleja, con suelos tropicales residuales, altas precipitaciones, zonas sísmicamente activas y condiciones geomorfológicas variables, la obtención de información precisa del subsuelo no es un lujo, sino un requisito fundamental para la correcta planificación y ejecución de obras civiles de gran envergadura.

Los métodos tradicionales de exploración, como el SPT o los análisis de laboratorio sobre muestras alteradas, aunque ampliamente utilizados, presentan limitaciones importantes en cuanto a precisión, repetibilidad, continuidad vertical de los



datos, y confiabilidad de parámetros clave como la resistencia al corte o el módulo de deformación. Frente a estas limitaciones, los ensayos geotécnicos avanzados como el CPTu (Cone Penetration Test con medición piezocónica), el DMT (Dilatómetro de Marchetti) y el presiómetro (PMT) han demostrado internacionalmente ser herramientas eficaces para caracterizar el comportamiento del suelo de forma directa, continua y en tiempo real, con mínima perturbación del terreno.

Este proyecto es original y pertinente en la medida en que busca adaptar y transferir estas metodologías al contexto colombiano, considerando las particularidades técnicas, económicas y logísticas propias del país. Se pretende, además, generar conocimiento aplicable en entornos de infraestructura masiva, donde el margen de error en el diseño geotécnico debe ser mínimo y donde la inversión en estudios más avanzados puede representar un ahorro sustancial en fases constructivas, mitigación de riesgos y mantenimiento a largo plazo.

6. Objetivos

Cada objetivo debe estar enlazado con una sección en la metodología, las cuales a su vez estarán vinculadas con una(s) actividades específicas, y un(os) producto(s) específico(s) esperado(s). Los objetivos específicos deberán estar enumerados.

Objetivo general:

Evaluar la aplicabilidad de ensayos geotécnicos avanzados (CPTu, DMT y presiómetro) en obras de infraestructura masiva en Colombia, a partir de lo visto en el Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) durante la misión académica internacional realizada en Ciudad de Panamá.

Objetivos específicos:

1. Identificar las ventajas técnicas y operativas de los ensayos CPTu, DMT y presiómetro en proyectos geotécnicos.
2. Analizar las metodologías de ejecución e interpretación de estos ensayos en laboratorios y obras visitadas.
3. Comparar los resultados obtenidos con métodos tradicionales como el SPT.
4. Formular recomendaciones para la aplicación de estos ensayos en Colombia según características geotécnicas locales.

7. Métodos (visitas técnicas a laboratorios, talleres, seminarios)

Esta sección es de gran importancia pues debe dejar perfectamente claras las actividades que se llevarán a cabo para obtener las respuestas planteadas en los objetivos. Para esto, describa de manera específica y organizada los métodos detallados de cómo se alcanzarán cada uno de los objetivos planteados. Indique los procesos para recolectar la información, la organización, sistematización de los datos y el análisis de los mismos. Especifique los materiales o equipos que va a emplear (con referencias en lo posible). Especifique también las técnicas analíticas que va a usar y como va a obtener resultados cuantificables, las pruebas estadísticas que empleará para dar el nivel de confianza requerido para responder con certeza cada uno de los objetivos específicos. Cada sección de materiales y métodos debe explicar de



manera detallada que objetivo u objetivos pretende cubrir y los procedimientos detallados con los que lo logrará. En caso de usar metodologías de referencia, recuerde citar los autores originales; así como explicar con sus propias palabras los procesos que involucra dicha metodología.

Análisis de casos de aplicación de CPTu y DMT en proyectos nacionales

Esta actividad se centra en revisar proyectos reales desarrollados en Colombia en los que se hayan aplicado ensayos como el CPTu y el DMT, para evaluar su comportamiento, beneficios y limitaciones en la práctica.

¿Qué se hará específicamente?

- Se identificarán y recopilarán informes técnicos, tesis de grado, artículos y memorias de obras de infraestructura en Colombia donde se haya aplicado alguno de estos ensayos.
- Se analizarán los resultados obtenidos: parámetros geotécnicos, calidad de datos, correlación con otros ensayos como el SPT o ensayos de laboratorio, y su influencia en las decisiones de diseño.
- Se documentarán lecciones aprendidas, dificultades encontradas en campo, costos aproximados y beneficios técnicos.

Elaboración de propuesta de protocolo de implementación:

El objetivo de esta actividad es diseñar un protocolo técnico que oriente la correcta aplicación de los ensayos CPTu, DMT y presiómetro en Colombia, considerando las condiciones particulares del país.

¿Qué se hará específicamente?

Con base en la revisión normativa y los casos analizados, se estructurará un documento técnico que incluya:

- Recomendaciones sobre cuándo aplicar cada ensayo según tipo de suelo, tipo de proyecto y profundidad requerida.
- Procedimientos estandarizados para su ejecución y control de calidad.
- Criterios mínimos para la interpretación de resultados.
- Sugerencia de correlaciones empíricas adaptadas a suelos tropicales.
- Posibles combinaciones de ensayos para mejorar la caracterización.

8. Aplicación en Colombia

El estudiante debe elegir un proyecto o técnica desarrollada expuesta en las palestras y/o los laboratorios visitados y establecer un análisis comparativo con Colombia y su aplicación en el contexto de la Ingeniería civil en el país.

En Colombia, múltiples proyectos de infraestructura han evidenciado deficiencias graves relacionadas con una caracterización geotécnica inadecuada del subsuelo, lo cual ha derivado en sobrecostos, retrasos, y en algunos casos,

fallos estructurales. Un ejemplo crítico de esta problemática se encuentra en los taludes de la vía Bogotá–Villavicencio, donde los constantes deslizamientos y cierres han tenido un alto impacto económico y social. En varios de estos casos, se ha identificado que los estudios de suelos preliminares fueron realizados con técnicas tradicionales, como el SPT, que no permiten obtener información continua ni evaluar de manera confiable parámetros como la presión de poro o el módulo de rigidez, fundamentales para diseñar soluciones de estabilización efectivas en suelos saturados o residuales.

De igual forma, en el Eje Cafetero, se han reportado problemas en cimentaciones de edificaciones y estructuras viales debido a la subestimación de los esfuerzos admisibles del suelo y al desconocimiento de su comportamiento a diferentes profundidades. En muchos casos, la heterogeneidad de los suelos coluviales o volcánicos presentes en esta región no fue captada adecuadamente por los métodos tradicionales, generando diseños sobredimensionados o subestimados.

La implementación de ensayos geotécnicos avanzados como el CPTu (penetrómetro de cono piezocónico) representa una solución técnica eficaz para estos contextos. Este ensayo permite obtener perfiles continuos de resistencia punta, fricción lateral y presión de poro, siendo especialmente útil para zonas con suelos blandos y saturados, como llanuras aluviales, sabanas o rellenos compresibles. Además, al realizarse de forma continua y automatizada, mejora significativamente la precisión del diagnóstico geotécnico.

Por otro lado, el DMT (dilatómetro de Marchetti) es ideal para suelos intermedios o ligeramente sobreconsolidados, característicos de regiones montañosas y valles interandinos, ya que permite determinar con buena precisión el módulo de deformación in situ, la relación de sobreconsolidación (OCR) y la rigidez del suelo, todos ellos parámetros fundamentales para diseñar cimentaciones superficiales, terraplenes y estructuras de contención.

Finalmente, el presiómetro se presenta como una alternativa robusta para reemplazar o complementar los ensayos de placa de carga, particularmente en proyectos que involucren cimentaciones profundas o pilotes en suelos de dureza variable. Su capacidad para medir directamente el comportamiento deformacional del suelo bajo carga radial permite obtener módulos elásticos y límites elásticos de mayor confiabilidad, fundamentales para estructuras sensibles a asentamientos diferenciales o cargas cíclicas.

La combinación estratégica de estos tres ensayos en función del tipo de suelo y el tipo de obra permitiría optimizar significativamente la calidad de los estudios geotécnicos en Colombia, reducir la incertidumbre en los diseños y, en consecuencia, mejorar la eficiencia económica y estructural de las obras. Esta propuesta busca impulsar la modernización de la práctica geotécnica nacional, promoviendo la transición hacia metodologías más integrales y alineadas con los estándares internacionales.

9. Resultados Esperados

Detallar los resultados directos, medibles y cuantificables que se obtendrán con el desarrollo del proyecto, y como se relacionan estos con cada uno de los objetivos planteados. Indique para cada uno las características del nuevo



conocimiento generado, la fecha tentativa en la que el resultado o el producto será finalizado, así como un indicador claramente definido que permita evidenciar el cumplimiento de dicho objetivo y producto (debe estar detallado en la metodología). Algunos ejemplos de indicadores pueden ser el número de publicaciones indexadas, pruebas realizadas, ponencias, pruebas de laboratorio, ejecución de encuestas, experimentos, etc. Todos los objetivos específicos deben tener por lo menos un resultado o producto con un indicador verificable.

Como resultado del desarrollo de esta investigación, se espera generar un documento técnico comparativo que recoja las principales ventajas operativas y técnicas observadas en la aplicación de los ensayos CPTu, DMT y presiómetro en laboratorios y proyectos geotécnicos en Panamá, destacando aspectos relevantes para su adopción en Colombia. Asimismo, se elaborará una matriz metodológica en la que se analicen y comparen los procedimientos de ejecución e interpretación de estos ensayos conforme a normas internacionales (ASTM, AASHTO) y su correspondencia con los estándares nacionales vigentes, identificando puntos críticos de ajuste para el contexto colombiano. Como complemento, se desarrollará un análisis comparativo entre los resultados obtenidos por los ensayos avanzados (CPTu y DMT) frente al ensayo SPT, con base en estudios de caso nacionales, destacando las diferencias en precisión, continuidad de datos y confiabilidad de parámetros geotécnicos. Finalmente, se estructurará una propuesta de protocolo técnico de implementación que incluya recomendaciones claras y prácticas sobre cuándo y cómo aplicar cada ensayo según el tipo de suelo y proyecto, contemplando las condiciones geotécnicas propias de Colombia. Estos resultados servirán como base para mejorar la caracterización del subsuelo, optimizar los diseños en obras de infraestructura masiva y fomentar el uso de tecnologías geotécnicas avanzadas a nivel nacional.

10. Conclusiones

La implementación de ensayos geotécnicos avanzados como el CPTu, el DMT y el presiómetro constituye una oportunidad significativa para mejorar la calidad de los estudios del subsuelo en Colombia, especialmente en proyectos de infraestructura masiva que demandan altos niveles de precisión y confiabilidad. A través de la revisión normativa, el análisis de casos reales y la experiencia obtenida durante la misión académica internacional, se evidenció que estos métodos permiten una caracterización más completa y continua del terreno, facilitando diseños más seguros, eficientes y sostenibles. Si bien en el país aún persisten limitaciones en cuanto a su adopción, la adaptación de protocolos técnicos, la formación del talento humano y el fortalecimiento normativo son pasos clave para su incorporación efectiva en la práctica de la ingeniería civil nacional. Esta investigación, por tanto, aporta un marco de referencia técnico y metodológico que puede ser útil tanto para el sector académico como para el profesional, y que contribuye al avance hacia una geotecnia más moderna y alineada con los retos actuales del desarrollo de infraestructura.

11. Referencias

Mínimo de 3 referencias y máximo de 5 referencias.

- Robertson, P. K. (2010). Soil Behavior Type from the CPT: Interpretation and Application. Canadian Geotechnical Journal, 47(8), 845–869.



- Marchetti, S. (1980). In Situ Tests by Flat Dilatometer. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, 106(GT3), 299–321.
- Ménard, L. (1957). The Pressuremeter and Foundation Engineering. Paris: Sols-Soils.
- Mayne, P. W. (2007). In-situ Test Technology for Geotechnical Engineering. Georgia Institute of Technology.
- Rodríguez Granados, E. (2015). Métodos modernos de exploración del subsuelo en Colombia. Sociedad Colombiana de Geotecnia (SCG).

