



VOLUMEN 41-1

ENERO / JUNIO DE 2023

INGENIERÍA y DESARROLLO

REVISTA DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE



Editorial



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 – (<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
ingeydesa@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

María Margarita Mendoza

Asistente Coordinación editorial

Leonardo Carvajalino

Diagramación

Álvaro Carrillo Barraza

Procesos técnicos

Munir Kharfan de los Reyes

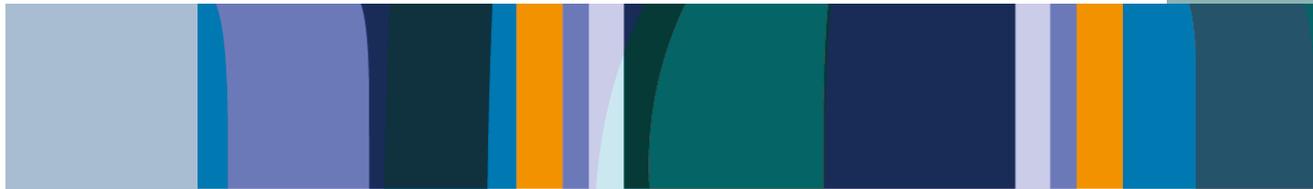
Diseño

Joaquín Camargo Valle

Corrección de textos

Iván Yunis

Asistente de producción intelectual
Marcela Villegas Gallego



INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Revista de la División de Ingenierías
de la Universidad del Norte

Rector

Adolfo Meisel Roca

Decano División de Ingenierías

Julián Arellana

Editora

Lucy García, Ph. D.

Asistente editorial

Jose Santiago

Comité Científico

Rensselaer Polytechnic Institute
(Estados Unidos)

José Holguín-Veras, Ph. D.

Universidad del Norte (Colombia)

Antonio Bula Silvera, Ph. D.

Universidad de La Sabana (Colombia)

Jairo Montoya, Ph. D.

Universitat Jaume I (UJI), España

Antonio Gallardo Izquierdo, Ph. D.

Instituto Tecnológico de Monterrey (México)

José Luis González Velarde, Ph. D.

Universidad de Castilla-La Mancha (España)

Magín Lapuerta Amigo, Ph. D.

Universidad Politécnica de Valencia (España)

Ginés Benet Gilabert, Ph. D.

Alberto Bouzas, Ph. D.

Universidad de Burgos (España)

Joaquín Antonio Pacheco Bonrostro, Ph. D.

Comité Editorial

University of Pittsburgh
(Estados Unidos)

George E. Klinzing, Ph. D.

Pontificia Universidad Católica de Chile

Juan de Dios Ortuzar, Ph. D.

Instituto de Microelectrónica de Barcelona
(España)

Humberto Campanella, Ph. D.