

# **Ingeniería y Universidad**

**Publicación semestral de la Facultad de Ingeniería**



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

Pontificia Universidad Javeriana  
Rector: Joaquín Emilio Sánchez García, S. J.  
Vicerrector Académico: Vicente Durán Casas, S. J.  
Vicerrector Administrativo: Roberto Enrique Montoya Villa  
Vicerrector del Medio Universitario: Antonio José Sarmiento Nova, S. J.

#### **Facultad de Ingeniería**

Decano Académico: Luis David Prieto Martínez  
Decano del Medio Universitario: Sergio Bernal Restrepo, S. J.  
Revista: **Ingeniería y Universidad**  
Editor: Lope Hugo Barrero Solano  
Editor asociado: Andrés Eduardo Torres Abello  
Asistente de edición: Viviana Prieto Martínez

#### **Publicación incluida en:**

- SciVerse Scopus
- SciELO-Colombia
- Publiindex (Índice Nacional de Publicaciones Periódicas Científicas y Tecnológicas)
- Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)
- Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe)
- Periódica-Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias
- Chemical Abstracts
- Dialnet
- Ebsco-Information Journal Services
- Fuente Académica
- Google Scholar
- Ulrich's Periodicals Directory
- Directory of Open Access Journals

#### **Comité Editorial (en orden alfabético de apellidos):**

Jesús Alberto Delgado Rivera  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia  
Andrés Jaramillo Botero  
California Institute of Technology, Pasadena, California, Estados Unidos  
Andrés Leonardo Medaglia González  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
Nelson Obregón Neira  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia  
Carlos Daniel Paternina Arboleda  
Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia  
Carlos E. Puente  
University of California at Davis, California, Estados Unidos  
José Fernando Vega Riveros  
Universidad de Puerto Rico-Campus Mayaguez, Puerto Rico  
Pedro Raúl Vizcaya Guarín  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

#### **Comité Científico (en orden alfabético de apellidos):**

Carlos Alberto Arias  
Aarhus Universitet  
Laureano Escudero Bueno  
Universidad Rey Juan Carlos  
Gerardo W. Flintsch  
Virginia Tech

Rafael Guillermo García Cáceres  
Escuela Colombiana de Ingeniería  
Jorge Alfredo Gironas  
Universidad Católica de Chile  
Rafael Andrés González Rivera  
Pontificia Universidad Javeriana  
Priscilla M. Moura  
Universidad Federal de Minas Gerais  
Diego Alejandro Patiño Guevara  
Pontificia Universidad Javeriana  
Daniel Ricardo Suárez Venegas  
Pontificia Universidad Javeriana

#### **Editorial Pontificia Universidad Javeriana**

Director: Nicolás Morales Thomas  
Coordinador editorial: Daniel Mauricio Blanco Betancurt  
Asistente editorial: Favio Andrés Flórez  
Diseño: Magdalena Monsalve Castaño  
Corrector de estilo: Gustavo Patiño Díaz  
Diagramadora: Margoth C. de Olivos  
Traducción: Servicio de Traducción de la Facultad de Comunicación y Lenguaje (inglés) y Álvaro Oliveira Dias (portugués)  
Impresión: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (Javegraf)

#### **Periodicidad:** semestral

Título abreviado: Ing. Univ.  
ISSN impreso: 0123-2126  
ISSN en línea: 2011-2769

Dépósito legal: Biblioteca Universidad Nacional de Colombia, Biblioteca Nacional, Biblioteca del Congreso

Patrocinador: Pontificia Universidad Javeriana

Formato: 16,5 cm × 24 cm

Fecha de inicio de la publicación: vol. 1, núm. 1, enero de 1997  
Tiraje: 500 ejemplares

#### **Permisos de reproducción:**

Todo documento de esta publicación puede ser reproducido total o parcialmente, siempre y cuando se cite la fuente y sea con fines académicos. Esta revista y su contenido se encuentran protegidos bajo una licencia de reconocimiento —no comercial— sin obras derivadas 2.5 Colombia de Creative Commons.

#### **Más información:**

<http://ingenieriauniversidad.javeriana.edu.co>  
Correo electrónico: [reving@javeriana.edu.co](mailto:reving@javeriana.edu.co)  
Dirección de correspondencia:  
Calle 40 N.º 5-40, Edificio José Gabriel Maldonado, S. J.  
Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, D. C., Colombia  
Canjes: Biblioteca Alfonso Borrero Cabal, S. J., Pontificia Universidad Javeriana  
Teléfono: (571) 3208320, ext. 5346 • Fax: (571) 2 887969

# **I n g e n i e r í a   y   U n i v e r s i d a d**

## **Publicación semestral de la Facultad de Ingeniería**

### **C o n t e n i d o**

#### **Artículos de investigación científica y tecnológica**

<b>Programación de la producción bajo un ambiente de colaboración en una cadena de suministro diádica.....</b>	<b>315</b>
Diego Armando Ortiz-Vargas, Jairo Rafael Montoya-Torres	
<b>Evaluación de la mortalidad microalgal en una bomba centrífuga de un fotobiorreactor tubular .....</b>	<b>333</b>
José Luis Ramírez-Duque, David Alberto Marín-Quintero, Cristian Hernán García-Pulido	
<b>Cálculo de raíces reales y/o complejas de sistemas de ecuaciones no lineales mediante el método de enjambre de partículas modificado.....</b>	<b>349</b>
Sergio Reyes-Sierra, Julián Plata-Rueda, Rodrigo Correa-Cely	
<b>Uso de simulaciones para la valoración de riesgos en mercados de electricidad.....</b>	<b>363</b>
Diego Fernando Navas, Carlos Arturo Lozano-Moncada, Diego Fernando Manotas-Duque	
<b>Evaluación del efecto del envejecimiento del cemento asfáltico 80-100 en el horno de película delgada sobre el comportamiento estático y dinámico de mezclas asfálticas tipo MDC-2 .....</b>	<b>379</b>
Hermes Ariel Vacca-Gámez, María Patricia León-Neira, Daniel Mauricio Ruiz-Valencia	
<b>Evolución diferencial aplicada a la sintonización de clasificadores difusos para el reconocimiento del lenguaje de señas .....</b>	<b>397</b>
Andrea Villate-Gil, David Eduardo Rincón-Arandia, Miguel Alberto Melgarejo-Rey	

<b>Evaluación de enfoques de integración entre los sistemas ERP y BPM .....</b>	<b>415</b>
Hugo Santiago Aguirre-Mayorga, Julio Ernesto Carreño-Vargas, Carlos Alberto Vega-Mejía, Johanna Stella Castellanos-Arias, Yorlemni Paola Hernández-Martínez	
<b>Modelo estadístico sobre el comportamiento del <i>throughput</i> en redes LAN sobre tecnología <i>power line communications</i>.....</b>	<b>433</b>
Juan Carlos Vesga-Ferreira, Gerardo Granados-Acuña	
<b>Identificación y priorización de peligros como herramientas de la gestión del riesgo en sistemas de distribución de agua potable.....</b>	<b>449</b>
Andrea Pérez-Vidal, Claudia Patricia Amézquita-Marroquín, Patricia Torres-Lozada	
<b>Acerca de la formación de patrones de Turing bajo consideraciones probabilistas .....</b>	<b>471</b>
Diego Garzón-Alvarado, Angélica Ramírez-Martínez, Carlos Duque-Daza	
<b>Reconstrucción 3D de escenas mediante un sistema de visión estéreo basado en extracción de características y desarrollado en OpenCV .....</b>	<b>485</b>
David Armando Revelo-Luna, Francisco Daniel Usama, Juan Fernando Flórez-Marulanda	
<b>Simulación de la ruta de transporte y dispersión de emisiones gaseosas provenientes del basurero de Navarro, Cali (Colombia).....</b>	<b>501</b>
María Patricia Castillo-Mosquera, Mario Andrés Gandini-Ayerbe, Santiago Laín-Beatove	
<b>Índice de artículos del volumen 16 .....</b>	<b>517</b>
<b>Índice de pares académicos evaluadores en el volumen 16.....</b>	<b>527</b>
<b>Información editorial .....</b>	<b>531</b>
<b>Instrucciones para los autores.....</b>	<b>537</b>

# **Ingeniería y Universidad**

**Publicación semestral de la Facultad de Ingeniería**

## **C o n t e n t**

### **Scientific and Technological Research Papers**

<b>Production Scheduling in a Collaborative Dyadic Supply Chain.....</b>	<b>315</b>
Diego Armando Ortiz-Vargas, Jairo Rafael Montoya-Torres	
<b>Evaluation of Microalgal Mortality in a Centrifugal Pump of a Tubular Photobioreactor .....</b>	<b>333</b>
José Luis Ramírez-Duque, David Alberto Marín-Quintero, Cristian Hernán García-Pulido	
<b>Real and/or Complex Roots Calculation of Nonlinear Equations Systems through Modified Particle Swarm Optimization .....</b>	<b>349</b>
Sergio Reyes-Sierra, Julián Plata-Rueda, Rodrigo Correa-Cely	
<b>Using Simulations for Risk Assessment in Electricity Markets.....</b>	<b>363</b>
Diego Fernando Navas, Carlos Arturo Lozano-Moncada, Diego Fernando Manotas-Duque	
<b>Evaluation of the Rolling Thin Film Oven Aging of the 80-100 Asphalt Cement in the Static and Dynamic Behavior of Asphalt Mixtures .....</b>	<b>379</b>
Hermes Ariel Vacca-Gómez, María Patricia León-Neira, Daniel Mauricio Ruiz-Valencia	
<b>Applying Differential Evolution to Tune Fuzzy Classifiers Intended for Sign-Language Recognition .....</b>	<b>397</b>
Andrea Villate-Gil, David Eduardo Rincón-Arandia, Miguel Alberto Melgarejo-Rey	
<b>Evaluation of Integration Approaches between ERP and BPM Systems .....</b>	<b>415</b>
Hugo Santiago Aguirre-Mayorga, Julio Ernesto Carreño-Vargas, Carlos Alberto Vega-Mejía, Johanna Stella Castellanos-Arias, Yorlemni Paola Hernández-Martínez	

<b>Statistical Model on Throughput Behavior of LAN Networks over Power Line Communications Technology .....</b>	<b>433</b>
Juan Carlos Vesga-Ferreira, Gerardo Granados-Acuña	
<b>Hazard Identification and Prioritization as Tools of Risk Management in Drinking-Water Distribution Systems .....</b>	<b>449</b>
Andrea Pérez-Vidal, Claudia Patricia Amézquita-Marroquín, Patricia Torres-Lozada	
<b>On Turing Pattern Formation under Stochastic Considerations .....</b>	<b>471</b>
Diego Garzón-Alvarado, Angélica Ramírez-Martínez, Carlos Duque-Daza	
<b>3D Reconstruction of Scenes by Means of a Stereoscopic Vision System, Based on Feature Extraction and Developed in OpenCV .....</b>	<b>485</b>
David Armando Revelo-Luna, Francisco Daniel Usama, Juan Fernando Flórez-Marulanda	
<b>Simulation of Transport and Dispersion of Atmospheric Emissions from Navarro Solid Waste Dump Site, Cali (Colombia).....</b>	<b>501</b>
María Patricia Castillo-Mosquera, Mario Andrés Gandini-Ayerbe, Santiago Laín-Beatove	
<b>Index of Published Articles in this volume.....</b>	<b>517</b>
<b>Academic Peers in this Volume .....</b>	<b>527</b>
<b>Editorial Information.....</b>	<b>533</b>
<b>Guidelines for Authors .....</b>	<b>543</b>

# **Ingeniería y Universidad**

## **Publicación semestral de la Facultad de Ingeniería**

### **C o n t e ú d o**

#### **Artigos de pesquisa científica e tecnológica**

<b>Programação da produção em um ambiente de colaboração na cadeia de suprimentos diádica .....</b>	<b>315</b>
Diego Armando Ortiz-Vargas, Jairo Rafael Montoya-Torres	
<b>Avaliações de mortalidade de microalgas em uma bomba centrífuga de um fotobiorreator tubular .....</b>	<b>333</b>
José Luis Ramírez-Duque, David Alberto Marín-Quintero, Cristian Hernán García-Pulido	
<b>Cálculo de raízes reais e/ou complexas em sistemas de equações não lineares pelo método de enxame de partículas modificado.....</b>	<b>349</b>
Sergio Reyes-Sierra, Julián Plata-Rueda, Rodrigo Correa-Cely	
<b>Usando simulações para avaliação dos riscos nos mercados da electricidade .....</b>	<b>363</b>
Diego Fernando Navas, Carlos Arturo Lozano-Moncada, Diego Fernando Manotas-Duque	
<b>Avaliação do efeito de envelhecimento do cimento asfáltico 80-100 no forno de película fina sobre o comportamento estático e dinâmico de misturas asfálticas tipo MDC-2 .....</b>	<b>379</b>
Hermes Ariel Vacca-Gámez, María Patricia León-Neira, Daniel Mauricio Ruiz-Valencia	
<b>Evolução diferencial aplicada à sintonização de classificadores difusos para o reconhecimento da língua de sinais.....</b>	<b>397</b>
Andrea Villate-Gil, David Eduardo Rincón-Arandia, Miguel Alberto Melgarejo-Rey	

<b>Avaliação de enfoques de integração entre os sistemas ERP e BPM .....</b>	<b>415</b>
Hugo Santiago Aguirre-Mayorga, Julio Ernesto Carreño-Vargas, Carlos Alberto Vega-Mejía, Johanna Stella Castellanos-Arias, Yorlemni Paola Hernández-Martínez	
<b>Modelo estadístico em comportamento do throughput em redes LAN sobre tecnologia power line communications.....</b>	<b>433</b>
Juan Carlos Vesga-Ferreira, Gerardo Granados-Acuña	
<b>Identificação e priorização de perigos como ferramentas de gestão de risco em sistemas de distribuição de água potável.....</b>	<b>449</b>
Andrea Pérez-Vidal, Claudia Patricia Amézquita-Marroquín, Patricia Torres-Lozada	
<b>Sobre a formação de padrões de Turing em considerações probabilistas .....</b>	<b>471</b>
Diego Garzón-Alvarado, Angélica Ramírez-Martínez, Carlos Duque-Daza	
<b>Reconstrução 3D de cenas mediante um sistema de visão estéreo baseado na extração de características e desenvolvido em OpenCV.....</b>	<b>485</b>
David Armando Revelo-Luna, Francisco Daniel Usama, Juan Fernando Flórez-Marulanda	
<b>Simulação do percurso de transporte e dispersão de emissões gasosas da lixerira de Navarro, Cali (Colômbia).....</b>	<b>501</b>
María Patricia Castillo-Mosquera, Mario Andrés Gandini-Ayerbe, Santiago Laín-Beatove	
<b>Índice de artigos publicados .....</b>	<b>517</b>
<b>Pares acadêmicos revisores.....</b>	<b>527</b>
<b>Informação editorial .....</b>	<b>535</b>
<b>Diretrizes para autores.....</b>	<b>549</b>