



INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Volumen 35, n.º 2, julio-diciembre de 2017
Barranquilla (Colombia)

ISSN: 0122-3461 (*impreso*)
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.

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).
- 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).
- Index Copernicus International (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.

Contacto con el equipo editorial:

ingydes@uninorte.edu.co

ingydesa@gmail.com

Teléfono: 57 (5) 3509 268

Guía para autores:

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



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

Álvaro Carrillo Barraza

Procesos técnicos

Munir Kharfan de los Reyes

Diseño de portada

Camilo Umaña

Corrección de textos

Henry Stein

Colaboración técnica

Olga Gómez

Asistente de producción intelectual

Marcela Villegas Gallego

Asistente de edición electrónica

José David Polo

Rector

Jesús Ferro Bayona

Decano División de Ingenierías

Javier Páez Saavedra

Editora

Lucy García, Ph. D.

Asistente editorial

José Santiago

Comité Editorial

Universidad del Norte (Colombia)

Víctor Cantillo, Ph. D.

University of Pittsburgh

(Estados Unidos)

George E. Klinzing, 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 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

Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural 283

Feasibility study and characterization of aggregates for structural concrete

Diana Carolina Gámez-García

Héctor Saldaña-Márquez

José Manuel Gómez-Soberón

Universidad Politécnica de Cataluña, España

Ramón Corral-Higuera

Universidad Autónoma de Sinaloa, México

Optimización del pH y la concentración de TiO_2 para la remoción de mercurio en un sistema fotocatalítico de recirculación iluminado con lámparas UV 305

Optimization of pH and TiO_2 levels on the mercury removal in a photocatalytic recirculation system with UV-Lamp irradiation

José Pinedo Hernández

Siday Marrugo Madrid

Germán Enamorado Montes

Iván Urango Cárdenas

José Marrugo Negrete

Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

Simulación numérica de la presencia de una grieta cercana a la soldadura de una unión tubular en T 320

Numerical simulation of the presence of a crack close to the welding of a tubular T joint

Luis Pérez Pozo

Mauricio Campillo Canto

Sheila Lascano Farak

Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

Modelado autorregresivo de señales electroencefalográficas para simuladores médicos 337

Autoregressive modelling of electroencephalographic signals for medical simulators

Frank Sánchez

Alher Mauricio Hernández

Universidad de Antioquia, Colombia

Modelo de simulación dinámica para evaluar el impacto ambiental de la producción y logística inversa de las llantas 357

Dynamic simulation model to evaluate the environmental impact of production and reverse logistics of tire

Santiago Camargo Rodríguez

Jessica Andrea Franco López

Universidad del Valle, Colombia

Vivian Lorena Chud Pantoja

Universidad Santiago de Cali

Juan Carlos Osorio Gómez

Universidad del Valle, Colombia

Simulación de la precisión y el cubrimiento en experimentos con mezclas con respuestas binomial y poisson analizados bajo modelos lineales generalizados y mínimos cuadrados ordinarios 382

Simulation of the accuracy and coverage in experiments including mixtures with binomial and poisson responses studied using generalized linear model and ordinary least squares approaches

Leandro González,

Sandra Barragán

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia

Determinación del módulo dinámico por ondas de esfuerzo en la madera de *Acer saccharum* Marshall y *Thuja plicata* L. 402

*Dynamic modulus assessment by stress waves in *Acer saccharum* Marshall and *Thuja plicata* L. wood*

Javier Ramón Sotomayor Castellanos

José María Villaseñor Aguilar

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Bearing capacity of footings in unsaturated soils employing analytic methods 417

Obtención de la capacidad de carga en cimentaciones para un suelo parcialmente saturado empleando métodos analíticos

Jenny García Tristán

William Daniel Cobelo Cristía

Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba

"José Antonio Echeverría" (CUJAE)

Gilberto Julio Quevedo Sotolongo

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV)

**Diseño de un engranaje con perfil de diente especial
bajo criterios geométricos y de resistencia a fatiga 431**

*Design of a special gear tooth profile in accordance
with geometric criteria and fatigue strength*

Pedro Nel Martínez Henao
Universidad Militar Nueva Granada, Colombia

Nelson Arzola de la Peña
Universidad Nacional de Colombia

**Determinación del número de curva en la subcuenca
de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante
teledetección y SIG 452**

*Determination of curve number in Betancí subwatershed
(Córdoba, Colombia) through remote sensing and GIS*

Ángel Díaz Carvajal
Teobaldis Mercado Fernández
Universidad de Córdoba, Colombia

**Efecto de las técnicas de desacoplamiento
en sistemas multivariabes 471**

Effect of decoupling techniques in multivariable systems

Rafael Orellana
María Coronel,
Rubén Rojas
Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela

**Bloques de concreto con aditivos
bituminosos para sobrecimiento 491**

*Concrete blocks with bitumen emulsion for
foundation walls*

Hernán Darío Cañola
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
César Echavarría
Universidad Nacional de Colombia

**Elasticidad de la demanda de estacionamiento
ante variaciones sistemáticas del ingreso en
Montería, Colombia 513**

*Parking demand elasticity with income systematic
variations in Montería, Colombia*

Luis F. Macea
Pontificia Universidad Javeriana de Cali
Luis Márquez
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

José J. Soto
Universidad Tecnológica de Bolívar

ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE

Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión 533

Construction demolition waste (CDW), a perspective of achievement for the city of Barranquilla since its management model

Carlos Albeiro Pacheco Bustos

Luis Guillermo Fuentes Pumarejo

Universidad del Norte, Barranquilla

Hugo Alexander Rondón Quintana

Édgar Humberto Sánchez Cotte

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá