



INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Volumen 35, n.º 1, enero - junio 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 Seriadas 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

Luis Gabriel Vásquez M.

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

David Tatis Posada

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

Tasas de desoxigenación y reaireación para el río Sinú 1

Deoxygenation and re-aeration rates of the Sinu river

Jhon J. Feria Díaz

Universidad de Sucre, Sincelejo (Colombia)

Daniela Náder Salgado

Sindy J. Meza Pérez

Universidad Pontificia Bolivariana, Montería (Colombia)

**Resistencia a la corrosión de recubrimientos
de Cr₂O₃ medida mediante EIE..... 18**

*Corrosion resistance of Cr₂O₃
coatings measured through EIS*

Laura Marcela Dimate Castellanos

Jhon Jairo Olaya Flórez

José Edgar Alfonso Orjuela

Universidad Nacional de Colombia

Confined horizontal vortex generator..... 38

Generador de un vórtice horizontal confinado

Luis Fernando Díaz González

Gerardo Andrés Torres Casierra

Efraín del Risco Moreno

Universidad del Valle, Cali (Colombia)

**Adsorción de cromo (VI) utilizando cáscara de yuca
(*Manihot esculenta*) como biosorbente: Estudio cinético..... 58**

Adsorption of chromium (VI) using cassava peel

(Manihot esculenta) as biosorbent: A kinetic study

Henry Alexander Acosta Arguello

Camilo Andrés Barraza Yance

Alberto Ricardo Albis Arrieta

Universidad del Atlántico (Colombia)

Ventilación pasiva y confort térmico en vivienda de interés social en clima ecuatorial..... 77

Passive ventilation and thermal comfort for public housing in ecuatorial climate

Walter Giraldo

Carlos A. Herrera

Universidad del Valle (Colombia)

Multicriteria methodology for decoupling point placement in manufacturing systems..... 102

Metodología multicriterio para la ubicación del punto de desacople en sistemas de manufactura

Iván D. Gómez J.

Rafael Henao Arango

William Sarache

Universidad Nacional de Colombia

Delimitación de regiones hidrológicas en Colombia 132

Delimitation of Colombia hydrologic regions

Pedro León García Reinoso

Javier Fernando Méndez Monroy

María Fernanda Zárate Jiménez

Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Comportamiento de una mezcla asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto 152

Behavior of a warm mix asphalt made in an asphalt plant

Hugo Alexander Rondón Quintana

Oswaldo Ignacio León Vergara

Wilmar Darío Fernández Gómez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Evaluación de metodologías para la aplicación de sistemas de protección contra la corrosión en el interior de tanques de lastre en embarcaciones marinas 174

Evaluation of methodologies for the application of protection systems against corrosion inside ballast tanks in marine vessels

Maryory Astrid Gómez Botero

José Adrián Tamayo Sepúlveda

Juan Guillermo Castaño González

Francisco Javier Bolívar Osorio

Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia)

Paolo Medina García

Daniel de la Cruz

José Alfredo Morales Torres

Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria

Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), Cartagena de Indias (Colombia).

Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a..... 198

Properties in fresh state of mortars with recycled aggregate concrete and effect of c/a relation

Francisca Guadalupe Cabrera-Covarrubias

José Manuel Gómez-Soberón

Universidad Politécnica de Cataluña

Jorge Luis Almaral-Sánchez

Susana Paola Arredondo-Rea

Universidad Autónoma de Sinaloa

María Consolación Gómez-Soberón

Universidad Autónoma Metropolitana

José Miguel Mendivil-Escalante

Universidad Autónoma de Sinaloa

ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN / REFLEXION ARTICLES

Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos 219

Inventory Management for distributors of perishable products

John Willmer Escobar

Universidad del Valle (Colombia)

Rodrigo Linfati

Universidad del Bío-Bío (Chile)

Wilson Adarme Jaimes

Universidad Nacional de Colombia

ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES

Lightning research in Colombia: Lightning parameters, protection systems, risk assessment and warning systems 240

La investigación del rayo en Colombia: Parámetros del rayo, sistemas de protección, evaluación de riesgos y sistemas de alerta

Herbert E. Rojas

Francisco Santamaría

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Oscar F. Escobar

Francisco J. Román

Universidad Nacional de Colombia

Review of Quality of Service (QoS) mechanisms over IP Multimedia Subsystem (IMS) 262

Revisión de los mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) sobre IP Multimedia Subsystem (IMS)

Mauricio Alexander Vargas Rodríguez

Ernesto Cadena Muñoz

SENA GICS, UNAL - Bogotá