



*Revista indexada, incorporada en el Sistema Nacional de Indexación de Publicaciones Científicas y Tecnológicas Colombianas  
Índice Bibliográfico Nacional Publindex de Colciencias, clasificada en categoría A2 (actualización diciembre 2010)*

*Afiliada a las bases de datos*

*Chemical Abstracts, del Chemical Abstracts Service (CAS), división de la American Chemical Society*

*Dialnet, Universidad de La Rioja, España*

*Fuente Académica, de EBSCO Publishing*

*GeoRef, del American Geological Institute (AGI)*

*Inspec, de la IET (Institution of Engineering and Technology)*

*Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, España y Portugal*

*Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), Universidad Autónoma del Estado de México*

*SciELO (Scientific Electronic Library Online, Colombia)*



Revista EIA ISSN 1794-1237  
Publicación semestral de carácter técnico-científico  
Edición 14, Año 7, diciembre 2010

### **Rector**

Carlos Felipe Londoño Álvarez

### **Director de Revista**

David Correa Roldán

### **Comité Editorial**

Ph D. Aquiles Ocampo González	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Ph D. José William Restrepo Montoya	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Ph D. Julio César Saldarriaga Molina	Universidad de Antioquia
Ph D. Marta Silvia Tabares Betancur	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Ph D. Édison Valencia Díaz	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Ph D. Carlos Mario Zapata Jaramillo	Universidad Nacional de Colombia

### **Comité Científico**

Ph D. Zbigniew Jaroszewicz	Instytut Optyki Stosowanej
Ph D. María Sagrario Millán	Universitat Politècnica de Catalunya
Ph D. Elliot Rabinovich	Arizona State University
Ph D. Vittorio Ferrari	Università degli Studi di Brescia

### **Asesores Especializados**

Mag. Juan Fernando Barros Martínez	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Mag. Francisco Jaime Mejía Garcés	Escuela de Ingeniería de Antioquia

### **Editor**

Escuela de Ingeniería de Antioquia

### **Diseño de carátula**

Juan Fernando Barros Martínez

### **Diagramación, diseño e impresión**

L. Vieco e Hijos Ltda.

Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Calle 25 Sur 42-73 Envigado, Colombia  
Teléfono (574) 339 32 00 Fax (574) 331 34 78  
revista@eia.edu.co  
<http://revista.eia.edu.co>

Los conceptos expresados en los artículos competen a sus autores. Se permite la reproducción de textos citando la fuente.  
Los artículos de esta edición pueden consultarse en la página web de la Revista EIA.

# Revista **EIA**

Escuela de Ingeniería de Antioquia

ISSN 1794-1237 Año 7 Número 14 (184 páginas). Diciembre 2010

---

## CONTENIDO

- 7-8 NOTAS DE LA DIRECCIÓN
- 9-22 CALIBRACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO MG PARA LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN COLOMBIA  
*Andrés Felipe Duque Pérez y Carlos Restrepo Tamayo*
- 23-38 UNA MIRADA A LA AGROINDUSTRIA DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA, DESDE LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS  
*Patricia Torres Lozada, Andrea Pérez Vidal, Luis Fernando Marmolejo Rebellón, José Abdón Ordóñez Andrade y Reniel Evlepe García García*
- 39-52 FUNCIONES ORTOGONALES EMPÍRICAS (EOF) APLICADAS A LAS CUENCAS OCEÁNICAS TROPICALES INDO-PACÍFICA Y ATLÁNTICA: CONTRIBUCIONES AL ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE COBERTURA DE NUBES EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS (artículo original en inglés)  
*Daniel Ruiz Carrascal*
- 53-65 EVALUACIÓN DE UN CLARIFICADOR DE MANTO DE LODOS A ESCALA DE LABORATORIO  
*Camilo César Castro Jiménez, Beatriz Amparo Wills Betancur y Mauricio Andrés Correa Ochoa*
- 67-74 EL CARBÓN COLOMBIANO Y EL MODELO DE HOTELLING  
*Giovanni Franco Sepúlveda, Adrián Felipe Gallo Sierra y Esteban Franco Sepúlveda*
- 75-84 ESTUDIO COMPARATIVO DE LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL USANDO TRES ESPECIES DE MACRÓFITAS  
*Jorge Ignacio Montoya Restrepo, Leonardo Ceballos Urrego, Juan Carlos Casas Zapata y Jordi Morató Farreras*
- 85-95 APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN INGENIERÍA (artículo original en inglés)  
*María Victoria Echavarría Goicochea*
- 97-113 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ESPACIAL DE UN MODELO HIDRODINÁMICO DEL EMBALSE PUNCHINÁ (ANTIOQUIA)  
*Carlos Alejandro Escobar Sierra*
- 115-124 OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS Y DE VALORES DE INICIO PARA EL MODELO DE HOLT BASADO EN SEÑALES DE RASTREO  
*Carlos Alberto Castro Zuluaga y Diana Cecilia Uribe Cadavid*
- 125-134 APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA MÓVIL EN ENTORNOS COTIDIANOS (artículo original en inglés)  
*Gloria Elena Jaramillo Rojas, Juan Esteban Quiroz, César Augusto Cartagena Ocampo, Carlos Andrés Vivares Mira y John Willian Branch Bedoya*
- 135-145 CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA SOMETIDA A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE BOGOTÁ  
*Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano y Hermes Ariel Vacca Gámez*
- 147-160 DISPOSITIVO TRANSDUCTOR PARA LA MEDICIÓN DE FUERZA Y VELOCIDAD EN UNA TAREA DE CORTE CON ESCALPELO  
*Edilberto Mejía Ruda, Jorge Mejía Castaño, Jaime Armando Delgado Vargas, Oscar Fernando Avilés Sánchez y Dario Amaya Hurtado*
- 161-175 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA BIETAPA EN AMBIENTES DE MANUFACTURA FLEXIBLE MEDIANTE EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO  
*Andrés Felipe Salazar Ramos, Leidy Carolina Vargas Acuña, Camilo Ernesto Añasco Gutiérrez y Juan Pablo Orejuela Cabrera*

# Revista EIA

Escuela de Ingeniería de Antioquia

ISSN 1794-1237 Year 7 Issue 14 (184 pages). December 2010

---

## CONTENT

- 7-8 DIRECTOR'S NOTES
- 9-22 CALIBRATION AND IMPLEMENTATION OF MG MODEL FOR ESTIMATING PEAK FLOWS IN COLOMBIA  
*Andrés Felipe Duque Pérez and Carlos Restrepo Tamayo*
- 23-38 VIEW OF THE AGROINDUSTRY OF CASSAVA STARCH EXTRACTION FROM THE PROCESS STANDARDIZATION  
*Patricia Torres Lozada, Andrea Pérez Vidal, Luis Fernando Marmolejo Rebellón, José Abdón Ordóñez Andrade and Reniel Eulep García García*
- 39-52 INDO-PACIFIC AND TROPICAL ATLANTIC EOF MODES: CONTRIBUTIONS TO THE ANALYSES OF CLOUD COVER CONDITIONS IN THE LOS NEVADOS NATURAL PARK  
*Daniel Ruiz Carrascal*
- 53-65 ASSESSMENT OF A SLUDGE BLANKET CLARIFIER AT LABORATORY SCALE  
*Camilo César Castro Jiménez, Beatriz Amparo Wills Betancur and Mauricio Andrés Correa Ochoa*
- 67-74 COLOMBIAN COAL AND HOTELING MODEL  
*Giovanni Franco Sepúlveda, Adrián Felipe Gallo Sierra and Esteban Franco Sepúlveda*
- 75-84 COMPARATIVE STUDY OF THE ORGANIC MATTER REMOVAL IN HORIZONTAL SUBSURFACEFLOW CONSTRUCTED WETLANDS USING THREE SPECIES OF MACROPHYTES  
*Jorge Ignacio Montoya Restrepo, Leonardo Ceballos Urrego, Juan Carlos Casas Zapata and Jordi Morató Farreras*
- 85-95 PROBLEM-BASED LEARNING APPLICATION IN ENGINEERING  
*María Victoria Echavarría Goicochea*
- 97-113 SPATIAL SENSITIVITY ANALYSIS OF A HYDRODYNAMIC MODEL OF THE PUNCHINÁ RESERVOIR (ANTIOQUIA)  
*Carlos Alejandro Escobar Sierra*
- 115-124 PARAMETER AND INITIAL VALUES OPTIMIZATION FOR HOLT MODEL BASED ON TRACKING SIGNALS  
*Carlos Alberto Castro Zuluaga and Diana Cecilia Uribe Cadavid*
- 125-134 MOBILE AUGMENTED REALITY APPLICATIONS IN DAILY ENVIRONMENTS  
*Gloria Elena Jaramillo Rojas, Juan Esteban Quiroz, César Augusto Cartagena Ocampo, Carlos Andrés Vivares Mira and John Willian Branch Bedoya*
- 135-145 DYNAMIC CHARACTERIZATION OF AN ASPHALT MIXTURE EXPOSED TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF BOGOTÁ  
*Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano and Hermes Ariel Vacca Gámez*
- 147-160 TRANSDUCER DEVICE FOR MEASURING FORCE AND SPEED IN A TASK OF SCALPEL CUTTING  
*Edilberto Mejía Ruda, Jorge Mejía Castaño, Jaime Armando Delgado Vargas, Oscar Fernando Avilés Sánchez and Darío Amaya Hurtado*
- 161-175 BIPHASE PLANT DISTRIBUTION PROPOSED IN FLEXIBLE MANUFACTURING ENVIRONMENT BY THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS  
*Andrés Felipe Salazar Ramos, Leidy Carolina Vargas Acuña, Camilo Ernesto Añasco Gutiérrez and Juan Pablo Orejuela Cabrera*

## Obras de arte en esta edición

### Carátula: *Cielito drojo*

Un cielo nos cubre a todos por igual, como un pasado nos cubre a todos en el recuerdo de la infancia y de los sueños que ahora vemos volar o naufragar. *Cielito drojo* es una obra que habla del color particular de la niñez, de los primeros balbuceos en los que cada palabra es todavía difusa –y el rojo es drojo–; es una evocación a la nostalgia que nos producen esos lugares y personas que despedimos desde el puerto del corazón, bien sea en un barquito de papel de los recreos de colegio o en el avión del aula, que casi siempre impactaba en el maestro. Alguna vez esos sueños en barco podrán llegar a una isla, donde estarán mejor pasada la tormenta, y aquellos que se fueron en avión, llegarán al que sea tu cielo.

Con el tiempo creemos haber aprendido a acomodar las fichas de la vida a nuestro antojo, pero se nos olvida que la vida es un juego cuya única regla es ser feliz. Cuando era niño todas las fichas servían en la vida, y una ficha roja que encontré en el camino se convirtió en mi cielo. Gracias, *Cielito drojo*, por recordarme que la vida cabe en un barquito, en un avioncito de papel o en una ficha de lego.



*Cielito drojo*

Autor: Alan Alexander González  
Técnica: Óleo sobre lienzo (80 cm x 50 cm)  
Colección privada EIA

### Páginas interiores: *Ocarina tairona*

Las ocarinas son piezas escultóricas musicales utilizadas por la cultura tairona de la Sierra Nevada de Santa Marta, Caribe colombiano. En ellas se integra la expresión musical con la representación mítica de las creencias personificadas en figuras de animales o mezclas de animales y hombres. Son muchas las ocarinas que se encuentran en la región tairona elaboradas con arcilla negra y con sus típicas punturas o rayas incisivas.

Los huecos destinados para ser tapados con los dedos y obtener los diferentes tonos están siempre adornados con incisiones. En un extremo se encuentra el orificio para soplar como si se tratara de una boquilla de flauta de pico.

Réplica artesanal adquirida en el almacén Artesanías & Más, Santa Marta (16 de septiembre de 2010).



*Ocarina tairona*

Autor: Francisco José Barros Martínez  
Técnica: Aguafuerte (190 mm x 110 mm)  
Colección privada EIA

## **Características de la Revista EIA**

La Revista EIA es una publicación científica y tecnológica de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, de periodicidad semestral, cuya finalidad es la divulgación de la ciencia y de los hallazgos de la investigación, ante todo la del campo de la ingeniería. Es un espacio abierto a la comunidad científica y académica.

La lectura de la Revista EIA es de interés primordial para profesionales, docentes y estudiantes de educación superior que deseen actualizarse o profundizar en temas de ingeniería, en especial los resultantes de la investigación.

La Revista EIA estimula la discusión científica como medio para la producción de conocimiento depurado.

El editorial recoge los puntos de vista de la Institución, del Comité Editorial o de la Dirección. Los conceptos expresados en los artículos competen a sus autores.

Como mínimo dos evaluadores externos al Comité Editorial, y usualmente también externos a la Escuela, dan su dictamen especializado acerca de cada artículo que se somete a su juicio.

## **Características de los artículos**

El Comité Editorial estudia los artículos recibidos y decide sobre su inclusión en la Revista. Ejerce la facultad de efectuar en los textos los ajustes de redacción adecuados para la mayor claridad, coherencia y corrección.

Los artículos deben ser inéditos y no estar a consideración de otra publicación. Se aceptan artículos en español, inglés, francés o portugués. Las especificaciones relativas a estructura, extensión, envío y otros aspectos formales se detallan en la sección "Instrucciones para los autores" al final de este ejemplar.

Tienen cabida preferencial los artículos de investigación científica y desarrollo tecnológico, las reflexiones originales sobre un asunto y la revisión del estado de un dominio específico de la ciencia y la tecnología.

## **Proceso de evaluación de originales**

La evaluación de los artículos es de tipo anónimo, en cuyo proceso no se conocen entre sí el autor y el revisor.

En ejercicio del derecho de publicación que le asiste, el Comité Editorial revisará los originales, apoyado en asesoría calificada, cuando fuere necesaria, e informará a los autores si el artículo se descarta, si se les devuelve para el cumplimiento de las normas de presentación o para mejorar su estructura y redacción, o si pasa a evaluación de pares.

Los evaluadores o pares serán dos o más, y su concepto se emite por escrito.

## NOTAS DE LA DIRECCIÓN

La Revista EIA, en su decimocuarta edición, ofrece a sus lectores 13 artículos de diversas áreas de la Ingeniería, de ellos tres en inglés, elaborados por investigadores de universidades de Medellín, Bogotá y Cali. La consolidación de esta publicación se evidencia con las noticias que recogen estas líneas.

El Director tuvo la oportunidad de participar en el Segundo Congreso Internacional de Editores Redalyc, cuyas reuniones se llevaron a cabo en la Universidad Austral de Chile, en la ciudad de Valdivia, entre el 16 y 19 de noviembre de 2010. El evento fue expresión inequívoca de que alrededor de Redalyc se teje una red provechosa para las revistas afiliadas, mucho más para aquellas que concurren al Congreso. Había editores de revistas de mucha tradición y visibilidad, junto a los de revistas promisorias, todos compartiendo con generosidad y sinceridad sus experiencias, aprendiendo de los expositores y de los colegas, fortaleciendo la red que identifica a Redalyc, incluida en su nombre.

La base de datos GeoRef, establecida por el American Geological Institute en 1966, ha acogido artículos de la Revista EIA pertenecientes al área de la Geociencia, lo cual confirmamos en el sitio GeoRef Information Services en septiembre de 2010.

A punto de cerrar esta edición, la Revista EIA fue aceptada en SciELO Colombia e indexada en categoría A2 por el Índice Bibliográfico Nacional "Publindex" de Colciencias. Somos conscientes de la trascendencia de pertenecer al índice bibliográfico que apoya a las principales revistas científicas colombianas, facilitándoles visibilidad e impacto y nos complace el ascenso en la clasificación de Colciencias. Para una revista joven, que empezó sus ediciones hace siete años, son metas bien significativas.

Cada artículo recibido, no importa su grado de depuración ni el área de la Ingeniería o sus afines, lo recibimos con aprecio para los autores, que con el envío expresan respaldo a la Revista EIA, y lo sometemos al proceso riguroso de revisión inicial en el Comité Editorial y ulterior en manos de los expertos, quienes cumplen la función depuradora básica. Sigue la etapa de interacción autor-pares mediada por la Dirección, en aras de preservar el carácter anónimo de la evaluación "doble ciego" en el cual creemos con firmeza.

Desde su gestación, en el año 2002, se quiso que la Revista EIA fuera portadora de ciencia, claro está por su naturaleza misma, y también de arte. El grupo promotor, transformado en Comité Editorial, con el respaldo del Rector de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, resolvió que cada edición contuviese dos obras de arte: una pintura y un grabado. La carátula se engalana con una pintura de artista local, a veces ya consagrado, otras en camino de reconocimiento. Como apoyo al artista y como medio para que la comunidad académica de la

EIA se ponga en contacto con el arte, la Escuela adquiere la obra. Las páginas impares no iniciales de artículo llevan la decoración sobria de un motivo de la comunidad indígena o de la afrocolombiana, así recordamos que la publicación es de Colombia, país multicultural caracterizado por la diversidad de sus gentes y de su prodigiosa fauna y flora. Hasta el presente, todos los grabados se deben al talento y destreza del ingeniero Francisco José Barros, y todos los autores y pares de artículos publicados han recibido el grabado de la respectiva edición. El número creciente de artículos que se reciben y que se editan nos lleva a mantener el envío del grabado a los pares, sin distinción de si el artículo se acogió o se descartó. Para los autores la compensación primordial es ver su artículo impreso, con la calidad científica avalada por los árbitros, la pureza estilística o calidad idiomática asegurada por la Dirección y la calidad de la impresión, que reúne la diagramación armoniosa y la nitidez tipográfica que logra la editorial, que ha sido L. Vieco e Hijos Ltda. en los 14 números publicados.

La divulgación de la ciencia, que no riñe con la expresión artística ni con el buen gusto, es nuestro gran cometido. La acogida en tres bases bibliográficas en el año 2010 (Redalyc, GeoRef y SciELO Colombia) y el ascenso a categoría A2 de Publindex nos regocijan y les añade valor a los artículos de los autores que nos dispensan su preferencia. Por nuestra parte, sabemos que se acrecientan la responsabilidad, el compromiso y el trabajo. Buenas noticias para los lectores de la edición impresa y la digital, con la promesa de que el Comité Editorial y la Dirección, con el apoyo cercano de la EIA y la ayuda a distancia del Comité Científico, seguiremos con la voluntad de hacer bien la tarea.