



Mente & Materia

Edición No1 2026

ISSN 2219-9861



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DE PANAMÁ

Una unidad de investigación al servicio de la sociedad panameña

Contenido

- 1 Mensaje de la Rectora**
Dra. Ángela Laguna Caicedo
- 2 Mensaje de la Vicerrectora de Investigación, Postgrado y Extensión**
Dra. Lilia Muñoz
- 3 Editorial**
Ing. Oscar Patiño M. Eng
Director del Centro Experimental de Ingeniería
- 4 Hoy por hoy**
La acreditación del Centro Experimental de Ingeniería
Ing. Stalin Loo
Ingeniero Civil
- 6 Ensayos de resistencia y deformación en suelos: Buscando la curva de ajuste ideal**
Ing. Naicolette Abraham Agudo Muñoz
Ingeniero Geomático
- 8 Aplicación de Drones en la Inspección de Fachadas de Edificios Altos**
Ing. Edgar Cedeño
Ingeniero Civil
- 10 Aplicación de Métodos Estandarizados para la verificación de la calidad de textiles en la Unidad de Materiales de Baja Resistencia Mecánica**
M.Sc. Ernesto Escobar
Ingeniero Mecánico
- 12 Contaminantes orgánicos persistentes: Un desafío ambiental global**
M.Sc. Jorge Olmos
Químico Ambiental
- 14 Descifrando los aromas del café**
M. Eng. Elizabeth Salazar
Licenciada en Tecnología con Especialización en Edificaciones
M.Sc. Jorge Olmos
Químico Ambiental
- 16 El Laboratorio de Ensayo de Materiales como hub de investigación de materiales sostenibles en Panamá**
Dra. Yazmin Mack
Ingeniera Civil
- 18 Perfiles**
Dr. Oscar Manuel Ramírez Ríos
Ingeniería, liderazgo y visión al servicio del país
- 20 Estudio de Respuesta Sísmica del Sitio**
M. Eng. José Harris
Ingeniero Civil
- 22 Experiencia y vinculación de LABAICA como laboratorio de referencia en el análisis de plásticos en Panamá**
M.Sc. Alma Espinosa
Química Analítica
- 24 Extracción Ultrasónica: una herramienta analítica de beneficio a la protección del medioambiente**
M.Sc. Javier Joao Lloyd Iglesias
Químico Analítico
- 28 La importancia de los ensayos físicos y químicos aplicados en el cemento y su importancia en Panamá**
Lcda. Fidedigna Vergara
Geóloga
- 30 Participación del CEI en la evaluación de productos utilizados para la conducción de Gas Licuado de Petróleo (LPG)**
M.Sc. Mariel Alexis Santana
Licenciado en Tecnología de Mecánica Industrial
- 32 Readecuación estructural: Criterios normativos y técnicos**
M. Sc. Rosalín Méndez-Serrano
Ingeniera Civil
- 34 Una Nueva Forma de Hacer Prospección Geofísica**
M. Sc. Carlos A. Ho González
Licenciado en Tecnología Electrónica
- 36 Laboratorios del Centro Experimental de Ingeniería**

Mensaje de la Rectora



Dra. Ángela Laguna Caicedo
Rectora



La ingeniería no se detiene; se transforma para resolver los grandes retos de nuestra sociedad. Tras una pausa que nos permitió reflexionar sobre nuestro impacto, nos enorgullece presentar la nueva edición de nuestra revista institucional *Mente & Materia*, abriendo un nuevo capítulo de ciencia, ingeniería y servicio al país.

Este regreso representa una ventana abierta al futuro de la tecnología, la infraestructura y la innovación que se gesta dentro de las aulas y laboratorios de nuestra universidad. Nuestra misión siempre ha sido clara: transformar el conocimiento teórico en soluciones prácticas de alto valor. En las siguientes páginas, compartimos con la comunidad universitaria, la sociedad y con nuestros socios estratégicos un portafolio robusto de servicios especializados y ensayos técnicos. Contamos con tecnología de punta y la acreditación necesaria para respaldar proyectos de alta envergadura en diversas ramas de la ingeniería.

El Centro Experimental de Ingeniería, CEI, lleva casi 70 años al servicio del desarrollo técnico y empresarial del país, realizando pruebas rigurosas

bajo normativas internacionales en sus laboratorios equipados, peritajes para el Estado, consultorías de ingeniería especializadas y el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, a la medida de la industria y de la comunidad. Somos, por excelencia, el aliado estratégico ideal para garantizar seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

Este renacer editorial es también el momento perfecto para honrar a quienes han trazado el camino de la UTP, dejando un legado de excelencia y liderazgo. En esta edición, rendimos un sincero homenaje a uno de los más destacados directores del CEI, cuya trayectoria y reconocida experiencia en el ámbito de la ingeniería han dejado una huella imborrable, el Dr. Oscar Ramírez, quien no solo contribuyó a consolidar la calidad académica que hoy nos distingue, sino que también tendió puentes definitivos entre la universidad y el sector productivo nacional. Su visión sigue siendo un faro que guía nuestros pasos hacia la excelencia. Los invitamos a recorrer estas páginas, a descubrir el potencial de nuestros laboratorios y a seguir construyendo juntos el futuro de la ingeniería. Bienvenidos de nuevo.

Mensaje de la Vicerrectora de Investigación, Postgrado y Extensión



Dra. Lilia Muñoz
Vicerrectora

Nos encontramos en una era de transformaciones profundas, donde la convergencia tecnológica y la necesidad de soluciones sociales equitativas nos exigen una visión integradora. Desde esta Vicerrectoría, reafirmamos nuestro compromiso con el fortalecimiento de la investigación con propósito: aquella que nace en nuestros laboratorios y centros de investigación, pero que trasciende los muros universitarios para impactar directamente en la calidad de vida de nuestra población y en la competitividad de nuestros sectores productivos.

La revista Mente & Materia se consolida como una plataforma clave para visibilizar los aportes científicos que emergen desde nuestra institución, fortaleciendo el diálogo de saberes y la transferencia de conocimiento hacia la sociedad.

En esta nueva edición, queremos invitarlos a recorrer los avances que están moldeando el presente y futuro de nuestra institución. Estamos consolidando un ecosistema de investigación que promueve la excelencia, la colaboración interdisciplinaria y la formación de nuevas generaciones de profesionales.

Invitamos a la comunidad universitaria a continuar participando activamente en estos espacios, aportando ideas, resultados y reflexiones que enriquezcan el conocimiento colectivo.

Editorial



Ing. Oscar Patiño, M. Eng
Director
Centro Experimental de Ingeniería

Con la publicación de esta nueva edición de la revista Mente & Materia, el Centro Experimental de Ingeniería (CEI) retoma un espacio dedicado a la divulgación de conocimientos, experiencias y resultados que reflejan el trabajo técnico y científico desarrollado por nuestros profesionales e investigadores.

Los desafíos actuales de la ingeniería exigen soluciones sustentadas en evidencia, innovación y capacidad de adaptación tecnológica. En este contexto, el CEI continúa ampliando sus capacidades analíticas, fortaleciendo sus competencias técnicas y promoviendo proyectos de investigación orientados a responder a las necesidades de los sectores productivos, gubernamentales y académicos.

La presente edición reúne una muestra de ese esfuerzo colectivo, de estudio, experimentación, análisis y colaboración interdisciplinaria, evidenciando el compromiso institucional con la excelencia técnica y la generación de conocimiento aplicado.

Con el relanzamiento de Mente & Materia, aspiramos a fortalecer la transferencia del conocimiento, promover el intercambio de experiencias y contribuir al avance de la ingeniería y las ciencias aplicadas. Esperamos que esta publicación continúe siendo un punto de encuentro entre la investigación, la práctica profesional y las necesidades de desarrollo de nuestra sociedad.



Equipo

AUTORIDADES

Dra. Ángela Laguna C.
Rectora

Dra. Mirtha Moore
Vicerrectora Académica

Dra. Lilia Muñoz
Vicerrectora de Investigación, Postgrado y Extensión

Mgtr. Esmeralda Hernández
Vicerrectora Administrativa

Mgtr. Alex Matus
Vicerrector de Vida Universitaria

Mgtr. José Varcasia
Secretario General

Lcdo. Amilcar Díaz
Coordinador General de los Centros Regionales

Ing. Oscar Patiño
Director del Centro Experimental de Ingeniería

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Anibal Fossatti
Investigador, Especialidad en Agroindustria

Dra. Dafni Mora
Investigadora, Especialidad en Energía y Ambiente

Dr. Euclides Deago
Investigador, Especialidad en Energía y Ambiente

Dra. Nacarí Marín
Investigadora, Especialidad en Procesos de Manufactura y Ciencia de los Materiales

Fotografía
Equipo del CEI



Diseño e Impresión:
Departamento de Comunicación Gráfica UTP.

La acreditación del Centro Experimental de Ingeniería

Autor: Ing. Stalin Loo

Ingeniero Civil

stalin.loo@utp.ac.pa

Centro Experimental de Ingeniería

Actualmente, el Centro Experimental de Ingeniería (CEI) atraviesa una de las etapas más importantes de su desarrollo, el cual se encuentra marcado por el fortalecimiento de sus capacidades técnicas, la modernización de sus laboratorios y, particularmente, el impulso continuo de los procesos de acreditación bajo estándares nacionales e internacionales de calidad.

Como parte de esta visión, el CEI ha orientado importantes esfuerzos hacia el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) que garantice la competencia técnica de su personal, la confiabilidad de sus resultados y la mejora continua de los servicios que brinda a la sociedad panameña.

Los cimientos de este proceso se remontan al año 2000 bajo la administración del Dr. Oscar Ramírez como director del Centro, período durante el cual se impulsó la creación del Comité de Calidad del CEI como instancia encargada de promover y coordinar las iniciativas orientadas al fortalecimiento de la gestión de calidad en los distintos laboratorios.

A partir de esta iniciativa, se establecieron las bases para la estandarización, regulación y afianzamiento de los procesos administrativos y técnicos de los laboratorios que conforman el Centro, incentivando una cultura organizacional enfocada en la calidad, la trazabilidad y el desarrollo continuo.

Este esfuerzo permitió alinear progresivamente las operaciones de los laboratorios con los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025, referente internacional para la evaluación de la competencia técnica y la confiabilidad de

los resultados de los laboratorios de ensayo y calibración, sentando así las bases para los futuros procesos de acreditación del CEI.

Uno de los hitos más significativos en el proceso de desarrollo y mejoramiento de la calidad en el CEI fue la acreditación obtenida en el año 2011, con un alcance en ensayos del Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA). Esta acreditación constituyó la primera otorgada al CEI por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), marcando un precedente importante en la consolidación de sus sistemas de gestión.

La acreditación contempla varios procesos como la adecuación y estandarización de procedimientos, la validación de metodologías de ensayo, la mejora de los controles de calidad, la capacitación del personal técnico y la consolidación de la documentación requerida para cumplir con los requisitos establecidos por los organismos acreditadores.

En la actualidad, el CEI se encuentra en las fases finales de la reacreditación y ampliación de la acreditación. En esta ocasión el alcance incluye ensayos del Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM), lo que representa un paso significativo para fortalecer la confianza y aseguramiento de los ensayos relacionados con materiales de construcción y control de calidad de obras.

Paralelamente, el CEI continúa impulsando acciones dirigidas a que otros laboratorios y unidades especializadas puedan incorporarse progresivamente a estos procesos de acreditación. Para ello, se desarrollan programas de fortalecimiento institucional enfocados en la actualización de equipos, la mejora de la infraestructura, la implementación de sistemas

de gestión de calidad, la capacitación permanente del recurso humano bajo normas reconocidas y la estandarización de los procedimientos técnicos que sustentan cada uno de los servicios ofertados.

Esta visión de crecimiento responde al objetivo de consolidar una red de laboratorios altamente especializados, capaces de ofrecer servicios con reconocimiento técnico y científico, elevando los niveles de competitividad institucional y ampliando el aporte que la Universidad Tecnológica de Panamá brinda al desarrollo nacional.

Hoy, el Centro Experimental de Ingeniería continúa avanzando hacia una cultura organizacional basada en la excelencia técnica, la calidad y la mejora continua, entendiendo que los procesos de acreditación no constituyen únicamente un reconocimiento formal, sino una herramienta fundamental para fortalecer la confianza de los usuarios, garantizar la validez de los resultados y proyectar al CEI como una institución de referencia en el ámbito de la ingeniería, la investigación aplicada y los servicios especializados.



República de Panamá

Consejo Nacional de Acreditación

Otorga el presente

CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN

a la empresa

CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

Como:
LABORATORIO DE ENSAYOS

Según criterios de la Norma:

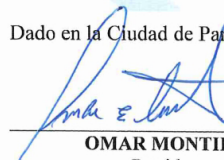
DGNTI-COPANIT ISO/IEC 17025:2017.

Código de acreditación: **LE-031**

Acreditación inicial: **15-septiembre-2010**

Renovación N°2, Ampliación y Reducción: **4-enero-2023**

Dado en la Ciudad de Panamá, a los cuatro (4) días del mes de enero de 2023.


OMAR MONTIEL
Presidente


FRANCISCO MOLA
Secretario Técnico

Este documento no tiene validez sin el respectivo alcance de acreditación y el alcance de acreditación no es válido sin su certificado de acreditación. Las instalaciones cubiertas por el presente certificado y los alcances respectivos se encuentran detallados en el alcance de acreditación. El certificado de acreditación y su alcance de acreditación están sujetos a modificaciones, suspensiones temporales, o cancelación. El estado de vigencia de este certificado se puede validar a través de su anexo técnico (alcance de acreditación) en la página web del CNA (www.cna.gob.pa), con un ciclo de acreditación de tres (3) años. Cualquier original de este documento es válido siempre que mantenga firma y sello oficial fresco del CNA.

Ensayos de resistencia y deformación en suelos: Buscando la curva de ajuste ideal

Ing. Naicolette Abraham Agudo Muñoz

Ingeniero Geomático

naicolette.agudo@utp.ac.pa

Laboratorio de Geotecnia (LABGEO)

Palabras clave — Ajuste, CBR, geotecnia, regresión segmentada, resistencia, suelos

I. INTRODUCCIÓN

En los ensayos de mecánica de suelos es común encontrarse con parámetros que dependen de la información proporcionada por una curva de ajuste. Sin embargo, al observar el trazo generado por un conjunto de datos, lo primero que viene a la mente es ajustarlo a una regresión polinómica, exponencial o incluso inversa.

Si a esto se le añade la necesidad de una respuesta rápida al cliente, no es posible generar un conjunto de puntos lo suficientemente amplio, llevando consigo el riesgo a problemas de sobreajuste. Lo curioso del caso es que, al generar un informe de verificación o validación de ensayos, ocurre el caso contrario: Los puntos exhiben funciones suaves que no son ajustables mediante regresiones simples, llevando a problemas de subajuste.

Peor aún si encontramos textos científicos de cuyos fundamentos teóricos surgen funciones basadas en series o funciones a trozos difíciles de implementar de manera práctica o versátil con solo una hoja electrónica o sin necesidad de utilizar macros como las que se realizan en Visual Basic de Microsoft Office Excel, ni instalar programas especializados cuyos algoritmos suelen ser difíciles de validar.

Con base en lo anterior, explicaremos la forma en que el Laboratorio de Geotecnia implementa el uso de regresiones segmentadas suavizadas. Se tomó como ejemplo el cálculo de curvas de CBR (California Bearing Ratio) en suelos.

II. IMPLEMENTACIÓN DE CURVAS DE AJUSTE MEDIANTE REGRESIÓN COMPUESTA

Tomamos las siguientes consideraciones para diseñar una curva de ajuste:

- La curva de ajuste será suave, esto es, no presentará discontinuidades ni quiebres (primera derivada continua) en sus etapas.
- En los casos que se requiera evaluar radios de curvatura, consideraremos continuidad en las variaciones de pendiente (segunda derivada).
- Los polinomios utilizados para cada etapa son de grado 2.
- La cantidad de parámetros o coeficientes a buscar será estrictamente menor a la cantidad de puntos.
- Los puntos de corte de cada etapa pertenecen al conjunto de datos registrados.
- Los puntos de corte a elegir son aquellos que generen una regresión con el mayor coeficiente de determinación. Para tales efectos, no se usarán más de dos puntos de corte.

A. Caso de estudio: Ensayos de CBR en laboratorio

Tomamos los siguientes criterios adicionales:

- Las curvas de puntos sin corregir pasan por el origen.
- Uso de un punto de corte.
- Pueden ocurrir casos extremos (el mayor coeficiente de determinación se da con punto de corte en el origen o a máxima deformación, indicando que es suficiente una regresión cuadrática simple).
- Teniendo todos los criterios anteriormente establecidos, recopilamos información histórica de ensayos de CBR, considerando la compactación a 3 niveles de energía en las fracciones de grano aplicables a este ensayo, de acuerdo con las normas ASTM D1883 y AASHTO T 193, en los siguientes materiales:

- Grava bien gradada, con arena (GW).
- Arena limosa, con grava (SM).
- Grava arcillosa, con arena (GC).
- Grava limosa, con arena (GM).
- Grava mal gradada, con limo y arena (GP-GM).
- Grava mal gradada, con arcilla y arena (GP-GC).
- Grava bien gradada (GW).
- Arena arcillosa con grava (SC).

A cada gráfico de la información recopilada le aplicamos regresión segmentada, considerando que previamente se utilizaban regresiones polinómicas de segundo grado.

B. Resultados del caso de estudio

Para los materiales citados, se encontraron los siguientes coeficientes de correlación, mostrando mejoras medias de hasta 3 puntos porcentuales en las mismas (Figura 1):

Tabla 1. Comparación de coeficientes de determinación medios en regresión cuadrática (1) y regresión cuadrática segmentada (2).

Material	Símbolo	R ² (1)	R ² (2)
grava bien gradada, con arena	GW	0,9880	0,9964
arena limosa, con grava	SM	0,9870	0,9981
grava arcillosa, con arena	GC	0,9864	0,9972
grava limosa, con arena	GM	0,9833	0,9943
grava mal gradada, con limo y arena	GP-GM	0,9820	0,9984
grava mal gradada, con arcilla y arena	GP-GC	0,9548	0,9892
grava bien gradada	GW	0,9911	0,9950
arena arcillosa, con grava	SC	0,9814	0,9951

Adicional, gobernaron tres tipos de comportamiento a lo cual, la regresión cuadrática segmentada funcionó de manera satisfactoria, como se muestra en la Figura 1:

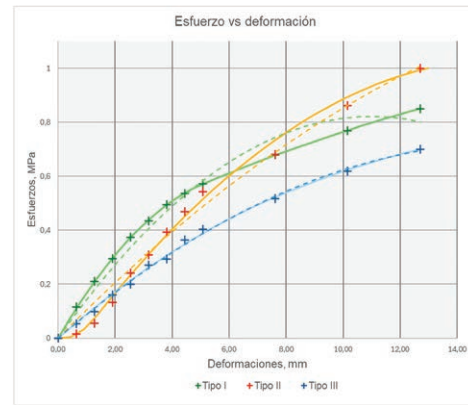


Figura 1. Muestra los tipos principales de curvas encontradas: Las líneas punteadas representan las regresiones cuadráticas simples, mientras que las líneas continuas, las regresiones cuadráticas segmentadas.

Como se aprecia en la Figura 1, las líneas punteadas representan las regresiones cuadráticas simples, mientras que las líneas continuas, las regresiones cuadráticas segmentadas.

III. CONCLUSIONES

La implementación de curvas de ajuste mediante regresión segmentada es una herramienta muy útil y amigable para evaluación de una amplia gama de comportamientos gráficos de resistencia y deformación en suelos.

Adicionalmente, el uso de esta herramienta puede extenderse a otros ensayos de resistencia y deformación, así como en funciones logísticas o bases de funciones no lineales, independientes y prácticas.

IV. REFERENCIAS

- ASTM D1883 - 21. Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted-Soils. Estados Unidos: ASTM International.
- AASHTO T193:2022. Method of Test for California Bearing Ratio. Estados Unidos: American Association of State Highway and Transportation Official
- Oosterbaan, R. (2017). Statistical significance of segmented linear regression with break-point, using variance analysis (ANOVA) and F-tests. Unpublished. Available from: <https://www.waterlog.info/segreg.htm>, 1-13.

Aplicación de Drones en la Inspección de Fachadas de Edificios Altos

Ing. Edgar Cedeño

Ingeniero Civil

edgar.cedeno@utp.ac.pa

Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM)

Palabras clave — Inspección, drones, fachadas, georreferenciación, daños.

I. INTRODUCCIÓN

La inspección exterior de edificaciones altas es un verdadero reto para los ingenieros civiles, quienes deben identificar patrones específicos que son visibles en diversas infraestructuras (Figura 1).

En la actualidad, el uso de drones para capturar imágenes de gran calidad resulta de gran utilidad, debido a que se puede obtener información precisa de deterioros que pueden pasar desapercibidas en una inspección ocular.

La seguridad, la optimización del tiempo y la fidelidad de los datos permiten asegurar un mejor aprovechamiento de la información, lo que conlleva a realizar un mejor análisis y proponer soluciones eficientes.



Figura 1. Dron en inspección exterior.

II. INSPECCIÓN DE FACHADAS CON DRONES

Descender por la fachada de un edificio de varios pisos resulta en una tarea compleja, y mientras se observa y se registran datos de forma manual, siempre existirá la posibilidad de que algunos detalles queden fuera de la evaluación.

Al usar drones, se puede en poco tiempo disponer de una gran cantidad de información para procesamiento casi inmediato (Figura 2).

A. Consideraciones de una inspección

Las inspecciones en exteriores son fundamentales para conocer, en primera instancia, la salud estructural de las edificaciones de forma visual. Esta información ayuda a los ingenieros especialistas en patologías de las estructuras a establecer criterios científicos para monitoreos o intervenciones a través de pruebas destructivas o no destructivas de los materiales.

En esencia, los evaluadores prestan especial atención a grietas o fisuras en el concreto, sobre todo en elementos estructurales como muros, losas, vigas y columnas. Otros tipos de daños son pérdidas de recubrimientos y aceros expuestos, evidencias de corrosión y pérdidas de sección, así como delaminación y presencia biológica.

La oportuna y adecuada caracterización de defectos en edificios ayuda a prevenir costosas intervenciones a lo largo de la vida útil de las infraestructuras.

B. Aporte de los drones

- En base a la información recolectada, se pueden clasificar los tipos de daños o condiciones en que se encuentra la estructura exterior (Figura 3).
- Las imágenes aéreas generan una visualización más amplia y completa de la problemática.
- La data obtenida puede ser georreferenciada e incluida en software que permitan realizar planos detallados de daños.
- Se pueden generar inventarios de tipología de fallas, asociadas a catálogos de referencia.
- Permite una gestión inteligente de recursos (tiempo y dinero).
- Facilita la planificación y reduce la exposición directa de riesgos derivados de los trabajos en altura.



Figura 2. Barrido de recolección de datos.

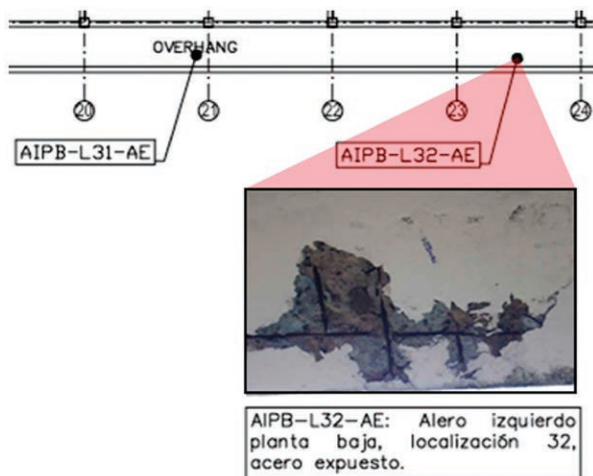


Figura 3. Caracterización y localización de daños en plano.

III. CONCLUSIONES

La inspección de fachada mediante drones resulta en una ventaja para aquellos ingenieros que están relacionados al campo de la patología, rehabilitación y mantenimiento de las infraestructuras.

El gran potencial de este tipo de equipos no solo favorece la gestión del tiempo y costos, también contribuye a recabar data de gran precisión.

La contribución del CEI, a través de estas inspecciones, representa un importante beneficio, ya que, además de reducir el tiempo requerido para su ejecución mediante el uso de esta tecnología, salvaguarda la vida y la seguridad de los inspectores, quienes ya no tendrán que utilizar andamios tradicionales, sino que podrán realizar estas labores de manera más segura y eficiente.

IV. REFERENCIAS

- Cruz Toribio, J. O., & Gutierrez Lazares, J. W. (2019). Evaluación Superficial de Vías Urbanas empleando Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT). *Métodos Y Materiales*, 8(1), 23–32. <https://doi.org/10.15517/mym.v8i1.34113>
- L. F. Alonso Gómez y S. B. Chavez Pabón, "Uso de drones y sensores remotos para el monitoreo de laderas: una revisión," *Ingenierías USBMed*, vol. 12, n.º2, pp. 65–73, 2021.



Aplicación de Métodos Estandarizados para la verificación de la calidad de textiles en la Unidad de Materiales de Baja Resistencia Mecánica

M.Sc. Ernesto Escobar

Ingeniero Mecánico

ernesto.escobar@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras clave— Tela, textil, tejido, ensayos, calidad, estándar, especificaciones

I. UN MUNDO DE TEXTILES

El uso de los materiales textiles es tan antiguo como la civilización humana y ha encontrado aplicaciones en ámbitos como el arte, la medicina, la construcción y las industrias de la moda, por mencionar algunas.

La Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés), define textil como una estructura hecha de cualquier combinación de fibras naturales o manufacturadas, que tengan una longitud de fibra medible o un filamento que tiene una longitud continua, que puede transformarse en una estructura tejida, no tejida, trenzada, entramada, fruncida, enredada o retorcida y que posteriormente conserva, entre otras propiedades, sus características de flexibilidad.

II. ¿POR QUÉ VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS TEXTILES?

Los textiles, al igual que otros materiales, están diseñados para cumplir una función específica y se espera que su desempeño y durabilidad sean óptimos. En términos de moda, la vestimenta destinada para el deporte debe presentar características y propiedades totalmente diferentes a las de un uniforme de bombero o policía. De ahí la importancia de verificar la calidad definida en las especificaciones de los textiles.

La única vía para esta verificación es por medio de ensayos de laboratorio. La Unidad de Materiales de Baja Resistencia Mecánica (UMBRM) del Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA) cuenta

con instrumentación analítica especializada y calibrada para la medición fuerza, masa, volumen, humedad, temperatura; y además cuenta con un recurso humano altamente capacitado con más de quince años de experiencia en la ejecución de ensayos a textiles aplicando métodos internacionales como ASTM y AATCC.

III. LO QUE HACEMOS EN UMBRM

La unidad ejecuta ensayos físicos, químicos y mecánicos a una gran variedad de textiles (artículos terminados o materia prima). Podemos mencionar los siguientes.

- Ensayo de masa o peso de la tela. Método de referencia ASTM D3776.

El peso de la tela está influido por el grosor de la tela y su cantidad de hilos (densidad ASTM D3775).

Este parámetro es muy importante ya que define el costo, el ambiente y el uso que se le dará al artículo textil. Una tela más pesada presentará mayor resistencia mecánica y al desgaste, es posible que tenga una mayor densidad (mayor cantidad de hilos), por lo que, su textura será más suave y abrigadora.

El peso de la tela es una característica de referencia para la venta de textiles. Es común encontrar telas o prendas con la indicación “180g” o “225 g” que hacen alusión a los gramos por metro cuadrado del textil. En los empaques de sábanas, se indica la cantidad de hilos por ejemplo “300 hilos” o “600 hilos”. No está de más mencionar que la cantidad de hilos está directamente asociada al costo del textil.

- Determinación de la composición química con el método ASTM D639.

Consiste en cuantificar el tipo de fibras utilizadas para la confección del textil. Estas pueden ser naturales, sintéticas o una mezcla de ambas en diferentes proporciones (de dos o más componentes). La composición de las fibras repercute fuertemente en las propiedades que presentará el textil y en su costo final. Actualmente se desarrolla la aplicación de la técnica de espectroscopía infrarroja (FT-IR) para la identificación de fibras sintéticas que presentan alta resistencia mecánica.

- Ensayos de resistencia mecánica basados en los estándares ASTM D5034, D5587 y D4833.

Gracias a estos ensayos conocemos la fuerza necesaria para romper (fuerza en tensión), rasgar y perforar los diferentes textiles. La resistencia mecánica define la funcionalidad del textil y las uniones, costuras o refuerzos que llevará el artículo final.

Por ejemplo, la tela empleada en la Bandera del Cerro Ancón debe tener una alta resistencia mecánica, pero con un bajo peso, esto solo se logra utilizando fibras sintéticas como las poliamidas (Nylon). Esta característica también debe estar presente en los uniformes de los estamentos de seguridad, pero el uso de fibras totalmente sintéticas no es favorable, la solución fue crear tejidos a base de fibras naturales y sintéticas con doble hilo espaciado uniformemente (telas ripstop) que presentan mayor resistencia a la rotura y al rasgado sin aumentar el peso considerablemente.



Figura 1. Ensayo de resistencia a la rotura por tensión y corte de probetas según las direcciones de los hilos.

- Otras propiedades y características medibles (normas AATCC).

Las propiedades de permeabilidad o repelencia al agua o a soluciones acuosas. Es de gran importancia en la medicina (vestimenta impermeable) y la construcción (geotextiles permeables).

Desde el punto de vista estético y durabilidad de las prendas toma importancia el cambio de color (decoloración) y transferencia del color (manchado), acompañado del cambio dimensional para determinar cuánto se estira o encoje un textil después de un ciclo de lavado.

IV. BENEFICIOS A LA SOCIEDAD PANAMEÑA.

El laboratorio apoya a las entidades públicas y privadas; y al público en general a seleccionar los textiles más adecuados, para determinado uso, al verificar las especificaciones preestablecidas de los diferentes textiles.



Figura 2. Corte de espécimen para ensayo.



Figura 3. Bandera Panameña sometida a ensayo de calidad.

V. REFERENCIAS

2023 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. Textiles (I) : D76-D4391. Estados Unidos: ASTM International
2023 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. Textiles (II) : D4465-Latest. Estados Unidos: ASTM International

Contaminantes orgánicos persistentes: Un desafío ambiental global

M.Sc. Jorge Olmos

Químico Ambiental

jorge.olmos@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras claves — Química, industria, ambiente, contaminantes persistentes

I. INTRODUCCIÓN

Los contaminantes orgánicos persistentes (también conocidos como COPs) son un conjunto de compuestos, con los problemas más preocupantes en la salud y medio ambiente. Son sustancias que han sido creadas sintéticamente por el hombre para cumplir determinadas funciones y que, debido a su estructura química, tienen una alta resistencia a la degradación natural. Esto significa que no se descomponen fácilmente en el medio ambiente de forma natural, sino que persisten durante décadas o incluso siglos.

Los COPs han sido utilizados en una amplia variedad de aplicaciones industriales, agrícolas y comerciales debido a sus propiedades químicas únicas. Entre los más conocidos se encuentran plaguicidas como el DDT (diclorodifeniltricloroetano), los bifenilos policlorados (PCBs), actualmente prohibidos, pero que en su momento fueron muy utilizados como aislantes térmicos en transformadores eléctricos, y las dioxinas y furanos. Estos últimos son los únicos COPs que no han sido creados con algún fin, sino que se producen accidentalmente por la combustión incompleta de diversos materiales, desechos, procesos industriales e inclusive por vehículos de motor de combustión.

II. IMPACTO DE LOS COPs SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD

Los COPs se depositan en los cuerpos de agua a través de la lluvia, las escorrentías y la atmósfera, y luego se acumulan en los sedimentos y en los organismos acuáticos. Esto afecta a este tipo de especies creando con esto consecuencia sobre la salud de la fauna donde inclusive puede causar afectación al ser humano provocando enfermedades como cáncer, trastornos hormonales, problemas neurológicos e inclusive afectaciones inmunológicas y reproductivas.

MEDIDAS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Se han establecido muchas iniciativas internacionales para el control y regulación de los COPs. La más conocida es el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, un tratado internacional que entró en vigor desde 2004. Este convenio contiene una lista de sustancias que se clasifican según diversos grados de restricción, los cuales incluyen la reducción o eliminación de su producción, y la prohibición de uso y/o comercialización.

Panamá, como signatario del Convenio de Estocolmo, tiene el compromiso de implementar y mantener medidas específicas para controlar el uso y la liberación de COPs. Estas medidas pueden incluir restricciones en el uso de plaguicidas y la eliminación segura de desechos industriales que contienen PCBs y la limpieza de sitios contaminados. Sin embargo, la eficacia de estas medidas varía y a menudo depende de la capacidad de los países para hacer cumplir las regulaciones y gestionar los recursos necesarios para la implementación y el monitoreo.

III. DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

A pesar de los esfuerzos internacionales y nacionales para controlar los COPs, persisten varios desafíos. Uno de ellos es la presencia de COPs en productos manufacturados y la continua liberación de estos compuestos en el medio ambiente a través de actividades industriales y agrícolas.

Para enfrentar estos desafíos, es crucial que se continúe con la investigación para desarrollar nuevas tecnologías y métodos de remediación más efectivos. No obstante, una de las principales limitantes para ello en nuestro país es la poca disponibilidad de instrumental científico adecuado para el estudio de la presencia y comportamiento

de estos compuestos debido a que los equipos requeridos son sumamente costosos y requieren personal especializado para su uso.

En este marco de ideas, el Centro Experimental de Ingeniería, a través del Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA), contribuye con experiencia en la investigación de este tipo de compuestos, ya que, gracias al apoyo de la SENACYT, se cuenta con equipos de alta tecnología (Figura 1) para el estudio de estos compuestos, especialmente aquellos con carácter volátil y semivolátil de mayor toxicidad tales como los plaguicidas organoclorados, bifenilos policlorados, difenil éteres polibromados, entre muchos otros.



Figura 1. Sección especializada en análisis de COPs. LABAICA

Dentro de las investigaciones relacionadas con la temática de los COPs llevadas a cabo en LABAICA, se encuentran la evaluación de la presencia de plaguicidas en fuentes de agua superficial y subterránea en diversas regiones a lo largo del país; el desarrollo de diversas investigaciones y trabajos de tesis enfocados en el desarrollo de metodología analítica para la determinación fiable de estos contaminantes (Figura 2), e inclusive la detección por primera vez en el país, de uno de los contaminantes orgánicos persistentes de más reciente inclusión en la lista del Convenio de Estocolmo: el declorano plus.



Figura 2. Estudiantes tesistas en temática de COPs.

IV. CONCLUSIONES

La persistencia y la movilidad de los COPs representa un desafío significativo para la salud humana y el medio ambiente, ya que requiere una atención continua con un enfoque global para abordar eficazmente este problema.

A pesar de no contar con suficiente equipamiento científico especializado disponible para apoyar la generación de estudios en este campo, el CEI, a través de LABAICA, contribuye desde diversos frentes, por ejemplo, capacitando y aumentando la masa crítica de técnicos con conocimiento en el uso de la tecnología necesaria, y generando data útil para que los tomadores de decisiones cuenten con información fiable sobre la situación de los COPs en el país que les permita orientar de manera adecuada los planes de acción y las políticas de salud necesarios para enfrentar este gran desafío.

V. REFERENCIAS

- Bao, L.-J., Wei, Y.-L., Yao, Y., Ruan, Q.-Q., and Zeng, E.Y. (2014). Global trends of research on emerging contaminants in the environment and humans: a literature assimilation.
- Denier van der Gon, H., van het Bolscher, M., Visschedijk, A., and Zandveld, P. (2007). Emissions of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE-Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol. *Atmos. Environ.* 41, 9245–9261.
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 48: 55–72. 1990. ISBN 978-92-832-1248-5. PMID 2197463
- Rosner, D., and Markowitz, G. (2013). Persistent pollutants: A brief history of the discovery of the widespread toxicity of chlorinated hydrocarbons. *Environ. Res.* 120, 126–133.
- Web del programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (9 de agosto de 2024) <https://www.unep.org>
- Web del Convenio de Estocolmo (9 de agosto de 2024) <https://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx>
- Wang, Y., Xu, M., Jin, J., He, S., Li, M., and Sun, Y. (2014). Concentrations and relationships between classes of persistent halogenated organic compounds in pooled human serum samples and air from Laizhou Bay, China. *Sci. Total, Environ.* 482–483, 276–282.

Descifrando los aromas del café

M. Eng. Elizabeth Salazar

Licenciada en Tecnología con Especialización en Edificaciones

M.Sc. Jorge Olmos

Químico Ambiental

elizabeth.salazar@utp.ac.pa

jorge.olmos@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras claves — Café, aroma, cromatografía, espectroscopía infrarroja, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

El café es más que una simple bebida; es una experiencia sensorial compleja que combina sabores, aromas y texturas. El aroma, en particular, es uno de los aspectos más atractivos del café, y se debe a una intrincada mezcla de compuestos químicos volátiles. Estos compuestos se consolidan principalmente durante el proceso de tostado, y cada uno de ellos contribuye de manera única al perfil aromático del café. Su aroma es el resultado de la interacción de cientos de compuestos volátiles. A pesar de la complejidad, algunos grupos de compuestos son más importantes y contribuyen de manera significativa al perfil aromático.

Entre los compuestos más importantes que caracterizan el aroma y sabor del café están los aldehídos, los fenoles, terpenos y las cetonas, generados en el proceso de tostado, y los ácidos orgánicos producidos durante la fermentación del café.

El proceso de tostado es fundamental para desarrollar el perfil aromático del café. A medida que los granos se calientan, las reacciones químicas generan una variedad de compuestos volátiles que determinan su aroma. Además del tostado, existen condiciones adicionales que determinan las características del café, tales como el tipo de semilla cultivada, el tipo de suelo, las condiciones ambientales e inclusive el tipo de vegetación con la que coexisten los cultivos.

II. EL CAFÉ DE PANAMÁ

En lo concerniente a la producción por volumen de producto, Panamá es un productor de café relativamente pequeño a nivel mundial. Sin embargo, la calidad excepcional de su café le ha permitido destacarse en el mercado internacional, en gran medida gracias al café de especialidad destinado a la exportación. Estas afirmaciones se respaldan en las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Comercio e Industrias (MCI), cuyo informe más reciente refleja un crecimiento positivo en el sector cafetalero del país.

En esencia, la excelencia de este producto posiciona a Panamá a nivel internacional, compitiendo de manera favorable en cuanto a calidad con grandes productores como es Brasil.

III. TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA EVALUACIÓN DEL PERFIL QUÍMICO DEL AROMA DEL CAFÉ

En el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA), con el auspicio de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) se lleva a cabo el proyecto “Determinación del perfil químico de los aromas del café de Panamá, mediante técnicas analíticas avanzadas”. Este proyecto de investigación tiene como objetivo el identificar la composición química característica del café producido en Panamá mediante el uso de técnicas analíticas especializadas. Una de ellas es la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, la cual permitirá obtener la identificación y proporción de las diversas sustancias presentes en el aroma del café. Otra de las técnicas instrumentales de análisis que se utiliza es la espectroscopía infrarroja, con la cual se obtiene la “huella digital” o perfil de compuestos característicos de cada muestra de café tostado evaluada.



Figura 1. Lanzamiento del proyecto.



Figura 2. Personal investigador del proyecto realizando ensayos de cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Este proyecto responde a uno de los objetivos del Centro Experimental de Ingeniería, apoyando a la industria panameña a través de la investigación científica, dado que los resultados de este trabajo impactan positivamente en la consolidación de la identidad o marca del café panameño desde el punto de vista científico y técnico, sembrando las bases para la obtención de una futura denominación de origen para tan selecto y bien cotizado producto a nivel internacional. De allí que esta investigación (figura 1) haya tenido una excelente acogida por el sector cafetalero nacional, que ha visto en el mismo una importante herramienta de apoyo para el fortalecimiento de la marca café panameño.



Figura 3. Selección de muestra de café.

IV. CONCLUSIONES

El aroma del café es una compleja combinación de compuestos volátiles que se desarrollan durante el tostado y se liberan durante la preparación. Desde los aldehídos afrutados hasta los fenoles ahumados, cada compuesto aporta una nota única que, en conjunto, crea la experiencia olfativa que amamos del café. Conocer la química detrás de estos aromas no solo permite una apreciación más profunda de la bebida, sino que también ofrece la posibilidad de perfeccionar su preparación para maximizar sus cualidades aromáticas.

En este sentido, el proyecto “Determinación del perfil químico de los aromas del café de Panamá, mediante técnicas analíticas avanzadas”, contribuye a fortalecer la marca del café panameño con data que describe, desde el punto de vista técnico, la especialidad del café panameño, diferenciándolo del resto, y abriendo puertas de posibilidades a la mejora sustentada en la evaluación científica.

REFERENCIAS

- Barrera B, Ó. M., & Gutiérrez, N. G. (2019). Caracterización y diferenciación de cafés, a partir de espectroscopía infrarroja. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica(1: e(1)), 1-7. Obtenido de <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1158>
- De Sedas, M. (22 de 02 de 2023). El café panameño sigue ganando mercado en el mundo. Metro Libre. Obtenido de <https://www.metrolibre.com/economia/el-cafe-panameno-sigue-ganando-mercado-en-el-mundo-EY3436402>
- Lyman, D. B.-W. (2015). FTIR-ATR Analysis of Brewed Coffee: Effect of Roasting Conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3268-3272. Obtenido de <https://doi.org/10.1021/jf0209793>
- Puerta Quintero, G. (12 de 2011). Avances Técnicos Cenicafé. Composición Química de una Taza de Café. Chinchiná, Caldas, Colombia. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/340/1/avt0414.pdf>
- Roig, S. (05 de 10 de 2023). una breve historia del café. National geographic. Obtenido de National geographic: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/breve-historia-cafe_20279

El Laboratorio de Ensayo de Materiales como *hub* de investigación de materiales sostenibles en Panamá

Dra. Yazmin Mack

Ingeniera Civil

yazmin.mack@utp.ac.pa

Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM)

Palabras clave — Materiales, ensayos, construcción sostenible, docencia.

I. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) ha desempeñado un papel crucial en la investigación y el ensayo de materiales de construcción en Panamá (Centro Experimental de Ingeniería, 2023). Establecido desde 1957 (Yau Rivera, 2011), el LEM se ha consolidado como una plataforma fundamental para la experimentación, generación de datos y colaboración en el ámbito de la ingeniería.

El LEM se dedica al control de calidad de los materiales de construcción, asegurando que las características físicas y mecánicas de estos cumplan con las especificaciones técnicas y normativas vigentes a nivel nacional. Esta labor se realiza en colaboración con empresas privadas, entidades estatales e instituciones académicas, tanto nacionales como internacionales. Además, el LEM ofrece servicios de apoyo a la investigación y la docencia, proporcionando una plataforma robusta para la formación de estudiantes y la realización de proyectos de investigación.

II. INVESTIGACIONES HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En los últimos años, el LEM ha dirigido sus esfuerzos hacia la investigación de materiales sostenibles. La construcción sostenible es una práctica que busca utilizar menos recursos que los ejemplos convencionales, generando menos emisiones y residuos. Esta tendencia es especialmente relevante para el sector de la construcción, ya que ayuda a reducir el impacto ambiental de las viviendas e infraestructuras necesarias para la sociedad.

Por esto, desde el 2019 se crea el Grupo de Investigación Sustainable Construction UTP, que opera desde el LEM. Este grupo, compuesto por investigadores, docentes y estudiantes, ha llevado a cabo distintos proyectos de investigación financiados y ha publicado sus hallazgos en revistas indexadas.

Entre las investigaciones en las que ha colaborado el LEM se incluyen trabajos para la Jornada de Iniciación Científica de estudiantes de licenciatura (Jaramillo et al., 2023), trabajos de tesis de grado (Aguilar et al., 2019; Matos et al., 2023) y proyectos de investigación (Lima et al., 2023), financiados por la Secretaría Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SENACYT, 2019) (Figura 1).



Figura 1. Colaboraciones en investigación y ensayos de materiales sostenibles.

Uno de los aspectos más significativos del trabajo del LEM es su contribución a la formación de recursos humanos en el área de la construcción sostenible. La inclusión de estos aspectos en el currículo académico de la UTP no solo eleva el nivel de los futuros ingenieros y técnicos, sino que también fomenta la conciencia ambiental y la adopción de prácticas sostenibles en la industria de la construcción. La internacionalización de los recursos humanos y las instituciones que participan en estos proyectos ha sido otro impacto importante del LEM.

III. CONCLUSIONES

Mirando hacia el futuro, el LEM continúa su compromiso con la investigación y el desarrollo de la evaluación de materiales sostenibles. La construcción sostenible se posiciona como una de las tendencias más relevantes para el sector de la construcción, y esta unidad de investigación está a la vanguardia de esta transformación en Panamá.

Con su robusta plataforma de investigación, sus colaboraciones estratégicas y su enfoque en la calidad y sostenibilidad, el Laboratorio de Ensayo de Materiales del CEI de la UTP seguirá siendo un hub crucial para la investigación y el ensayo de materiales sostenibles en Panamá.

IV. REFERENCIAS

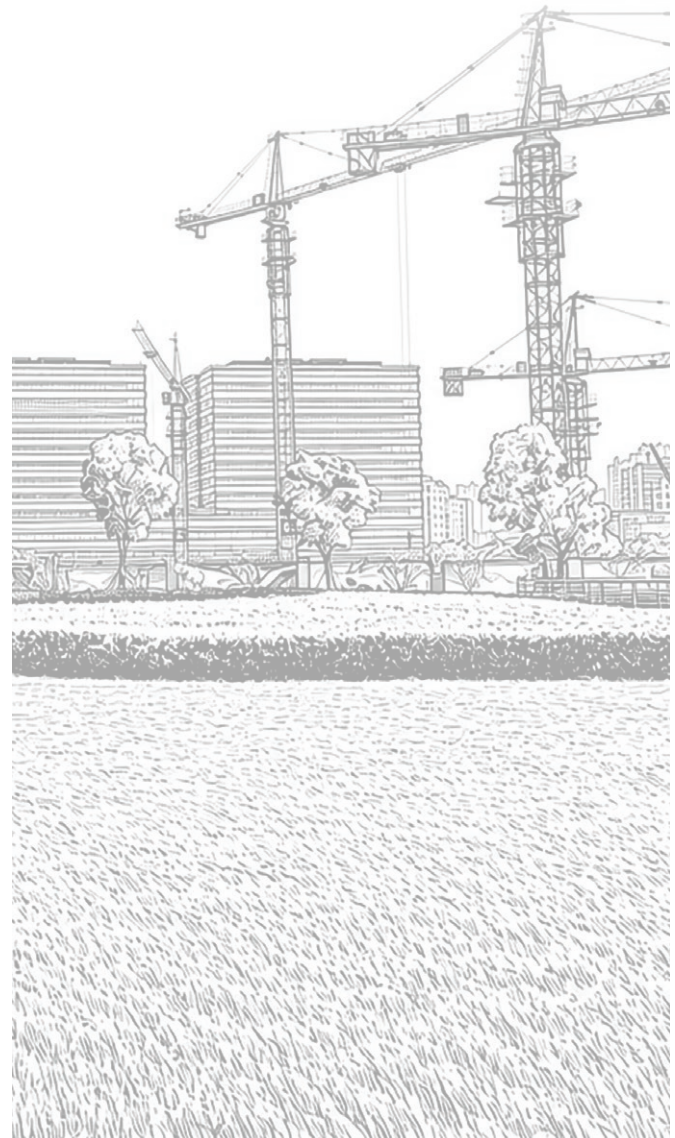
- Aguilar, M., Fernandez, A., Garcíaz, H., Melamed, B., & Saavedra, C. (2019). Reutilización de plástico como refuerzo para la construcción de aceras. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 28-34. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2366>
- Centro Experimental de Ingeniería. (2023, junio 16). Laboratorio de Ensayo de Materiales . Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Experimental de Ingeniería. <https://cei.utp.ac.pa/servicios-laboratorio-de-ensayo-de-materiales>
- Jaramillo, A., González, C., Lopez, N., & Puga, K. L. N. (2023). Estudio experimental en morteros con ceniza de hoja de bambú como material cementante suplementario. *Revista de Iniciación Científica*, 9(2), Artículo 2. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v9.2.3842>

Lima, Y., Sulbarán, L., & Mack-Vergara, Y. L. (2023). La necesidad de un inventario de agua, energía y CO2 del hormigón en Panamá. *Revista de Iniciación Científica*, 9(2), Artículo 2. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v9.2.3837>

Matos, R., Villarreal, R., & Puga, K. L. N. (2023). Evaluación del concreto con vidrio reciclado molido como reemplazo parcial del agregado fino. *I+D Tecnológico*, 19(1), Artículo 1. <https://doi.org/10.33412/idt.v19.1.3782>

SENACYT. (2019). <https://www.senacyt.gob.pa/>

Yau Rivera, Ing. N. (2011). Laboratorio de Ensayo de Materiales LEM. *Revista Mente y Materia*, 1(1), 28.



Perfiles

Dr. Oscar Manuel
Ramírez Ríos



Ingeniería, liderazgo y visión al servicio del país

Hablar del Dr. Oscar Manuel Ramírez Ríos es recorrer una de las trayectorias más destacadas de la ingeniería panameña contemporánea. Su historia profesional refleja la combinación de excelencia académica, rigor técnico, vocación de servicio y liderazgo que ha caracterizado a varias generaciones de egresados de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), institución de la que es orgullosamente producto y a la cual ha dedicado gran parte de su vida profesional.

Graduado de Ingeniería Civil en la UTP, continuó su formación en la State University of New York at Buffalo, donde obtuvo los grados de Maestría en Ciencias en Ingeniería Estructural y posteriormente el Doctorado en Ingeniería Estructural y Sísmica. El producto de sus investigaciones en el campo de la ingeniería sísmica y diseño de estructuras con sistemas

de disipación de energía, fueron publicadas originalmente en los documentos FEMA 450-1/450-2, 2003, y posteriormente incorporadas como el nuevo Capítulo 18, "*Seismic Design Requirements for Structures with Damping Systems*", de la norma estadounidense ASCE 7, a partir de 2005. Esta contribución representa uno de los aportes académicos panameños de mayor proyección internacional en el ámbito de la ingeniería estructural.

Su carrera profesional ha estado marcada por una permanente interacción entre la academia, la investigación y la práctica profesional. Como docente universitario formó a numerosas generaciones de ingenieros civiles en áreas como estructuras, ingeniería sísmica, dinámica estructural y diseño sismorresistente. Paralelamente, desarrolló una reconocida labor

como consultor en proyectos de ingeniería estructural dentro y fuera de Panamá, participando en estudios, evaluaciones y diseños de alta complejidad técnica. El Dr. Ramírez es responsable del diseño de varios edificios en Panamá y Brasil, que se encuentran entre los más altos de América Latina.

Para el Centro Experimental de Ingeniería, la figura del Dr. Ramírez posee una relevancia especial. Durante su gestión como Director del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) impulsó un proceso de fortalecimiento institucional orientado a consolidar las capacidades técnicas y científicas de sus laboratorios, promoviendo una cultura de calidad, mejora continua y excelencia profesional. Su liderazgo contribuyó significativamente al desarrollo de los sistemas de gestión que posteriormente permitieron al Centro de Investigación ampliar su reconocimiento y credibilidad como referente técnico nacional.

Su visión trascendió los límites del CEI. En el año 2013 asumió la Rectoría de la UTP, posición desde la cual impulsó iniciativas orientadas al fortalecimiento de la investigación, a establecer la cultura del mérito como valor fundamental de la formación, la vinculación con los sectores productivos y la consolidación de la presencia nacional e internacional de la Universidad. Su gestión estuvo fundamentada en la convicción de que la ciencia, la ingeniería y la tecnología, acompañadas con sólidos principios y valores humanos, constituyen herramientas esenciales para el desarrollo sostenible del país.

El reconocimiento a su capacidad profesional también se manifestó a través de su participación en importantes instancias nacionales. Entre ellas destacan su designación como miembro de la Junta Directiva de la Autoridad del Canal de Panamá y su desempeño como Director General del Aeropuerto Internacional de Tocumen, responsabilidades que evidencian la confianza depositada en su criterio técnico y capacidad de gestión para contribuir en proyectos estratégicos para la nación.

Más allá de los cargos ocupados y los logros alcanzados, quienes han compartido espacios académicos y profesionales con el Dr. Ramírez reconocen en él a un ingeniero apasionado por el conocimiento, comprometido con la formación de nuevas generaciones y convencido de que la excelencia técnica debe ir acompañada de una profunda responsabilidad con la sociedad.

Su legado permanece en las aulas, en las instituciones donde ha trabajado, en las normas y metodologías que contribuyó a desarrollar, y en los numerosos profesionales que encontraron en su ejemplo una inspiración para asumir los retos de la ingeniería con disciplina, integridad y visión de futuro.

En esta nueva etapa de *Mente & Materia*, resulta particularmente oportuno reconocer la trayectoria del Dr. Oscar Manuel Ramírez Ríos, cuya historia representa los valores que han distinguido al CEI desde sus orígenes: conocimiento, innovación, servicio y compromiso con el desarrollo de Panamá.

De acuerdo con la visión del Dr. Oscar Ramírez, el Centro Experimental de Ingeniería, fundado en 1957 como un laboratorio de ensayos de materiales, se ha constituido en una referencia nacional de la investigación experimental en áreas multidisciplinarias de la ingeniería. A través de sus seis laboratorios, el CEI fortalece el desarrollo de Panamá, con capacidades, experiencia y competencias en áreas de patología y durabilidad de estructuras, comportamiento estructural, mecánica de materiales, mecánica de suelos y asfaltos, química ambiental e industrial, y metrología.

También indicó el Dr. Ramírez que, en las últimas décadas, el avance de la ciencia y de la tecnología ha sido sustancial, especialmente en el campo de los materiales, en equipos, y en técnicas de modelización y análisis de sistemas. Cada vez estos cambios serán mayores y se producirán en periodos más cortos de tiempo. El CEI tiene el reto de crear competencias en áreas no tradicionales de las ciencias y de la ingeniería, para poder seguir sirviendo de referencia al estado y respaldando a la industria en el desarrollo de nuestro país. Por ejemplo, el comportamiento de materiales compuestos, la simulación del comportamiento no lineal del suelo y de las estructuras, el análisis de sistemas inteligentes para la disipación de energía sísmica o de viento, y las nuevas tecnologías y técnicas de rehabilitación de estructuras, por ejemplo, son áreas que plantean grandes retos en el futuro inmediato.



Estudio de Respuesta Sísmica del Sitio

M. Eng. José Harris

Ingeniero Civil

jose.harris@utp.ac.pa

Laboratorio de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (LIICA)

Palabras clave — Geotecnia, sismicidad, suelos, mecánica, espectro.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos críticos para garantizar la estabilidad y resistencia de las construcciones ante eventos sísmicos es el estudio de respuesta sísmica del sitio. Este análisis permite comprender cómo se comportará el suelo bajo la acción de un sismo, información esencial para diseñar o adecuar estructuras que puedan resistir de manera efectiva las fuerzas sísmicas.

II. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE RESPUESTA SÍSMICA

No se debe confundir un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) con un Estudio de Respuesta Sísmica de sitio (ERS). En nuestro medio se acostumbra a solicitar un “estudio de suelos”; considerando que estas características son autoexcluyentes y usualmente, se termina contratando un estudio de suelos económico. En este tipo de “estudio de suelos”, la caracterización geotécnica se circunscribe a algunas propiedades índices, y se han correlacionado o estimado, en el mejor de los casos, las propiedades ingenieriles y de resistencia no drenada con los resultados de las pruebas estándar de penetración (SPT, Standard Penetration Test) basado en una campaña de exploración de campo de poca confiabilidad.

En nuestro país, la normativa de referencia que define el alcance de un EMS es el Reglamento para el Diseño Estructural de la República de Panamá (REP-2021), Capítulo 6, Geotecnia, apartado 6.9 que trata sobre el Contenido del Informe Geotécnico de Exploración de Sitios (EMS). En este apartado, se destaca la Clasificación del perfil sísmico en campo libre (Tabla 1) siguiendo las recomendaciones establecidas por ASCE 7-05. Para suelos clase F se necesita un ERS, y para suelos clase A y E, queda a criterio del Ingeniero Estructural la decisión de solicitar un ERS.

Tabla 1. Clasificación sísmica del perfil del Sitio

Clase	v_s (m/s)	N_{SPT}	S_u (kPa)
A. Roca dura	> 1500	NA	NA
B. Roca	760 a 1500	NA	NA
C. Suelo muy denso y roca blanda	370 a 760	> 50	> 100
D. Suelo denso	180 a 370	15 a 50	50 a 100
E. Suelo blando	< 180	< 15	< 50
Cualquier perfil con más de 3m de suelo con las siguientes características: - Índice de plasticidad, $IP > 20\%$ - Contenido de agua, $w > 40\%$ - Resistencia no drenada, $S_u < 25$ kPa			
F. Suelos que requieren un estudio de respuesta sísmica de sitio (ERS) de conformidad con la Sección 21.1, ASCE 7-05	Véase Sección 20.3.1, ASCE 7-05		

* Adaptada de Table 20.3-1 Site Classification, Chapter 20, SITE CLASSIFICATION PROCEDURE FOR SEISMIC DESIGN, ASCE 7-05

Un estudio de respuesta sísmica del sitio (ERS) es una evaluación detallada del comportamiento del perfil de suelo del sitio ante un evento sísmico. Este estudio analiza cómo las ondas sísmicas interactúan con el terreno específico donde se construirá o existe una edificación. El objetivo es caracterizar dinámicamente el suelo, y analizar su capacidad para amplificar o atenuar las pulsaciones (ondas) sísmicas, lo cual influye directamente en el diseño geoestructural de una construcción nueva o de la adecuación de una estructura existente. Para abordar lo planteado en el párrafo anterior se requieren las siguientes estrategias geotécnicas:

A. Adaptación a las Condiciones Locales: En nuestro entorno geotécnico es común encontrar suelos con baja capacidad de carga; tales como suelos blandos compresibles, suelos arenosos finos, rellenos antrópicos heterogéneos y/o depósitos de sedimentos que pueden amplificar las ondas sísmicas, mientras que suelos más firmes, duros y compactos las pueden atenuar. Un ERS proporciona información específica sobre el terreno, permitiendo que los ingenieros adapten el diseño o adecuación de una estructura para enfrentar las condiciones locales.

B. Prevención de Daños Estructurales: Al conocer cómo se comportará el suelo durante un sismo, los ingenieros geotécnicos y estructurales pueden diseñar cimentaciones y estructuras que minimicen el riesgo de daños. Las edificaciones construidas sin considerar las características del suelo pueden sufrir daños significativos, incluso en terremotos moderados. Para esto un estudio detallado ayuda a prever y mitigar estos riesgos.

III. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE RESPUESTA SÍSMICA

El REP-2021, Capítulo 5 - Requisitos de Diseño Sísmico, Apartado 5.11 Procedimientos de movimiento del terreno específico para diseño sísmico, señala que se usará el Capítulo 21 del ASCE 7-05 para la elaboración del ERS. Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

A. El proceso inicia con la recopilación de datos del terreno mediante un EMS que defina confiablemente las propiedades índice, resistencia al corte e ingenieriles de los estratos encontrados y se defina la clasificación sísmica (Tabla 1) hasta una profundidad de 30m. Este EMS se complementará con técnicas de exploración geofísicas, usualmente de refracción sísmica; MASW, ReMi, y Downhole.

B. Definición de los parámetros específicos del sitio correspondientes a la ubicación del proyecto; esto es, aceleración espectral pico del terreno (PGA), aceleración espectral de 1seg (S1), y la aceleración espectral de 0.2seg (Ss) basadas en el sismo máximo esperado (Maximum Considered Earthquake, MCE) para un periodo de retorno de 2500 años y 5% de amortiguamiento crítico.

C. Seleccionar los sismos de referencia escalados a la clasificación sísmica del sitio. Se recomienda seleccionar entre 7 a 10 eventos sísmicos. En ausencia de una base de datos local con registros históricos, se han utilizado base de datos de otras regiones; es muy utilizada la base de datos del Pacific Earthquake Engineering Research Center, PEER. Es recomendable que, los sismos seleccionados sean de regiones con condiciones tectónicas similares a nuestro entorno.

D. Una vez interpretado y caracterizado el modelo geotécnico del sitio, se ejecuta un análisis dinámico del suelo (Plaxis, DeepSoil, ProShake) para evaluar su comportamiento para cada uno de los 7 a 10 sismos escalados.

E. Con los resultados y análisis de simulaciones, se desarrollará el espectro de respuesta de diseño para la clasificación sísmica del sitio, que será utilizado por el ingeniero estructural para el diseño o adecuación de su proyecto.

IV. CONCLUSIONES

Un estudio de respuesta sísmica de sitio (ERS) como complemento del estudio de mecánica de suelos (EMS) confiable es fundamental para la seguridad y eficacia del buen desempeño de edificaciones nuevas o existentes conformes a las normativas vigentes.

Un ERS provee al Ingeniero Estructural de un espectro de respuesta de diseño en el cual se han considerado las condiciones geológico-geotécnicas del sitio de proyecto. En términos prácticos, conformarse con la clasificación sísmica indicada en un EMS, es como solicitar un estudio geotécnico sin realmente conocer el tipo de suelo a estudiar o el problema.

La realización de estudios de respuesta sísmica por parte del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) constituye una valiosa contribución de la UTP al fortalecimiento de la resiliencia de la infraestructura nacional y a la protección de la población frente a los efectos de los terremotos. A través de la investigación aplicada, el desarrollo de capacidades técnicas especializadas y la prestación de servicios de alto nivel científico, el CEI genera información estratégica que permite comprender mejor las condiciones geotécnicas del territorio panameño y promover diseños geoestructurales más seguros y eficientes.

Este trabajo refleja el compromiso permanente de la UTP con la generación y transferencia de conocimiento, poniendo la ingeniería geotécnica al servicio de la sociedad y contribuyendo al desarrollo sostenible, la reducción del riesgo de desastres y la toma de decisiones fundamentadas en criterios técnicos y científicos.

V. REFERENCIAS

REP-2021. Reglamento para el Diseño Estructural de la República de Panamá, versión 2021. Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.

ASCE/SEI 7-05. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers.

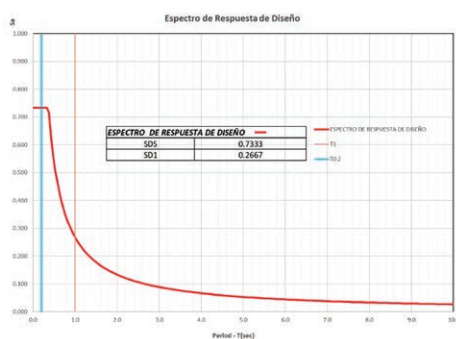


Figura 1. Espectro de Respuesta de Diseño.

Experiencia y vinculación de LABAICA como laboratorio de referencia en el análisis de plásticos en Panamá

M.Sc. Alma Espinosa

Química Analítica

alma.espinosa@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras claves — Plásticos, espectroscopia infrarroja, calidad, economía circular, contaminación.

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas, de estructura macromolecular denominadas polímeros, cuyo componente principal es el carbono, y pueden ser moldeadas mediante calor y presión. Se elaboran a partir del petróleo, celulosa, carbón, gas natural y sal. Se comenzaron a fabricar a principios del siglo XX (1909) (Leo Baekeland), se caracterizan por ser baratos, livianos, fuertes, durables y resistentes a la corrosión lo cual los ha convertido en un material versátil con infinitas aplicaciones.

En la fabricación de plásticos, generalmente se utilizan aditivos químicos para mejorar sus propiedades como por ejemplo el Bisfenol A (BPA), ftalatos, entre otros, estos los hacen más durables; resistentes a la luz UV y bacterias, y más maleables o impermeables. Sin embargo, con el tiempo tienden a volverse quebradizos, romperse en pequeños pedazos y eventualmente degradarse aún más cuando se exponen a la radiación ultravioleta, por exposición a la luz directa del sol y con su interacción con el agua de mar, hasta convertirse en microplásticos.

En el año 2015, la producción mundial de plásticos alcanzó 300 millones de toneladas al año (UNEP, 2015) y son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales, domésticas y científicas a nivel mundial. Sin embargo, esto también conlleva un problema de disposición de desechos, ya que los residuos de plástico que se vierten en las calles, parques y playas suelen acabar en los océanos a través de las alcantarillas y los ríos. En el 2010 fueron introducidas a los ambientes marinos, entre 4,8 a 12,7 millones de toneladas de plásticos (Jambeck et al 2015) y se estima que más de 5 trillones de piezas plásticas están flotando en los océanos (Eriksen et al, 2014).

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se estima que cada kilómetro cuadrado del océano tiene unos 63,320 de estos fragmentos flotando en su superficie, con concentraciones hasta 27 veces mayores en las aguas de Asia del Este. Frente a este panorama, mundialmente ha crecido la preocupación por los impactos sobre la naturaleza y los ecosistemas que los residuos plásticos generan en el medio marino, el cual es mayormente su sitio de destino final.

Dado este panorama, se hace necesario que cada país establezca iniciativas para mitigar el impacto ambiental de los residuos plásticos. En nuestro país, esto se da a través de tres organismos fundamentales que pertenecen al Ministerio de Comercio e Industrias: el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), la Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI) y el Consejo Nacional de Metrología, que en conjunto con los representantes del Ministerio de Ambiente, se han unido para formar un equipo a nivel nacional que incluye a organismos y entidades relacionados con el cuidado del ambiente y sobre economía circular en el área de alimentos, construcción y plásticos.

Gracias a las iniciativas de este equipo, existen en nuestro país dos reglamentos técnicos que regulan el uso de algunos plásticos: la Ley 1 del 19 de enero de 2018 que adopta medidas para promover el uso de bolsas reutilizables en establecimientos comerciales y la ley 187 del 2 de diciembre de 2020 que regula la reducción y el reemplazo progresivo de los plásticos de un solo uso.

Desde un punto de vista científico, estas disposiciones se apoyan en los laboratorios

de referencia para garantizar que se cumpla con lo establecido en estas leyes. En este ámbito, el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA) contribuye al desarrollo de la industria nacional, haciendo aportaciones que permiten probar, verificar y validar materiales y productos que deben cumplir con determinadas especificaciones establecidas, incluyendo la identificación del tipo de componente plástico de diversos productos comerciales, constituyéndose como uno de los laboratorios de referencia nacional para el análisis de plásticos, ensayos físicoquímicos y mecánicos, identificación química de plásticos en diferentes matrices utilizando la Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR).

LABAICA también actúa como complemento técnico para el sector gubernamental en los comités de discusión de normas, reglamentos y licitaciones públicas de calzados de seguridad, papel higiénico, uniformes y botas de uso policial, y con relación a la academia, es un aliado en el proceso educativo ya que se encuentra equipado con la instrumentación analítica necesaria para llevar a cabo experimentos, ensayos o trabajos de carácter técnico que son un componente de alto valor para investigaciones científicas, algunas de las cuales son aprovechadas como trabajos finales para carreras de pregrado y postgrado.



Figura 1. Ensayo de Identificación de plásticos utilizando la Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) y la Reflectancia Total Atenuada (ATR)

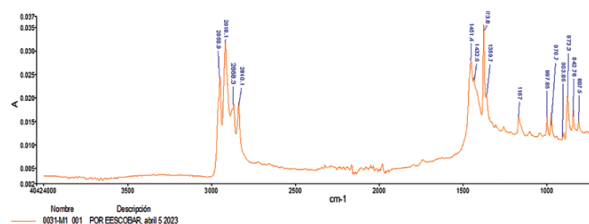


Figura 2. Análisis realizado a una muestra de bolsa reutilizable, Espectro Infrarrojo del Polipropileno (PP)

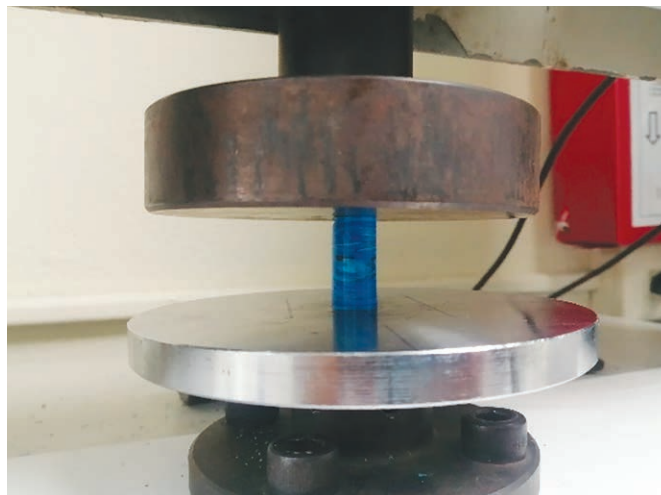


Figura 3. Ensayo de compresión a cilindros plásticos reciclados.

Con la mira puesta en el mejoramiento continuo, la Unidad de Materiales de Baja Resistencia Mecánica de LABAICA cuenta con acceso a normas de ensayos actualizadas como por ejemplo las ASTM, y se participa en ensayos de aptitud para comprobar nuestra competencia técnica, la cual está siempre en perfeccionamiento mediante capacitaciones internacionales en técnicas especializadas de análisis, y siguiendo los requisitos del sistema de gestión de la calidad según la norma ISO/IEC 17025 para asegurar la veracidad y exactitud de los resultados analíticos emitidos.

REFERENCIAS

Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, et al. (2014) Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. PLOS ONE 9(12): e111913.

Jambeck, Jenna R. , Geyer, Roland, Wilcox, Chris , et al. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. Vol 347, Issue 6223 pp. 768-771 DOI: 10.1126/science.1260352.

UNEP-UN Environment Programme <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-por-plasticos>.

Extracción Ultrasónica: una herramienta analítica de beneficio a la protección del medioambiente

M.Sc. Javier Joao Lloyd Iglesias

Químico Analítico

javier.lloyd@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras clave — Extracción ultrasónica, química analítica, contaminación, control de calidad, medioambiente

I. INTRODUCCIÓN

La Química Analítica como rama científica brinda una plataforma local, global y regional en pro al servicio de análisis y la investigación. Esta rama de la química proporciona a través de la optimización, desarrollo, validación y aplicación de metodologías analíticas estandarizadas y serializadas, un espacio para la auscultación sospechosa, identificación cualitativa y determinación cuantitativa de sustancias contaminantes tóxicas que puedan provocar efectos nocivos y perjudiciales a nuestros preciados y necesarios recursos naturales, haciendo uso de herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales para la generación de datos precisos, robustos, exactos y con la mayor calidad posible (Gary, 2009).

De acuerdo con la literatura científica, se entiende por contaminación como aquel fenómeno que ocasiona una transformación en los diversos sistemas ambientales evidenciados en la alteración de los ciclos que componen la biosfera (Orozco et al., 2011).

Ahora bien, para entender la contaminación ambiental y sacar el máximo provecho de la Química Analítica (Figura 1), en el laboratorio requerimos hacer uso de un proceso minucioso, el cual se encuentra compuesta por una serie de elementos fundamentales que actúan de forma interconectada para la obtención de información que sirva para la resolución de problemas ambientales y toma de decisiones por las partes interesadas.

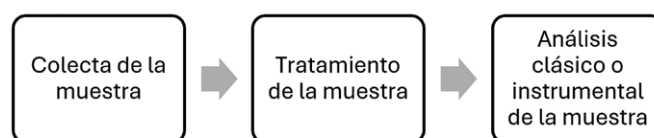


Figura 1. Diagrama de proceso empleado en la Química analítica

De los componentes expuestos en la Figura 1, la etapa de Tratamiento de la muestra constituye una pieza fundamental y central, debido a que es el eslabón crítico que toma más tiempo y debe ser manejado bajo un excelente plan de buenas prácticas de laboratorio (Berton et al., 2016).

Cuando hablamos de tratamiento de muestras, nos estamos refiriendo a aquella etapa donde hacemos uso de procedimientos para el aislamiento y refinamiento de sustancias químicas de carácter industrial y ambiental, como es el caso de los contaminantes (Harvey, 2000).

En este orden de ideas, existen diferentes enfoques analíticos que pueden ser empleados en el laboratorio a nivel experimental para el tratamiento de muestras líquidas, gaseosas y sólidas. En lo sucesivo, dentro de los diversos enfoques, contamos con una herramienta valiosa y primordial como lo es la Extracción Ultrasónica o también conocida como Extracción por Ultrasonidos.

Para entender un poco sobre esta herramienta, podemos mencionar que la Extracción Ultrasónica consiste en el uso de ondas de sonido de alta potencia y frecuencia, las cuales entran en contacto íntimo con las muestras, que nos posibilita la obtención de información

analítica y de mucho interés sobre la presencia de contaminantes ambientales (Picó, 2013). Adicionalmente, esta herramienta ha sido comparada con otras técnicas de aislamiento como por ejemplo la Extracción Soxhlet, Extracción Acelerada por Solventes, Extracción por Microondas y la Extracción Sólido-Líquido y se ha logrado demostrar su factibilidad, economía, rapidez y eco amigabilidad (Albero et al., 2015).

La Extracción Ultrasónica (Figura 2) puede ser realizada bajo diversos enfoques, pero las más utilizadas son la Extracción por Baño o la Extracción por Sonda Ultrasónica (Tadeo et al., 2010).

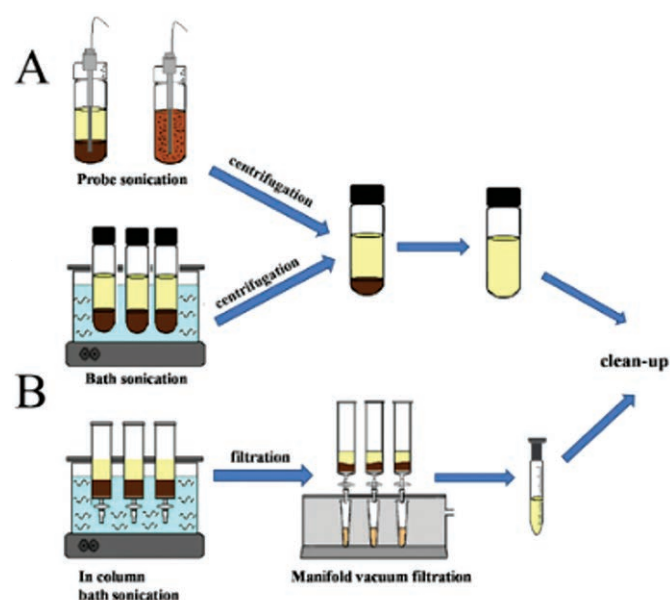


Figura 2. Esquema de tipos de extracción ultrasónica
Fuente: Albero et al., 2019.

Resaltando las diferencias entre los enfoques mencionados, el baño ultrasónico permite extraer un mayor número de muestras mientras que, la sonda ultrasónica solamente permite procesar una muestra a la vez (Albero et al., 2019).

En cuanto a su funcionalidad y aplicabilidad, la Extracción Ultrasónica se ha utilizado en diversos estudios para la detección y determinación de múltiples contaminantes en muestras ambientales como plaguicidas, residuos de medicamentos, hidrocarburos, retardantes de llama y metales pesados, lo que demuestra su amplio potencial en el quehacer científico (McDonnell & Tiwari, 2017).

Sobre este particular, desde la Universidad Tecnológica de Panamá, a través del Laboratorio

de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales del Centro Experimental de Ingeniería, se realizó la primera investigación utilizando la Extracción Ultrasónica (Figura 3) como herramienta analítica para el estudio de Declorano Plus en biosólidos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, un compuesto químico declarado por la Convención de Estocolmo como Contaminante Orgánico Persistente.



Figura 3. Aplicación de la Extracción Ultrasónica por Sonda en la UTP.

Los resultados encontrados en el estudio mencionado en el párrafo anterior permitieron encontrar por primera vez niveles del contaminante Declorano Plus en las muestras de lodos analizadas en Panamá y la región Centroamericana, mostrando con esto, el comportamiento global y local de esta sustancia química en el mundo.

Esto permite poner en evidencia la necesidad de más estudios financiados por las entidades dedicadas a la promoción y difusión de la investigación con el motivo de conocer la presencia de sustancias creadas por las actividades antropogénicas como el Declorano Plus.

Por tal motivo, desde la Universidad Tecnológica de Panamá, tenemos una fuerte apuesta a la creación de nuevos conocimientos, mediante la realización de estudios ambientales, que permitan fortalecer la sinergia colaborativa, el engrandecimiento de la ciencia y protección de nuestra casa común, como lo es nuestro planeta, utilizando estrategias analíticas como la Extracción por Ultrasonidos.

II. CONCLUSIONES

El presente artículo permitió explorar la utilidad de la Química Analítica en la sociedad y mostrar de forma sintética y sucinta las aplicaciones recientes, características, bondades y beneficios de la Extracción Ultrasonica como herramienta de apoyo al desarrollo sostenible, protección y conservación del medioambiente, permitiendo crear una base de difusión y demostrar desde la Universidad Tecnológica de Panamá, las posibilidades de oportunidad de cooperación con las partes interesadas en el uso de esta y otras técnicas de extracción empleadas en el estudio de contaminantes en los recursos naturales.

III. REFERENCIAS

- Albero, B., Sánchez-Brunete, C., García-Valcárcel, A. I., Pérez, R. A., & Tadeo, J. L. (2015). Ultrasound-assisted extraction of emerging contaminants from environmental samples. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 71, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.03.015>
- Albero, B., Tadeo, J. L., & Pérez, R. A. (2019). Ultrasound-assisted extraction of organic contaminants. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 118, 739–750. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.07.007>
- Berton, P., Lana, N. B., Ríos, J. M., García-Reyes, J. F., & Altamirano, J. C. (2016). State of the art of environmentally friendly sample preparation approaches for determination of PBDEs and metabolites in environmental and biological samples: A critical review. *Analytica Chimica Acta*, 905, 24–41. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.11.009>

Gary, D. C. (2009). *Química Analítica* 6th Ed.

Harvey, D. (DePauw U. (2000). *Modern analytical chemistry*. In McGraw-Hill Higher Education.

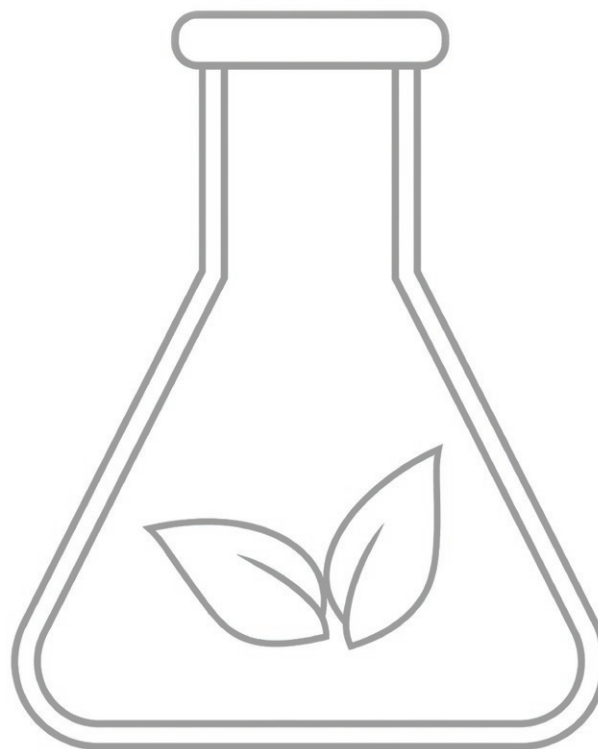
McDonnell, C., & Tiwari, B. K. (2017). Ultrasound: A Clean, Green Extraction Technology for Bioactives and Contaminants. In *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 76). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2017.03.005>

Orozco, C., Pérez, A., Gónzales, M., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2011). *Contaminacion Ambiental: Una visión desde la química*.

Thomson Editores Spain. https://kupdf.net/queue/contaminacion-ambiental-una-vision-desde-la-quimica_5a263e31e2b6f5ff2af0b6af_pdf?queue_id=-1&x=1647392595&z=MTgxLjE5Ni42Ny4y

Picó, Y. (2013). Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 43, 84–99. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2012.12.005>

Tadeo, J. L., Sánchez-Brunete, C., Albero, B., & García-Valcárcel, A. I. (2010). Application of ultrasound-assisted extraction to the determination of contaminants in food and soil samples. *Journal of Chromatography A*, 1217(16), 2415–2440. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.066>





En el Cuarto Puente sobre el Canal, el CEI ha realizado ensayos mecánicos y fisicoquímicos contribuyendo a la calidad y seguridad del proyecto

Ensayos físicos y químicos aplicados en el cemento y su importancia en Panamá

Lcda. Fidedigna Vergara

Geóloga

fidedigna.vergara@utp.ac.pa

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA)

Palabras clave — Cemento, ASTM, control de calidad, construcción, COPANIT

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, de acuerdo con los indicadores socioeconómicos, Panamá ha tenido un auge sostenido en el campo de la ingeniería civil y desarrollo de obras de gran magnitud.

Con respecto al enunciado anterior, el cemento juega un papel imperante en nuestro país.

Técnicamente, el cemento es una materia prima y elemento base para la elaboración de distintos concretos y algunos morteros con características específicas y particulares.

Ahora bien, en un sentido práctico, el cemento se compone de una mezcla conformada por caliza y arcilla, que han pasado por un proceso de calcinación y molienda, que luego de entrar en una reacción interactiva con el agua, éste logra endurecerse en un tiempo determinado.

Existen diversos tipos de cementos (Tabla 1); con usos únicos y propiedades selectivas las cuales van a depender de las necesidades específicas de las partes interesadas, los cuales les van a dar el uso destinado y previsto.



Tabla 1. Tipos de cemento con sus usos y características.

Tipo de Cemento	Usos y características
HE	Uso estructural, excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
IP	Mejora la impermeabilidad y es de alta durabilidad con bajo calor de hidratación y mayor resistencia en los sulfatos
GU	General (utilizado en todo tipo de construcción)
Tipo II	Mayor resistencia al ataque de sulfatos
MS	Cemento hidráulico con uso estructural y de alta resistencia
Tipo V	Cementos con bajo calor de hidratación y alta resistencia al ataque de los sulfatos
Tipo V Puzolánico	

Con esta clasificación, resulta necesario realizar un análisis desde una visión física y química, con el objetivo de describir las propiedades del cemento; mediante ensayos experimentales de caracterización realizados en el laboratorio avalados y estandarizados por normas ASTM como por ejemplo ASTM C91, ASTM C150, ASTM C595 y ASTM C1157.

Dentro de estos ensayos de laboratorio podemos enunciar a los siguientes: resistencia normal, fraguado vicat, finura Blaine, densidad, álcalis, trióxido de azufre, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de aluminio, dióxido de silicio, etc.



Figura 1. Ensayo físico realizado al cemento por norma ASTM C109.

Cada uno, de estos ensayos permiten aportar información científica para los usuarios finales, los cuales van a utilizar el cemento en las distintas obras de construcción realizadas en Panamá.

También, es importante mencionar que este análisis de caracterización realizado en el laboratorio requiere el uso de equipamientos calibrados, personal calificado, instalaciones propicias y procedimientos apegados a las normativas de calidad como la ISO/IEC 17025:2017.

El cumplimiento de estos elementos permite asegurar los estándares, especificaciones de calidad, seguridad, durabilidad, sostenibilidad ambiental, los cuales son muy bien valoradas y apreciadas en el ámbito de la construcción.

En síntesis y en apoyo a esta breve nota técnica, en el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales, contamos con las normas necesarias y el equipamiento requerido para la prestación de servicios en apoyo a la extensión, la academia y la investigación.

II. CONCLUSIONES

En el presente artículo, presentamos de forma compilada, las generalidades y características relacionadas al cemento como materia prima en la construcción.

Igualmente, es importante la necesidad de realizar ensayos fisicoquímicos en fiel cumplimiento a los requerimientos de las normas ASTM y ISO/IEC 17025:2017.

Estos ensayos permiten fortalecer el crecimiento social, económico y estructural en nuestro país, debido a que fomentamos la creación de conocimientos en beneficio de la ciencia y la tecnología.

III. REFERENCIAS

ISO/IEC 17025:2017(es)-Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

ASTM C109-20. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens). Estados Unidos: ASTM International.

Participación del CEI en la evaluación de productos utilizados para la conducción de Gas Licuado de Petróleo (LPG)

M.Sc. Mariel Alexis Santana

Licenciado en Tecnología de Mecánica Industrial
mariel.santana@utp.ac.pa
Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM)

Palabras clave — Cilindros, gas, LPG, válvulas, presión, reguladores, corrosión.

I. INTRODUCCIÓN

El Centro Experimental de Ingeniería (CEI), a través del Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) participa en el control de calidad de cilindros y accesorios de conexión, que conforman el sistema de conducción de gas licuado de petróleo (LPG) de uso residencial, comercial e industrial.

Al ser productos de uso sensitivo, se requiere que los mismos sean muestreados y evaluados bajo los más altos estándares de seguridad nacional o internacional aplicables.

Para esto, se evalúan cilindros de acero y cilindros de aluminio, válvulas de seguridad y reguladores de bajas presiones.

II. NORMATIVAS

Actualmente existe el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 72 (DGNTI, 2002), que incluye la adopción de normas ASTM (ASTM E290; ASTM B209). También se utilizan normas reconocidas internacionalmente, como es el caso de los reguladores (UNE-EN 12864) y válvulas (UNE-EN ISO 14245).

Se debe destacar que, el CEI también forma parte de los comités técnicos responsables del estudio y revisión de las normas y reglamentos que rigen este tipo de productos, como parte de la Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT), bajo la coordinación de la Dirección de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI), del Ministerio de Comercio e Industrias (MICI).

III. ENSAYOS Y EVALUACIONES

Los muestreos de los productos, en la mayoría de los casos, se realizan en conjunto con la DGNTI del MICI (Figura 1) y luego son evaluados por el LEM del CEI.



Figura 1. Muestreo de los cilindros de aluminio, realizado por el personal técnico del LEM y de la DGNTI.

A. Cilindros de aluminio y de acero

Los muestreos se realizan a lotes de producción, de fabricación local o de importación, siguiendo la norma COPANIT 72. Los ensayos permiten evaluar: rotulado, dimensiones, volumen, hermeticidad, expansión volumétrica, presión de ruptura, doblado guiado y tensión de probetas extraídas del material base y de la soldadura (Figura 2).



Figura 2. Ensayo de tensión de una probeta normalizada, extraída del material base de los cilindros de aluminio.

B. Válvulas de seguridad

En cuanto a las válvulas de seguridad, estas son caracterizadas. Además, sometidas a ensayos de hermeticidad y a la presión de activación del dispositivo de seguridad.

C. Reguladores de baja presión

Los reguladores de baja presión (Figura 3) luego de ser caracterizados, se someten a ciclos de apertura y cierre, antes y después de ser sometidos a presión de hermeticidad; además, expuestos a corrosión acelerada en cámara de niebla salina.



Figura 3. Muestra de reguladores de cilindros de gas LPG de uso doméstico.

IV. CONCLUSIONES

El control de calidad de los diferentes elementos utilizados en los sistemas de conducción de gas licuado de petróleo (LPG), tiene una gran importancia, porque contribuye a garantizar la seguridad de los usuarios.

El muestreo y evaluación reduce el porcentaje de accidentes que se pudieran generar, certificando solo aquellos productos que cumplan las normativas aplicables, ofertados por las diferentes empresas a nuestro país.

La participación del CEI en la evaluación aumenta la confiabilidad, como Centro de referencia para el control de calidad de los productos utilizados para la conducción de Gas Licuado de Petróleo (LPG).

V. REFERENCIAS

- ASTM. (2022). ASTM B209-21a Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate. West Conshohocken, PA: ASTM International. Subcommittee B07.03 on Aluminum Alloy Wrought Products.
- ASTM. (2022). ASTM E290-22 Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility. West Conshohocken, PA: ASTM International. Subcommittee E28.02 on Ductility and Formability.
- DGNTI. (2002). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 72:1-2002. Sistema de conexión para tanques de 25 lbs. Componentes del sistema. Cilindros para gas licuado de petróleo. Especificaciones generales. Panamá: MICI-Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
- UNE. (2002). UNE-EN 12864 Reguladores de reglaje fijo para presiones de salida inferiores o iguales a 200 mbar, de caudal inferior o igual a 4 kg/h, incluidos los dispositivos de seguridad incorporados en ellos, destinados a utilizar butano, propano, o sus mezclas. Génova: UNE Normalización Española.
- UNE. (2022). UNE-EN ISO 14245 Botellas de gas. Especificaciones y ensayos de las válvulas de botellas de GLP. Cierre automático. Génova: UNE Normalización Española.

Readecuación estructural: Criterios normativos y técnicos

M.Sc. Rosalín Méndez-Serrano

Ingeniera Civil

rosalin.mendez@utp.ac.pa

Laboratorio de Estructura (LABEST)

Palabras clave — REP 2021, diseño basado en desempeño, estructura existente, readecuación estructural, reforzamiento estructural

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la readecuación de estructuras es mejorar su desempeño, seguridad y sostenibilidad. Esto implica, entre otras acciones, adecuarlas a los estándares vigentes, optimizar su eficiencia energética (Ma, Cooper, Daly, & Ledo, 2012; Scuderi, 2019) y aumentar su resiliencia ante amenazas del entorno (Macchi, Calvi, & Sullivan, 2018; Kamalakannan, et al., 2021). La decisión de readecuar depende de diversos factores que incluyen la viabilidad técnica y financiera, impacto ambiental, y particularidades de cada caso.

Este documento describe uno de los trabajos de asesoría especializada de mayor demanda en el Centro Experimental de Ingeniería (CEI). A lo largo del texto, se detallan los aspectos normativos y técnicos fundamentales para la correcta identificación de deficiencias estructurales, así como los criterios para determinar la necesidad de una readecuación sísmica.

II. CONSIDERACIONES EN LAS NORMATIVAS

El capítulo 15 del REP-2021 (REP-2021, 2022) establece que cualquier modificación o adición a una estructura existente que implique cambios de uso, en cuanto al aumento de cargas o cambios en la categoría de ocupación (ASCE/SEI 7, 2005) requiere una evaluación estructural y reforzamiento, si es necesario. Dichos estudios deben cumplir con las disposiciones y requisitos de resistencia del REP-2021 y los códigos de diseño que este adopta; basándose en data de campo sobre las condiciones actuales de la estructura.

El FEMAP-749 refuerza el criterio del REP, señalando que no es viable aplicar retroactivamente los códigos de construcción a todas las edificaciones existentes con cada actualización normativa. Las estructuras deben mantenerse conforme a los requisitos de diseño originales, excepto

en caso de modificaciones sustanciales, como cambios de uso que aumenten el riesgo público, daños significativos, o cuando la estructura se clasifique como excesivamente peligrosa según la normativa. Los códigos suelen especificar criterios para evaluar la necesidad de adecuaciones en edificaciones existentes, priorizando las intervenciones que mitigan riesgos significativos y preservan la integridad estructural (FEMA P-749, 2022).

La nueva versión del REP incorpora la metodología de diseño basado en desempeño como alternativa para el diseño sísmico de nuevas estructuras; la cual requiere definir objetivos de desempeño para establecer niveles de daño aceptables según el riesgo sísmico. En el caso de estructuras existentes, el ASCE 41-23 proporciona un marco normativo que consta de tres procedimientos para evaluar su desempeño sísmico y readecuarlas. Cada uno de estos procedimientos tiene diferentes objetivos y grados de detalle, y su selección depende del perfil de riesgo y los objetivos de la evaluación. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los procedimientos permitidos por el ASCE 41-23:

A. Tier 1: Inspección inicial

Evaluación rápida y cualitativa orientado a estructuras no críticas. Su objetivo es identificar vulnerabilidades evidentes, del sistema lateral resistente y sistemas no estructurales, que podrían requerir una evaluación más detallada o atención inmediata.

B. Tier 2: Evaluación y reforzamiento basados en deficiencias

Evaluación cuantitativa exhaustiva de las deficiencias identificadas en el Tier 1 y enfocada en edificios de riesgo moderado. Incluye un análisis simplificado y verificaciones más detalladas de los criterios de desempeño sísmico, sin requerir un modelo del edificio completo.

Evaluación integral y detallada para edificios críticos o de alto riesgo. Su objetivo es proveer una guía detallada para el reforzamiento sísmico si se identifican deficiencias.

III. CRITERIOS TÉCNICOS

La readecuación sísmica de estructuras existentes implica una serie de desafíos logísticos y operativos, especialmente en el caso de edificios ocupados. El proceso suele requerir el desalojo temporal de los ocupantes, lo que puede generar interrupciones en las actividades y la necesidad de implementar medidas de seguridad adicionales.

La selección de la tecnología de refuerzo óptima requiere un enfoque integral que evalúe no solo la eficiencia estructural, sino también la sostenibilidad ambiental y social de la intervención. Un análisis del ciclo de vida permite comparar las diferentes alternativas de refuerzo en términos de consumo de materiales, generación de residuos, emisión de gases de invernadero y otros impactos ambientales. En este contexto, la demolición y reconstrucción, a pesar de ser una opción viable en algunos casos, suele ser económicamente poco factible y presentar una huella ambiental significativa debido a la demanda de nuevos materiales, elevado consumo de energía, la generación de contaminación y grandes cantidades de residuos de construcción y demolición (Pittau, Giacomel, Iannaccone, & Malighetti, 2020; Power, 2008; Alba-Rodríguez, Martínez-Rocamora, González-Vallejo, Ferreira-Sánchez, & Marrero, 2017).



Figura 1. Edificio en proceso de readecuación estructural.

IV. CONCLUSIONES

En el CEI, nuestro objetivo es brindar una asesoría especializada en la readecuación de estructuras existentes, orientada a mejorar tanto su seguridad como la calidad de vida de nuestra sociedad. Para lograrlo partimos de la premisa de que cualquier intervención debe sustentarse en datos precisos sobre el estado real de la edificación, lo cual implica definir su naturaleza de exposición y desempeño, además de examinar exhaustivamente sus propiedades actuales. A partir de esta evaluación, es posible identificar las deficiencias existentes y establecer, con criterio técnico, las prioridades de intervención o la necesidad de realizar investigaciones más detalladas.

V. REFERENCIAS

- Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115-126.
- ASCE/SEI 41. (2014). *Seismic evaluation and retrofit of existing buildings*. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- ASCE/SEI 7. (2005). *Minimum Design Loads for Buildings and other structures*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- Cuozzo, M. J. (26 de mayo de 2019). Demolition of Martin Tower, former headquarters of Bethlehem Steel, on May 19, 2019. Bethlehem, Pennsylvania, Los Estados Unidos de América.
- FEMA P-749. (2022). *Earthquake-Resistant design concepts*. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency.
- IEBC 2021. (2022). *2021 International Existing Building Code (IEBC)*. International Code Council, Inc.
- Kamalakkannan, S. M., Murali, S. A., Malik, M. A., Saravanan, N. A., Kumar B., V., Vijayaragavan, R., & Umarani, C. (2021). Retrofitting of an existing structure design and techniques. *International Conference on Advances in Civil Engineering (ICACE 2021)*. 1197. Guntur, India: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and Buildings*, 55, 889-902.
- Macchi, G., Calvi, G. M., & Sullivan, T. J. (2018). Structural Strengthening and Retrofit; Motivations, Concepts and Approaches. En A. Costa, A. Arède, & H. Varum (Eds.), *Strengthening and Retrofitting of Existing Structures* (Vol. 9, págs. 1-24). Springer.
- Pittau, F., Giacomel, D., Iannaccone, G., & Malighetti, L. (2020). Environmental consequences of refurbishment vs. demolition and reconstruction: a comparative life cycle assessment of an Italian case study. *Journal of Green Building*, 15(4), 155-172.
- Power, A. M. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Energy Policy*, 36, 4487-4501.
- REP-2021. (2022). *Reglamento para el diseño estructural de la República de Panamá (REP-2021)*. Panamá: Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.
- Scuderi, G. (2019). Retrofit of Residential Buildings in Europe. *Designs*, 3(1), 15.

Una Nueva Forma de Hacer Prospección Geofísica

M.Sc. Carlos A. Ho González

Licenciado en Tecnología Electrónica

carlos.ho@utp.ac.pa

Laboratorio de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (LIICA)

Palabras claves — Nodo inteligente inalámbrico, ReMi, MASW, geófono, prospección sísmica, Smartsolo, IGU-16HR.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología avanza rápidamente en todas las áreas y el área de la geofísica aplicada no se escapa de esta realidad.

Para obtener el valor de la V_s30 y clasificar los suelos a través de la prospección geofísica, es común el uso de un equipo multicanal, cables largos y pesados, geófonos y batería; sin embargo, esto ha cambiado recientemente con la introducción de los nodos inteligentes inalámbricos. En nuestro caso, para obtener perfiles de suelo integramos el IGU-16HR.

Mediante el Programa de Apoyo a las Actividades de Ciencia y Tecnología, del SENACYT (código APY-NI-2023A-27) a cargo del Dr. Francisco Grajales de la FIC-UTP se lograron adquirir 16 de los IGU-16HR que se pusieron a prueba para verificar su versatilidad y funcionamiento comparando los resultados obtenidos con dos de los métodos ampliamente utilizados como son el ReMi (Refraction Microtremors) y el MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Wave).

II. GENERALIDADES

Los estudios de geofísica utilizados para caracterizar los suelos de manera indirecta se han desarrollado desde hace mucho tiempo. El ReMi y el MASW son dos de los métodos más conocidos y comprobados para obtener perfiles de caracterización de suelos sin necesidad de realizar una perforación en sitio directamente.

Para la adquisición de los datos del ReMi y el MASW generalmente se utilizan como mínimo 12 geófonos de 4,5 Hz, cables multipares para conectar los geófonos, equipo digitalizador (sismógrafo multicanal), en algunos casos una batería y para el caso del MASW un mazo y una placa metálica como fuente de energía para la generación de formas de ondas.

La utilización de los nodos inteligentes inalámbricos, IGU-16HR, elimina el uso del cable multipar, que generalmente son muy pesados, extensos, y que además determinan la longitud máxima de los perfiles. Esto favorece al personal de campo porque disminuye la carga de equipo pesado, y reduce su cantidad, al momento de su traslado al sitio de prueba.

III. EL IGU-16HR

Entre las principales características del IGU-16HR están:

- Resolución del convertidor análogo-digital (ADC) de 24 bits
- Memoria interna de 16 GB
- Batería interna con duración de la carga de hasta 25 días
- GPS interno con registro
- Respuesta de frecuencia de 0 ~ 1652 Hz
- Rango dinámico de 145 dB
- Peso de 1,1 kg
- Clasificación de protección IP67
- Dimensiones físicas: 103 mm (largo) x 95 mm (ancho) x 118 mm (alto) sin la espiga

IV. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

Para desarrollar los perfiles ReMi y MASW empleando los IGU-16HR, se requiere un trabajo de:

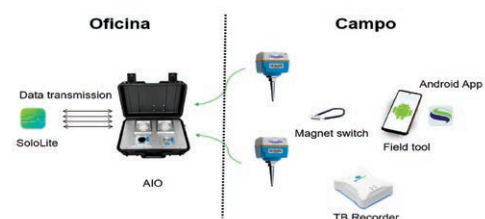


Figura 1. Partes del trabajo con los IGU-16HR.

El trabajo inicial de oficina involucra la creación de scripts de configuración y luego estos scripts se cargan en cada uno de los nodos, utilizando

el 4 slot AIO, el cual se utiliza para recargar las baterías.

En el trabajo de campo, se despliegan los nodos y se encienden con un interruptor magnético; luego se ajusta el arreglo del perfil mediante una aplicación de Android. El TB Recorder se utiliza para grabar los tiempos exactos de disparos generados por el mazo requeridos por el MASW.

El sitio seleccionado para realizar el perfil fue el espacio entre el edificio B y el taller de metal-mecánica.



Figura 2. Perfil con los IGU-16HR colocados en el sitio.

Terminado el trabajo de campo se procedió a la descarga y el tratamiento de los datos para cada uno de los IGU-16HR.

El tratamiento de los datos para ReMi y MASW son diferentes. Mientras que el ReMi utiliza las vibraciones ambientales, para el MASW es necesario captar el instante preciso en que se genera el golpe u onda mediante un mazo el cual es captado por el TB Recorder.

Para el ReMi se recolectaron 20 archivos, cada uno conteniendo el registro de los 16 nodos inalámbricos con una duración de 32 segundos.

En el caso del MASW se generaron 2 archivos que contienen las formas de onda correspondientes a los golpes realizados a 2 m del primer y último nodo inalámbrico.

El trabajo de campo se realizó de forma ininterrumpida, sin necesidad de apagar, reposicionar o cambiar los IGU-16HR.

V. RESULTADOS

En la figura se muestra la comparación del análisis de los perfiles de ReMi y MASW; obteniéndose resultados muy cercanos con ambos métodos, y donde se demuestra la gran versatilidad y capacidad de esta nueva tecnología en el campo de la Geofísica Aplicada.

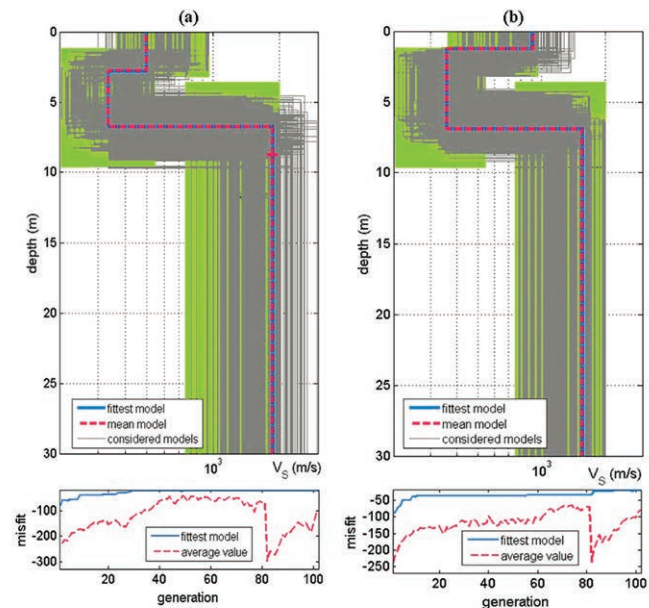


Figura 3. Comparación de Modelos finales de los perfiles vs profundidad. (a) MASW (b) ReMi.

En cuanto al servicio de prospección geofísica que ofrece el CEI, este constituye una herramienta esencial en el campo de la geotecnia, ya que apoya el desarrollo de proyectos de infraestructura civil en la construcción. Su aplicación permite conocer las características y condiciones del subsuelo, facilitando la planificación, el diseño y la ejecución de las obras de forma más segura, eficiente y sostenible, además de reducir riesgos y optimizar los recursos.

VI. Referencias

- ELIOSOFT. (2020). Guidelines for seismic acquisitions + winMASW® fact sheet. Obtenido de http://download.winmasw.com/documents/guidelines_for_seismic_acquisitions_and_winMASW_fact_sheet.pdf
- Smartsolo Scientific. (2024). Smart Seismic Sensor 1C. Obtenido de Smartsolo Scientific: <https://smartsolo.com/xl-IGU.html>

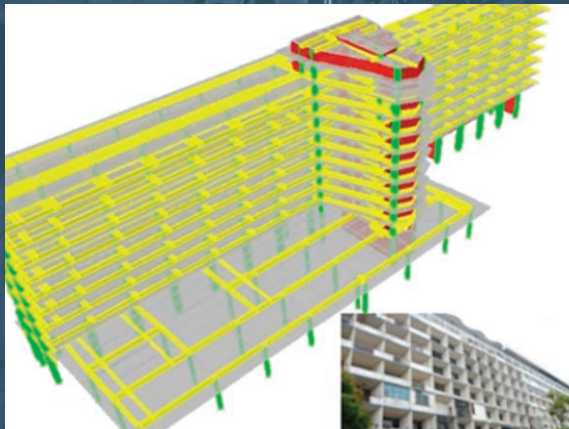
Laboratorios del Centro Experimental de Ingeniería



LABORATORIO DE GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS



LABORATORIO DE ESTRUCTURA



LABORATORIO DE METROLOGÍA



LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES Y CIENCIAS AMBIENTALES



Áreas Temáticas de los Laboratorios

LABORATORIO DE GEOTECNIA

- Exploración y muestreo
- Ensayos en campo
- Ensayos de laboratorio
- Mecánica de suelos
- Mecánica de rocas
- Materiales para carretera

LABORATORIO DE ESTRUCTURA

- Ensayos a tubos de concreto (alcantarilla)
- Ensayos a sistemas alternativos de construcción para la pequeña vivienda
- Pruebas de cargas a estructuras existentes
- Evaluación de sistemas de seguridad en la construcción
- Evaluación de estructuras existentes

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- Concreto
- Polímeros naturales y sintéticos
- Cerámicos
- Metales y soldadura
- Control de calidad de materiales y procesos

LABORATORIO DE METROLOGÍA

- Fuerza y par torsional
- Presión, temperatura y electricidad
- Masas y balanzas (pequeñas y grandes)
- Volumen
- Mecánica dimensional

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

- Ingeniería civil y metalurgia
- Ciencias ambientales
- Geofísica e ingeniería física
- Evaluación de sistemas estructurales

LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIAL Y CIENCIAS AMBIENTALES

- Agregados y materiales cerámicos
- Química ambiental e industrial
- Materiales de baja resistencia mecánica
- Ensayos industriales especiales



Camino a la excelencia a través del mejoramiento continuo

Editor: Centro Experimental de Ingeniería
de la Universidad Tecnológica de Panamá
Dirección del CEI: Ubicación de la Extensión de Tocumen
Panamá, Ciudad de Panamá
Teléfonos: 501-3609 / 501-3644
Correo electrónico: cei@utp.ac.pa
www.utp.ac.pa