



revista facultad de ingeniería

Universidad de Antioquia

Oct-Dec, 2022

No.
105

ISSN 0120-6230
e-ISSN 2422-2844

No. 105

Oct-Dec 2022

ISSN 0120-6230

e-ISSN 2422-2844

Editor-in-Chief

Maryory Astrid Gómez Botero

Editorial Board

Luis Ribeiro

Geosistemas

Instituto Superior Técnico

Lisboa, Portugal

Eduardo Miró

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET)

Santa Fe, Argentina

Octavio Armas Vergel

Escuela de Ingeniería Industrial y Aeroespacial Toledo

Universidad de Castilla

La Mancha, España

Jean Denis Taupin

HydroSciences, Institute de recherche pour le développement

Montpellier, Francia

Román Hermida

Facultad de Informática

Universidad Complutense

Madrid, España

Oscar Rosa Mattos

Departamento Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Brasil

Eduardo Sánchez

École Polytechnique Fédérale

Lausanne, Suiza

Carles Corbella Roca

Faculty of Physics and Astronomy Ruhr

University Bochum

Alemania

Ángel Pérez del Pino

Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona

Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC

Barcelona, España

Claudio Avignone Rossa

Faculty of Health and Medical Sciences

University of Surrey

Guildford, Reino Unido

Jordi Morató Farreras

Coordinador Cátedra UNESCO de Sostenibilitat

Universitat Politècnica de Catalunya

España

Julián Andrés Rengifo Herrera

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA)

Buenos Aires, Argentina

Luis Armando Díaz Torres

Grupo de Espectroscopia de Materiales Avanzados y

Nanoestructurados (GEMANA) Centro de Investigaciones en Óptica
León, México

Lin, Hua-Tay

School of Electromechanical Engineering, Guangdong

University of Technology

Beijing, China

Kamal H. Khayat

Center for Infrastructure Engineering Studies, Missouri University

of Science & Technology

Missouri, Estados Unidos

Waltraud M. Kriven

Department of Mechanical Science and Engineering

University of Illinois at Urbana-Champaign

Illinois, Estados Unidos

Juan Claudio Nino

Department of Materials Science and Engineering

University of Florida

Estados Unidos

Ramón Torrecillas San Millán

Director del Centro de Investigación en Nanomateriales y

Nanotecnología

Oviedo, España

Pulickel M. Ajayan

Materials Science and NanoEngineering Department

Rice University

Houston, Estados Unidos

Watson Vargas Escobar

Dpto. de Ingeniería Química

Universidad de los Andes

Colombia

Jorge Andrés Calderón Gutiérrez

Dpto. de Ingeniería de Materiales

Universidad de Antioquia

Colombia

Sebastián Isaza Ramírez

Dpto. Ingeniería Electrónica

Universidad de Antioquia

Colombia

Danny Alejandro Múnera Ramírez

Dpto. Ingeniería de Sistemas

Universidad de Antioquia

Colombia

Juan Guillermo Villegas Ramírez

Dpto. Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia

Colombia

Gustavo Antonio Peñuela Mesa

Coordinador grupo GDCON

Escuela Ambiental

Universidad de Antioquia

Colombia

Scientific Board

Jesús Casanova Kindelan

Ingeniería Energética y Fluidomecánica

Universidad Politécnica de Madrid

España



Esteban Abad Holgado
Investigaciones Químicas y Ambientales, Consejo Superior de
Investigaciones Científicas
Barcelona, España

Georgina Fernández Villagómez
Ingeniería Química
Universidad Nacional Autónoma de México

Jiahua Jack Zhu
Department of Chemical and Biomolecular Engineering
University of Akron
United States

Vijay Gupta
Mechanical and Aerospace Engineering
Biomedical Engineering
Materials Science and Engineering
University of California, Los Angeles
United States

Jean Paul Allain
Radiation Surface Science and Engineering Lab (RSEEL)
Department of Nuclear, Plasma, and Radiological Engineering
University of Illinois
At Urbana-Champaign, United States

Dileep Singh
Argonne National Laboratory
Illinois, United States

Hernán E. M Carvajal
Programa de Posgraduación en Geotecnia, Universidad de Brasilia
Facultad de Minas,
Universidad Nacional de Colombia

Néstor Jaime Aguirre Ramírez
Escuela Ambiental
Universidad de Antioquia, Colombia

Henry A. Colorado
Sociedad Colombiana de Materiales y Minerales
Ingeniería Mecánica
Universidad de Antioquia, Colombia

Editorial Assistant
Sandra L. Hernández Barrientos

Proofreading
Alejandra Taborda Ortiz
Diego A. Muñoz Carvajal
Katherine A. García Sepúlveda

English Proofreading
Claudia E. Urrego Zapata

Cover image
Image "CVLAB Forgery Database images" by J. A. Cortés, J. A. Chaves and C. D. López

Layout and printing
Revista Facultad de Ingeniería -redin- Universidad de Antioquia

Post
Reduced postal fare N° 842

E-mail
revistaingenieria@udea.edu.co

Web site
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/index>

The contents or any other legal restriction related to the articles is responsibility of the authors.

Scope of Revista Facultad de Ingeniería
The main objective of the journal is to promote and stimulate the publishing of national and international scientific research results. The journal publishes original articles, resulting from scientific research, experimental and or simulation studies in engineering sciences, technology, and similar disciplines (Electronics, Telecommunications, Bioengineering, Biotechnology, Electrical, Computer Science, Mechanical, Chemical, Environmental, Materials, Sanitary, Civil and Industrial Engineering).

In exceptional cases, the journal will publish insightful articles related to current important subjects, or revision articles representing a significant contribution to the contextualization of the state of the art in a known relevant topic. Case reports will only be published when those cases are related to studies in which the validity of a methodology is being proven for the first time, or when a significant contribution to the knowledge of an unexplored system can be proven.

All published articles have undergone a peer review process, carried out by experts recognized for their knowledge and contributions to the relevant field.

Revista Facultad de Ingeniería -redin- is entirely financed by University of Antioquia.

Table of contents

Editorial.....	7
Evaluation of different methodologies for the design of the wellfield in shallow geothermal Evaluación de diferentes metodologías para el diseño del campo de captación de sistemas geotérmicos someros Cristina Sáez-Blázquez, Ignacio Martín-Nieto, Arturo Farfán-Martín and Diego González-Aguilera.....	9
Water pollution index of high Andean micro-basin of the Chumbao River, Andahuaylas, Peru Índices de contaminación del agua de la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Perú David Choque-Quispe, Betsy S. Ramos-Pacheco, Carlos A. Ligarda-Samanez, Aydeé M. Solano-Reynoso, Odilon Correa-Cuba, Yadyra Quispe-Quispe and Yudith Choque-Quispe.....	20
Esterification of levulinic acid via catalytic and photocatalytic processes using fluorinated titanium dioxide materials Esterificación de ácido levulínico mediante procesos catalíticos y fotocatalíticos empleando dióxido de titanio fluorado Claudia Castañeda, José J. Martínez and Andrés Mesa.....	29
A fast method to seek the mean and variance of the summation of lognormal variables Un método rápido para buscar la media y varianza de la suma de variables lognormales J. G. Torres, R. Bustamante and C. E. Caicedo.....	37
SOFCEV: Conventional LCC reduction and NPV based on savings in fixed carbon by sugarcanes SOFCEV: Reducción de LCC y VPN basada en ahorros en fijación de carbono por plantaciones Danielle Rodrigues de Moraes, Vanessa de Almeida Guimarães, Luis Hernández-Callejo, Bárbara de Noronha Gonçalves and Ronney Arismel Mancebo Boloy.....	47
Relationship between construction parameters and thermal loads in a building without internal gains Relación entre parámetros constructivos y cargas térmicas en un edificio sin ganancias internas José Alberto Díaz, Silvia Soutullo, Emanuela Giancola, José Antonio Ferrer.....	60
Assessment of noise and ozone levels in a small industrial urban area Evaluación de los niveles de ruido y ozono en una zona industrial urbana Leonardo Campestrini-Furst, Manuel Feliciano, Artur Gonçalves and Felipe Romero.....	76
Evaluation of Lactic Acid Bacteria (LAB) against <i>Shigella sonnei</i> ATCC 25931 Evaluación de las Bacterias Acido Lácticas (BAL) frente a <i>Shigella sonnei</i> ATCC 25931 María del Pilar Cortés-Gaona and Claudia Milena Amorochó-Cruz.....	89
Distributed optimal control for distribution systems with microgrids Control óptimo distribuido para sistemas de distribución con microrredes Melissa Ospina-Quiroga and Eduardo Mojica-Nava.....	98
Hybrid algorithm for the detection of Pixel-based digital image forgery using Markov and SIFT descriptors Algoritmo híbrido mediante descriptores Markov y SIFT para la detección de la falsificación de imágenes Jimmy Alexander Cortés-Osorio, José Andrés Chaves-Osorio and Cristian David López-Robayo.....	111

