



# INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Volumen 30, n.º 2, julio - diciembre de 2012  
Barranquilla, Colombia

---

ISSN: 0122-3461 (impreso)  
ISSN: 2145-9371 (*online*)



Disponible online en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria>

---

INGENIERÍA Y DESARROLLO es una publicación semestral de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte que pone al alcance de los sectores académico y productivo los desarrollos científicos y tecnológicos en las áreas de las ingenierías. Periodicidad semestral.

Está incluida en:

- Index Nacional de Publicaciones Seriadadas Científicas y Tecnológicas de Colciencias –PUBLINDEX–, **Categoría A2** (<http://www.colciencias.gov.co/scienti/publindex/>).
- SCIELO: Scientific Electronic Library Online ([www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co)).
- INSPEC: Base de Datos Bibliográfica administrada por The Institution of Engineering and Technology - IET (<http://www.theiet.org/publishing/inspec/>).
- LATINDEX: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal ([www.latindex.unam.mx](http://www.latindex.unam.mx)).
- INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL ([www.indexcopernicus.com](http://www.indexcopernicus.com))
- REDALYC: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (<http://redalyc.uaemex.mx/>).
- Base de datos EBSCO.
- Directorio ULRICHS.

Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido siempre y cuando se cite la fuente. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores.

Contactar con el equipo editorial:

[ingydes@uninorte.edu.co](mailto:ingydes@uninorte.edu.co)

[ingydesa@gmail.com](mailto:ingydesa@gmail.com)

Teléfono: 57 5 3509 268. Fax: 575

Guía para autores:

<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/about/submissions#authorGuidelines>



[www.uninorte.edu.co](http://www.uninorte.edu.co)

Km 5 vía a Puerto Colombia

A. A. 1569, Barranquilla (Colombia)

EDITORIAL UNIVERSIDAD DEL NORTE

*Coordinación editorial*

Zoila Sotomayor O.

*Diagramación*

Ingrid C. Aleán M.

*Procesos técnicos*

Munir Kharfan de los Reyes

*Diseño de portada*

Camilo Umaña

*Corrección de textos*

María Guerrero

*Colaboración técnica*

Olga Gómez

*Asistente de producción intelectual*

Carolina Bula Fábregas

*Asistente de edición electrónica*

Jorge Llamas

**Impreso y hecho en Colombia**  
Carvajal Soluciones de Comunicación

Bogotá

*Printed and made in Colombia*

**Rector**

Jesús Ferro Bayona

**Decano División de Ingenierías**

Javier Páez Saavedra

**Editora**

Lucy García, Ph. D.

**Asistente editorial**

José Santiago

Karen Ávila

**Comité Editorial**

*Universidad del Norte (Colombia)*

Víctor Cantillo, Ph. D.

José Daniel Soto Ortiz, M. Sc

Heriberto Maury, Ph. D.

*University of South Florida*

*(Estados Unidos)*

Carlos Smith, Ph. D.

*University of Pittsburgh*

*(Estados Unidos)*

George E. Klinsing, Ph. D.

*Instituto de Microelectrónica de*

*Barcelona (España)*

Humberto Campanella, Ph. D.

*Pontificia Universidad Católica de Chile*

Miguel Nussbaum Voehl , Ph. D.

Juan de Dios Ortúzar , Ph. D.

**Comité Científico**

*Universidad de Burgos (España)*

Joaquín Antonio Pacheco Bonrostro, Ph. D.

*University of Virginia (Estados Unidos)*

Alfredo García, Ph. D.

*Universidad Nacional de Antioquia (Colombia)*

John Ramiro Agudelo Santamaría, Ph. D.

*Universidad Politécnica de Valencia (España)*

Ginés Benet Gilabert, Ph. D.

Alberto Bouzas, Ph. D.

*Universidad de Castilla-La Mancha (España)*

Magín Lapuerta Amigo, Ph. D.

*Instituto Tecnológico de Monterrey (México)*

José Luis González Velarde, Ph. D.

*Universidad del Norte (Colombia)*

Antonio Bula Silvera, Ph. D.

Eduardo Zurek, Ph. D.

*Universitat Jaume I (UJI), España*

Antonio Gallardo, Ph. D.

*Universidad de la Sabana (Colombia)*

Jairo Montoya, Ph. D.

*Rensselaer Polytechnic Institute*

*(Estados Unidos)*

José Holguín-Veras, Ph. D.

Editorial ..... vii

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES

**Implementación de una nariz electrónica para detectar pacientes con EPOC desde el aliento exhalado** ..... 143

*Implementation of an electronic nose to detect patients with COPD from exhaled breath*

Cristhian Manuel Durán Acevedo  
 Adriana Eugenia Velásquez Carvajal  
 Oscar Eduardo Gualdron Guerrero  
*Universidad de Pamplona (Colombia)*

**Aplicación del Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella** ..... 160

*Application of a Sustainability Index of Water Resources in Agriculture (ISRHA), to define sustainable technological strategies in the Centella watershed*

Wilmar Loaiza Cerón  
 Aldemar Reyes Trujillo  
 Yesid Carvajal Escobar  
*Universidad del Valle (Colombia)*

**Contract pricing evaluation of distributed generation: a game theory approach** ..... 182

*Evaluación de precios de contrato de generación distribuida: una metodología basada en teoría de juegos*

Jesús María López Lezama  
*Universidad de Antioquia (Colombia)*  
 Javier Contreras  
*Universidad de Castilla - La Mancha (España)*  
 Antonio Padilha Feltrin  
*Universidad Estadual Paulista (Brasil)*

**Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de Ilha Solteira (SP) por lagunas facultativas primarias.....199**

*Performance evaluation of the ILHA Solteira's city (SP) sewage treatment plant by primary facultative ponds*

Iván Andrés Sánchez Ortiz  
*Universidad de Nariño (Colombia)*

Tsunao Matsumoto  
*Universidad Estadual Paulista (Brasil)*

**Clasificador para la detección de personas desnudas en imágenes .....223**

*Classifier for naked people detection in images*

Siovel Rodríguez Morales  
*Universidad de Ciencias Informáticas –UCI (Cuba)*

Walter Baluja García  
*Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría –ISPAEJ (Cuba)*

**Tratamiento de agua residual doméstica sin clarificación primaria en un sistema de lodos activados en la modalidad de estabilización por contacto .....246**

*Domestic wastewater treatment without primary clarification by contact stabilization activated sludge process*

Tatiana Mañunga  
Jenny A. Rodríguez-Victoria

Patricia Torres-Lozada  
*Universidad del Valle (Colombia)*

ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE

**Deterioro de recubrimientos orgánicos: Principales modelos y métodos de cuantificación .....261**

*Organic coatings deterioration: Mean models and quantification methods*

Ángela Bermúdez-Castañeda  
Juan Guillermo Castaño-González

Félix Echeverría Echeverría  
*Universidad de Antioquia (Colombia)*



# Editorial

Hoy más que nunca la ingeniería ha sido puesta a prueba por las fuerzas de la naturaleza. Hasta hace algunas décadas eran los mismos hombres quienes de forma accidental o intencional ponían a prueba la infraestructura tecnológica; sin embargo, vemos como cada año las noticias muestran los efectos de los cada vez más frecuentes y severos desastres naturales. Es habitual que pocos meses o años después de ocurrido un fenómeno, las noticias nos impactan nuevamente con las consecuencias de otro desastre natural que se ensaña con alguna región geográfica superando el impacto con respecto al acaecido en el período anterior.

Terremotos con devastadoras consecuencias; tsunamis que arrasan a su paso con creaciones científicas y tecnológicas cuyos desechos altamente tóxicos y peligrosos son esparcidos sin control en el aire, agua y tierra; huracanes que arrasan a su paso con lo que encuentran, indiferentemente si se trata de una de las islas más pobres del continente Americano o la más rica, poderosa y tecnológica del mundo. Este nuevo panorama, entre cuyas causas se encuentra el acelerado desarrollo científico y tecnológico que consume sin límites los recursos naturales, debe ser abordado por todas las ramas de la ingeniería, de manera que no solo sea la oportunidad laboral para aquellos que deben reconstruir la infraestructura tecnológica, sino que sea también un aporte para asistir a los afectados por estos fenómenos, minimizar el número de víctimas, prevenir estos desastres naturales, mitigar sus consecuencias, restablecer la infraestructura que ha colapsado, analizar las causas de los desastres, determinar las falencias en las especificaciones de construcción de la infraestructura, determinar los nuevos estándares de diseño y especificaciones de construcción, evaluar los mecanismos de monitoreo de los fenómenos naturales, valorar el funcionamiento de los sistemas de respaldo tecnológico y muchos otros más.

Los investigadores de las diferentes ramas de la ingeniería tienen la responsabilidad de liderar este cambio que implica un enfoque inter-disciplinario. Como parte del proceso, la producción intelectual resultante debe tener cabida en las publicaciones científicas de manera que se cumpla con la misión de comunicar los adelantos científicos y tecnológicos contribuyendo al desarrollo de la sociedad. Invitamos a todos los ingenieros a unirse a este esfuerzo, del cual depende en gran medida la supervivencia de nuestras sociedades.