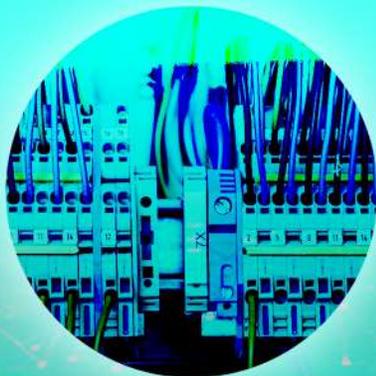


# Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana





Editorial  
**UNIMAR**  
Colección Evento

**Experiencias de capacidad científica, desarrollo  
tecnológico e innovación en los grupos de  
investigación de la Facultad de Ingeniería -  
Universidad Mariana**

Robinson Andrés Jiménez Toledo  
Gloria Lucia Cárdenas Calvachi

**Compiladores**

Universidad Mariana  
San Juan de Pasto  
2018

*Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana*

**Autores:**

Robinson Andrés Jiménez Toledo  
Álvaro Alexander Martínez Navarro  
Hermán Jair Gómez Palacios  
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja  
Mario Fernando Jojoa Acosta  
José Javier Villalba Romero  
Jesús Andrés Muñoz Guzmán  
Jenny Lucía Huertas Delgado  
Leidy Esperanza Arteaga Revelo  
David Sthiven Sarasty Medina  
Mario Alberto Jurado Eraso  
Luz Nathalia Torres Martínez  
Ruth Stella Zarama Benavides  
Nathalia Torres Martínez  
Ángela Sofía Parra Paz  
Jaime Darío Quijano Melo  
Juliana Estefanía García Caicedo

Hugo Andrés Gomajoa Enríquez  
Javier Mauricio Villota Paz  
Diana Sofía Segovia Arévalo  
José Faruk Rojas Navarro  
Carlos Pantoja Agreda  
Fredy Alexander Guasmayan  
Nathalia Andrea Bravo Rodríguez  
Jorge Andrés Chamorro Enríquez  
Karol Valentina Muñoz  
Herman Hamilton Guerrero Chapal  
Fabio Camilo Gómez Meneses  
Dagoberto Mayorca Torres  
Edison Viveros Villada  
Yeimy Ordoñez Muñoz  
Tiana Carolinn Mejía Peña  
María Fernanda García Burbano  
Augusto Riascos Realpe

**Compiladores:** Robinson Andrés Jiménez Toledo, Gloria Lucia Cárdenas Calvachi

**Editor:** Luz Elida Vera Hernández, Editorial UNIMAR

**Fecha de publicación:** octubre de 2018

**Páginas:** 236

**ISBN:** 978-958-56599-7-1

**Info copia:** 1 copia disponible en la Biblioteca Nacional de Colombia

**Existencias**

**Biblioteca Nacional de Colombia**

**Copia Material Localización**

**1 Libro Electrónico Biblioteca Nacional – Libros (consecutivo)**

*Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana*

**Compiladores:** Robinson Andrés Jiménez Toledo, Gloria Lucia Cárdenas Calvachi

**Editor:** Luz Elida Vera Hernández

**Editorial:** Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

**Fecha de publicación:** octubre de 2018

**Páginas:** 236

**ISBN:** 978-958-56599-7-1

**Edición:** Primera

**Formato:** Electrónico

**Colección:** Evento

**Materia:** Ingeniería

**Materia tópico:** Investigación

**Palabras clave:** Ingeniería, impacto.

**País/Ciudad:** Colombia / San Juan de Pasto

**Idioma:** Español

**Menciones:** Ninguna

**Visibilidad:** Página web Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

**Tipo de contenido:** Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana

**Universidad Mariana**

Hna. **María Teresa González Silva**, f.m.i.  
Rectora

**Graciela Burbano Guzmán**  
Vicerrectora Académica

**Luis Alberto Montenegro Mora**  
Director Centro de Investigaciones

**M Sc. Gloria Lucía Cárdenas Calvachi**  
Decana Facultad de Ingeniería

**Luz Elida Vera Hernández**  
Directora Editorial UNIMAR

**Editorial UNIMAR**

**Luz Elida Vera Hernández**  
Directora Editorial UNIMAR

**David Armando Santacruz Perafán**  
Diseño y Diagramación

**Leidy Stella Rivera Buesaquillo**  
**Ana Cristina Chávez López**  
Corrección de Estilo

**Correspondencia:**

Editorial UNIMAR, Universidad Mariana  
San Juan de Pasto, Nariño, Colombia, Calle 18 No. 34 – 104  
Tel: 7314923 Ext. 185  
E-mail: editorialuniar@umariana.edu.co

**Disponible:**

**Cítese como:** Jiménez, R. y Calvache, G. (comps.) (2018). *Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana*. San Juan de Pasto: Editorial UNIMAR.

Las opiniones contenidas en el presente libro no comprometen a la Editorial UNIMAR ni a la Universidad Mariana, puesto que son responsabilidad única y exclusiva de los autores, de igual manera, éstos, han declarado que en su totalidad es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la bibliografía.

El material de este libro puede ser reproducido sin autorización para uso personal o en el aula de clase, siempre y cuando se mencione como fuente su título, autores y editorial. Para la reproducción con cualquier otro fin es necesaria la autorización de la Editorial UNIMAR de la Universidad Mariana.



Experiencias de capacidad científica, desarrollo tecnológico e innovación en los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana por Universidad Mariana se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



# Contenido

<b>Presentación</b>	10
---------------------	----

## **Capítulo 1. Ingeniería de Sistemas**

<b>Experiencia significativa de la participación del Grupo GISMAR en el II Encuentro Internacional de grupos de investigación</b> Robinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Hernán Jair Gómez Palacios, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja	15
--	----

<b>Oportunidades de formación del Ingeniero de Sistemas mediante comparación de los perfiles profesional y laboral</b> Robinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Hernán Jair Gómez Palacios, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja	25
---	----

<b>Jóvenes Investigadores GISMAR en el Plan de fortalecimiento de capacidades regionales en el departamento de Nariño</b> Robinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mario Fernando Jojoa Acosta	39
---	----

<b>Experiencia significativa en 1er Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo Territorial, “Aplicabilidad de Ley 1273 de 2009 en entidades públicas del municipio de Pasto – Nariño”</b> José Javier Villalba Romero	51
--	----

<b>Sistema experto y de georeferenciación en la Secretaría Municipal de Tránsito y Transporte de Pasto</b> Álvaro Alexander Martínez Navarro, Robinson Andrés Jiménez Toledo, Hernán Jair Gómez Palacios, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja	67
---	----

<b>Avances y aplicaciones de sistemas inteligentes y nuevas tecnologías COISINT 2016</b> Mario Fernando Jojoa Acosta, Robinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja	79
--	----

<b>Experiencias exitosas en el área de las ciencias de la computación presentadas en el Congreso Colombiano de Computación</b> Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Hernán Jair Gómez Palacios, Robinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Jesús Andrés Muñoz Guzmán	87
--	----

## **Capítulo 2. Ingeniería Ambiental**

<b>Premio Nacional Ecopetrol a la Innovación: Degradación física de suelos de Páramo contaminados con petróleo</b> Jenny Lucía Huertas Delgado, Leidy Esperanza Arteaga Revelo, David Sthyven Sarasty Medina	99
---	----

<b>Experiencia significativa en el Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo: Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo Universidad de Chile</b> Jenny Lucía Huertas Delgado, Mario Alberto Jurado Eraso, Luz Nathalia Torres Martínez	107
--	-----

<b>Situación de la Educación Ambiental en el municipio de Pasto</b> Ruth Stella Zarama Benavides, Nathalia Torres Martínez	111
---	-----

### Capítulo 3. Ingeniería de Procesos

<b>Experiencias de movilidad docente y estudiantil del Programa de Ingeniería de Procesos</b> Ángela Sofía Parra Paz, Jaime Darío Quijano Melo	125
<b>Mexichem: Una puerta abierta para prácticas profesionales</b> Juliana Estefanía García Caicedo, Hugo Andrés Gomajoa Enríquez	133
<b>Emprendimiento Industrial en Nariño desde la Ingeniería de Procesos</b> Javier Mauricio Villota Paz, Jaime Darío Quijano Melo	137
<b>Inigualable experiencia en México</b> Diana Sofía Segovia Arévalo, José Faruk Rojas Navarro	145
<b>Innova la U, desde la interdisciplinariedad formando futuros empresarios</b> Ángela Sofía Parra Paz, Jaime Darío Quijano Melo	149
<b>La argumentación como herramienta epistémica para la enseñanza de la Biología</b> Carlos Pantoja Agreda, Zulma Estela Muñoz Burbano	159

### Capítulo 4. Ingeniería Mecatrónica

<b>Producción de gas metano a partir de residuos de materia orgánica en una finca ganadera del municipio de Aldana en el departamento de Nariño</b> Jorge Andrés Chamorro Enríquez, Fredy Alexander Guasmayan Guasmayan, Nathalia Andrea Bravo Rodríguez, Herman Hamilton Guerrero Chapal	167
<b>IMuestra de Proyectos de Ingeniería Mecatrónica y Automatización 2016</b> Edison Viveros Villada, Fabio Camilo Gómez Meneses, Dagoberto Mayorca Torres	177
<b>Estimación de Frecuencia de señales continuas con muestreo Sub-Nyquist: Un aporte académico en el Cici2016</b> Herman Hamilton Guerrero Chapal, Edison Viveros Villada, Jorge Andrés Chamorro Enríquez	183
<b>Aplicación de las técnicas de la visión artificial en la identificación de características biométricas del esperma humano</b> Dagoberto Mayorca Torres, Karol Valentina Muñoz, Fabio Camilo Gómez Meneses, Herman Hamilton Guerrero Chapal	189
<b>Vinculación del Programa Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Mariana a la Red Nacional de Ingeniería Mecatrónica y Automática</b> Fabio Camilo Gómez Meneses, Dagoberto Mayorca Torres, Edison Viveros Villada	199

## Capítulo 5. Ingeniería Civil

<b>Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un suelo en el municipio de Taminango (N)</b>	
Yeimy Ordoñez Muñoz, Tiana Carolinn Mejía Peña	207
<b>Cultural Route: 18 Churches and the Mixture of Tangible and Intangible Heritage In San Juan de Pasto, Nariño - Colombia</b>	
María Fernanda García Burbano, Augusto Riascos Realpe	255



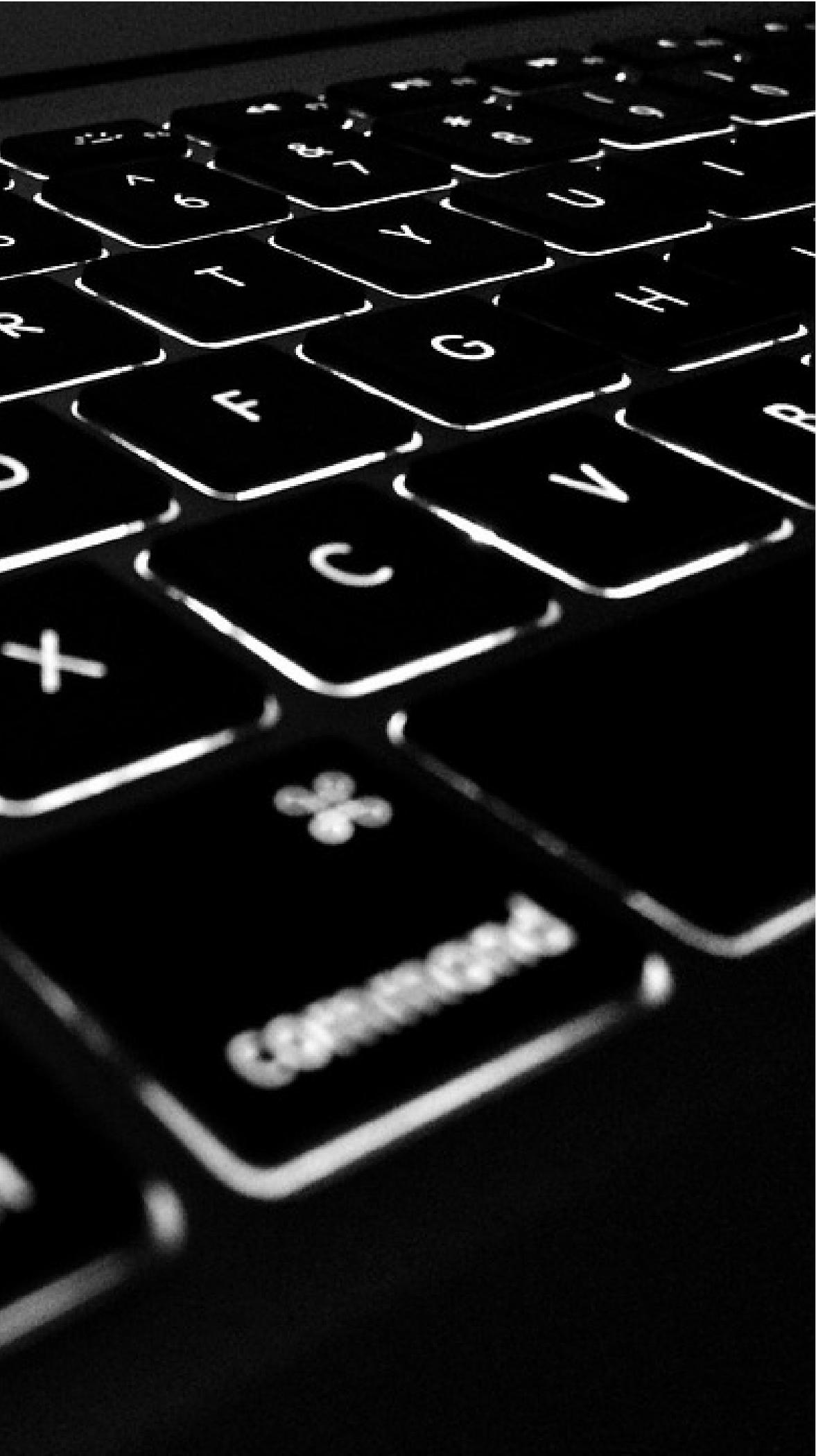
# Presentación

Para la universidad Mariana y la Facultad de Ingeniería, la investigación es fundamentalmente un proceso que se orienta al fortalecimiento de la capacidad de los seres humanos para vivir y adaptarse en un mundo de cambio continuo y lleno de incertidumbre, para transformarse a sí mismos y provocar un cambio social, para satisfacer las necesidades del entorno y para fomentar la solidaridad y la igualdad. Asimismo, entiende la investigación científica como un proceso sistemático, metódico y validado de conocimiento, por medio del cual, el ser humano interactúa y aprende el mundo en todos sus niveles de realidad, tanto física como simbólicamente. Esta forma especial de conocimiento permite llevar la experiencia, por medio de la abstracción, la tematización, la interpretación y el análisis, a mayores niveles de comprensión de la realidad, donde el diálogo de saberes, la aplicación de múltiples métodos, la confrontación de los objetos de estudio con el conocimiento acumulado y la aplicación del conocimiento en procesos de transformación y mejoramiento del mundo, conforman un sistema articulado reconocido por la comunidad académica como ejercicio científico.

En el marco de los procesos de divulgación llevados a cabo al interior de la Facultad de Ingeniería, este libro condensa las experiencias significativas de los programas académicos de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Procesos, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Civil para el año 2016, y sus respectivos grupos de investigación:

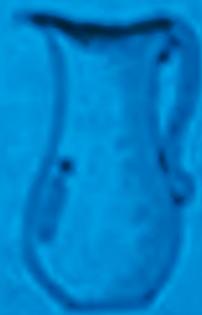
- Grupo de Investigación de Sistemas Universidad Mariana – GISMAR
- Grupo de Investigación Ambiental – GIA
- Grupo de Investigación, Innovación, Desarrollo y Optimización de Procesos – GIIDOP.
- Civil Engineering research center – CRECE
- Grupo de Investigación en Mecatrónica GRIM





# Capítulo 1.

## Ingeniería de Sistemas



INTRACON

PULVERACON

INTRA

PULVER

# Experiencia significativa de la participación del grupo GISMAR en el II Encuentro Internacional de Grupos de Investigación

**Robinson Andrés Jiménez Toledo**  
**Álvaro Alexander Martínez Navarro**  
**Hernán Jair Gómez Palacios**  
**Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

## Resumen

En este capítulo se describe la participación del grupo de investigación de ingeniería de sistemas de la Universidad Mariana GISMAR, en el II Encuentro Internacional de Grupos de Investigación, considerado un evento de calidad académica y científica, el cual pretende divulgar y debatir conocimientos recientes derivados de investigaciones novedosas, de impacto social y académico. El evento se llevó a cabo en la ciudad de San Juan de Pasto, entre el 21 y 24 de septiembre de 2016 en las instalaciones de la Universidad Mariana, el congreso abordó las temáticas de: tecnología en innovación en salud, investigaciones en energías, ciencias, tecnologías e innovación en áreas sociales y humanas, ciencia, tecnología e innovación en ambiente, biodiversidad y hábitat, ciencia, tecnología en recursos hidrobiológicos, biotecnología y temática relacionada con electrónica, telecomunicaciones e informática, donde el grupo de investigación postuló y le fueron aceptados varios productos en las categorías de ponencia, poster y rueda de negocios.

**Palabras clave:** Grupo de Investigación GISMAR, proyectos de investigación GISMAR, segundo encuentro de grupos de investigación.

## Introducción

Este manuscrito contiene la descripción de la experiencia significativa presentada por el Grupo de Investigación de Sistemas de la Universidad Mariana GISMAR al II Encuentro de grupos de investigación que se realizó entre el 21 y 24 de septiembre de 2016.

A continuación, se indica la relación de ponencias presentadas por el grupo de investigación:

Ponencia 1. Contraste entre exigencias laborales y perfil del ingeniero de sistemas en el departamento de Nariño y Colombia. Autores: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mg(C). Herman Jair Gómez Palacio, Mg. Javier Alejandro Jiménez Toledo.

Ponencia 2. Sistema de trazabilidad de productos en la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño Ltda. Autores: Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Ing. William Ernesto Ramos Martínez, Ing. Daniel David Puerres Fonseca.

Ponencia 3. Evaluación de técnicas de usabilidad para el desarrollo de aplicaciones móviles en Pasto. Autores: Mg(C). Hermán Jair Gómez Palacio, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Ing. Kevin Rodríguez, Ing. Byron Trejo.

Ponencia 4. Sistema de biofeedback de frecuencia cardiaca. Autores: Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Ing. John Mera, Juan Pablo Rodríguez.

Ponencia 5. Fomento del turismo en el departamento de Nariño mediado por TI – App. Autores: Mg. Franklin Eduardo Jiménez Giraldo, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Ing. Andrés Santacruz, Ing. Andrés Pinchao.

Ponencia 6. Sistema de análisis y georreferenciación sobre accidentalidad vial en la ciudad de San Juan de Pasto. Autores Ing. David Chamorro Cisneros, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Ing. Juan Carlos Rosero.

Ponencia 7. Tecnología de realidad aumentada como mecanismo de publicidad interactiva para los carnavales de Negros y Blancos en la ciudad de San Juan de Pasto. Autores: Ing. Santiago Guerrero, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mg. Iván Argote Puetaman.

A continuación, se indica la relación de poster presentados por el grupo de investigación:

Poster 1. Estudio comparativo de capacidades profesionales del ingeniero de sistemas y los requerimientos tecnológicos del sector productivo nariñense y colombiano. Autores: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mg (C). Edgar Roberto Dulce Villareal, Mg. Javier Alejandro Jiménez Toledo.

Poster 2. Manejo de información ganadera en la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño Ltda. Autores: Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Ing. Cindy Lorena Chamorro, Mg. (C) Mario Fernando Jojoa Acosta.

Poster 3. Metodología de usabilidad para el desarrollo de aplicaciones móviles en el municipio de Pasto. Autores: Mg (C). Hermán Jair Gómez Palacio, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Oscar Revelo, Mg. Sandra Vallejo.

Poster 4. Herramienta colaborativa para elicitación de requerimientos de software. Autores: Mg. Franklin Eduardo Jiménez Giraldo, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Ing. Iván Solarte.

Poster 5. Sistema de georreferenciación en accidentalidad vial para el SIGIATD de la ciudad de San Juan de Pasto. Autores. Ing. David Chamorro Cisneros, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Ing. Darío Andrés Ortega Díaz, Ing. Jhon Alexander Revelo Benavides.

Poster 6. Acercando las zonas rurales al comercio electrónico en el departamento de Nariño, a partir de los kioscos vive digital. Autores: Ing. Danny Rafael Delgado, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja.

Poster 7. App Cognitiva - Una estrategia computacional móvil como aporte en el proceso de construcción de un protocolo de evaluación cognitiva en niños y adolescentes. Autores: Mg. Ricardo Esteban Jurado, Mg. Ana María Castillo, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Andrés Jesús Muñoz Guzmán.

## Proyectos aprobados

### **App Cognitiva - Una estrategia computacional móvil como aporte en el proceso de construcción de un protocolo de evaluación cognitiva en niños y adolescentes**

En psicología las nuevas tecnologías se han aplicado en el ámbito experimental, educativo, social, psicométrico, etc. Centrándose en la psicología clínica, las TIC están teniendo una aceptación cada vez mayor debido al enorme potencial que ofrecen. Específicamente, en el ámbito de la terapia ha dado lugar a un concepto nuevo, denominado “Ciberterapia” que, de manera general, podría definirse como el uso de artilugios informáticos como herramientas para posibilitar o mejorar la aplicación de servicios terapéuticos.

Dentro de la Ciberterapia, en los últimos años se ha desarrollado y validado varias aplicaciones informáticas con el objetivo de promocionar y mejorar la salud y el bienestar de las personas, y ayudar a los profesionales en el logro de esta compleja tarea. Para ello se ha planteado la utilización de distintas herramientas para ayudar en el tratamiento de diversos problemas. Algunas de las TIC más utilizadas en este campo han sido los ordenadores personales, la televisión, las agendas PDA, el teléfono, el teléfono móvil, Internet, la realidad virtual y la realidad aumentada. Por ejemplo, ya contamos con amplia evidencia empírica sobre la utilidad de los mundos virtuales o de Internet para el tratamiento psicológico. (Baños, 2009, párr. 2).

Las TIC han ayudado mucho en el área de evaluación cognitiva, ya que facilitan la interpretación y el manejo de evaluaciones necesarias para llegar a un diagnóstico, al mismo tiempo que acelera con mucha eficacia el procesamiento de datos de los pacientes

El proyecto, la apropiación de la tecnología, permite solucionar problemas en el campo de la psicología, especialmente en el área de evaluación cognitiva, con el objetivo de aportar al proceso de construcción de un protocolo de evaluación cognitiva en niños y adolescentes a través de una estrategia computacional móvil; alternativa tecnológica que en comparación con técnicas tradicionales presenta fortalezas, entre las cuales se puede mencionar: facilidad en el desarrollo de pruebas de actividades cognitivas; portabilidad, accesibilidad y disponibilidad al usuario en cualquier hora y lugar; nuevas y actualizadas evaluaciones cognitivas, gracias al desarrollo tecnológico. Los beneficiarios de este proyecto son los psicólogos enfocados en el área de evaluación cognitiva y usuarios, los cuales serán evaluados por esta herramienta.

Como parte de los aportes realizados por la estrategia computacional móvil en el protocolo de evaluación cognitiva se realizaron pruebas por parte de psicólogos a niños y adolescentes entre los 5 y 16 años, con patologías genéticas y de daño cerebral, diagnosticados como discapacitados; de esta manera, el uso de esta estrategia permitió identificar algunos beneficios, como: la realización de pruebas, obtención y muestra de resultados con su respectivo diagnóstico, ahorro de papelería, optimización del tiempo de ejecución y análisis de datos.

#### **Descripción de la población objeto de la experiencia**

Esta investigación se lleva a cabo, principalmente al suroccidente de Colombia, departamento de Nariño, en la ciudad de Pasto. El entorno de la investigación es la Universidad Mariana, desarrollada por la facultad de Ingeniería, programa de Ingeniería de Sistemas. De igual manera, parte de los procesos de investigación se desarrollaron en el centro de Colombia, departamento de Cundinamarca, en la ciudad de Bogotá, como entorno de apoyo e investigación se trabajó con la Universidad San Buenaventura, Bogotá – Colombia; además, esta investigación fue apoyada por un candidato a magister en Neuropsicología Clínica de dicha universidad.

La población se estratificó en dos categorías, por un lado, los usuarios niños y adolescentes entre los 5 a los 16 años, con patologías genéticas y daño cerebral diagnosticados como discapacitados, del Instituto Ebenezer IPS, en la ciudad de Villavicencio departamento de Meta, y una segunda

categoría, los psicólogos enfocados en el área de evaluación cognitiva. El muestreo para la población de tipo usuarios, se ha determinado como no probabilística, intencional y por criterio, debido a que serán los niños entre los 5 y 16 años de la fundación de Villavicencio-Meta.

## Resultados

### Caracterización de los servicios que presta el protocolo de evaluación cognitiva en niños y adolescentes.

A continuación, se presenta el producto del análisis documental que constituye el documento síntesis de caracterización de los servicios que presta el protocolo de evaluación cognitiva. (Ver Tablas 1-8).

Tabla 1. *Neuropsicología cognitiva*

Neuropsicología cognitiva	
Fuente	Aportes síntesis a la investigación
Neuropsicología Cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva (Benedet, 2002).	La Neuropsicología cognitiva es un método en el que se involucran varias áreas del conocimiento en el área de psicología, debido que se estudia la organización cerebral y la estructura psicológica de las funciones mentales, esto hace referencia a la capacidad intelectual general, el aprendizaje y la memoria, las habilidades visoespaciales, el temperamento y la personalidad, el lenguaje, la atención y la concentración, las destrezas de ejecución de alto nivel o funciones ejecutivas.
La neuropsicología: Historia, conceptos básicos y aplicaciones (Campos, 2006).	

Tabla 2. *Tipo de pruebas cognitivas*

Tipo de pruebas cognitivas	
Fuente	Aportes síntesis a la investigación
Diferencias en Flexibilidad Cognitiva medidas mediante el Paradigma de Cambio de Tarea en Sinestesia y Esclerosis Múltiple. (Rodríguez, 2011).	Según el método de estudio y el tipo de evaluación, algunas de estas son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de atención.</li> <li>• Evaluación de precepción.</li> </ul>
TDAH: Instrumentos o pruebas para evaluar las funciones Neuropsicológicas y Ejecutivas (Parte I) (Fundacioncadah.org, s.f.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baterías y test de evaluación global neuropsicológicas.</li> <li>• Tareas de razonamiento abstracto y flexibilidad.</li> <li>• Evaluación de la memoria.</li> </ul>
Pruebas neuropsicológicas (s.f.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Token Test</li> <li>• Test de Memoria Semántico con incremento asociativo.</li> <li>• Prueba de ejecución continua auditiva y visual.</li> </ul>

Tabla 3. *Evaluación de atención*

Evaluación de atención	
Fuente	Aportes síntesis a la investigación
Repertorios cognoscitivos de atención, percepción y memoria. (Amador, Santacama y Kirchner, s.f.)	Evaluación de la atención: La atención es un proceso mental que permite que se centre en un determinado estímulo o información relevante. La atención es un pre-requisito para el funcionamiento de procesos cognitivos más complejos, ya que no es posible evaluar la percepción, la memoria o cualquier otra actividad mental sin tener en cuenta los procesos de atención.

Tabla 4. *Evaluación de la percepción*

<b>Evaluación de la percepción</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Aportes síntesis a la investigación</b>
Repertorios cognoscitivos de atención, percepción y memoria (Amador, Santacama y Kirchner, s.f.).	Evaluación de la percepción: La percepción implica el procesamiento activo de la información que llega a través de los diferentes sistemas sensoriales. Este procesamiento comprende un conjunto de pasos interrelacionados y sucesivos, que permiten codificar e integrar los estímulos en conjuntos significativos.

Tabla 5. *Evaluación de la memoria*

<b>Evaluación de la memoria</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Aportes síntesis a la investigación</b>
Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica (Muñoz et al., 2009).	El primer objetivo en la medición de la memoria es examinar y explicar la articulación de cada uno de los procedimientos de memoria, la experiencia subjetiva de la persona perjudicada en relación a los déficits y la forma en que se interfiere en una función diaria.

Tabla 6. *Tareas de razonamiento abstracto y flexibilidad*

<b>Tareas de razonamiento abstracto y flexibilidad</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Aportes síntesis a la investigación</b>
TDAH: Instrumentos o pruebas para evaluar las funciones Neuropsicológicas y Ejecutivas (Parte I) (Fundacioncadah.org, s.f.)	Mediante ejercicios de razonamiento se mide la capacidad de razonamiento abstracto, la flexibilidad cognitiva, nivel de perseverancia y la capacidad para seleccionar otro criterio de filtrado una vez se termine el ejercicio.

Tabla 7. *Test de memoria semántico con incremento asociativo*

<b>Test de memoria semántico con incremento asociativo</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Aportes síntesis a la investigación</b>
Diseño de un protocolo de tamizaje neuropsicológico en niños y adolescentes a través de un aplicativo en tecnologías de la información y la comunicación (Alarcón, 2016).	Cuatro tarjetas se muestran al evaluado, en las que se hallan cuatro elementos que hacen parte de una misma categoría semántica (animales, utensilios de cocina, prendas de vestir y frutas), con el nombre escrito en la parte inferior de cada tarjeta. Una prueba para recordar cada ítem de cada categoría. Dos pruebas para una recordación libre. Una prueba a los tres minutos con recordación con claves usando verbalización de la categoría semántica y por último una recordación final con ejercicios de interrupción.

Tabla 8. *Prueba de ejecución continua auditiva y visual*

<b>Prueba de ejecución continua auditiva y visual</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Aportes síntesis a la investigación</b>
Diseño de un protocolo de tamizaje neuropsicológico en niños y adolescentes a través de un aplicativo en tecnologías de la información y la comunicación (Alarcón, 2016).	Las pruebas de Ejecución Continua son pruebas directas, administradas para medir el nivel de atención como la velocidad de respuesta, resistencia a las distracciones y capacidad de inhibición.

## Construcción de una estrategia computacional móvil para los servicios del protocolo de evaluación cognitiva en niños y adolescentes.

Para este trabajo, en primer lugar se definió un modelo de proceso para la construcción de la estrategia computacional, definiendo fechas y horas de trabajo; se usó la metodología SCRUM para agilizar el desarrollo del proyecto, haciendo que las entregas sean parciales y regulares sobre el producto final, esta metodología está especialmente indicada para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, ya que los requisitos son cambiantes o poco definidos, y donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales (Bahit, 2012). Tras realizar 4 ciclos se obtiene un producto funcional de alta calidad. (Ver Figura 1).

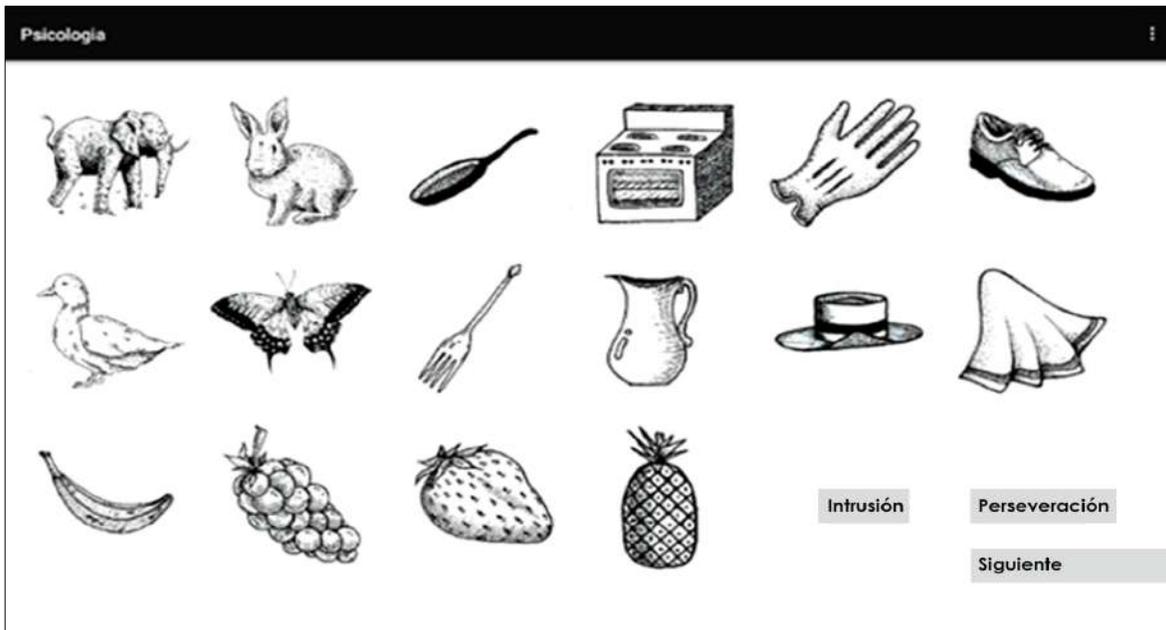


Figura 1. Módulo diseñado: memoria semántica con incremento asociativo.

### Realización de la prueba en niños y adolescentes

En las Figuras 2, 3 y 4 se indica la implementación de algunas pruebas que contempla la estrategia móvil, aplicadas a niños y adolescentes, la cual fue desarrollada y aplicada por un experto y profesional en el tema.



Figura 2. Prueba en niños (memoria)



Figura 3. Prueba en niños (auditiva).

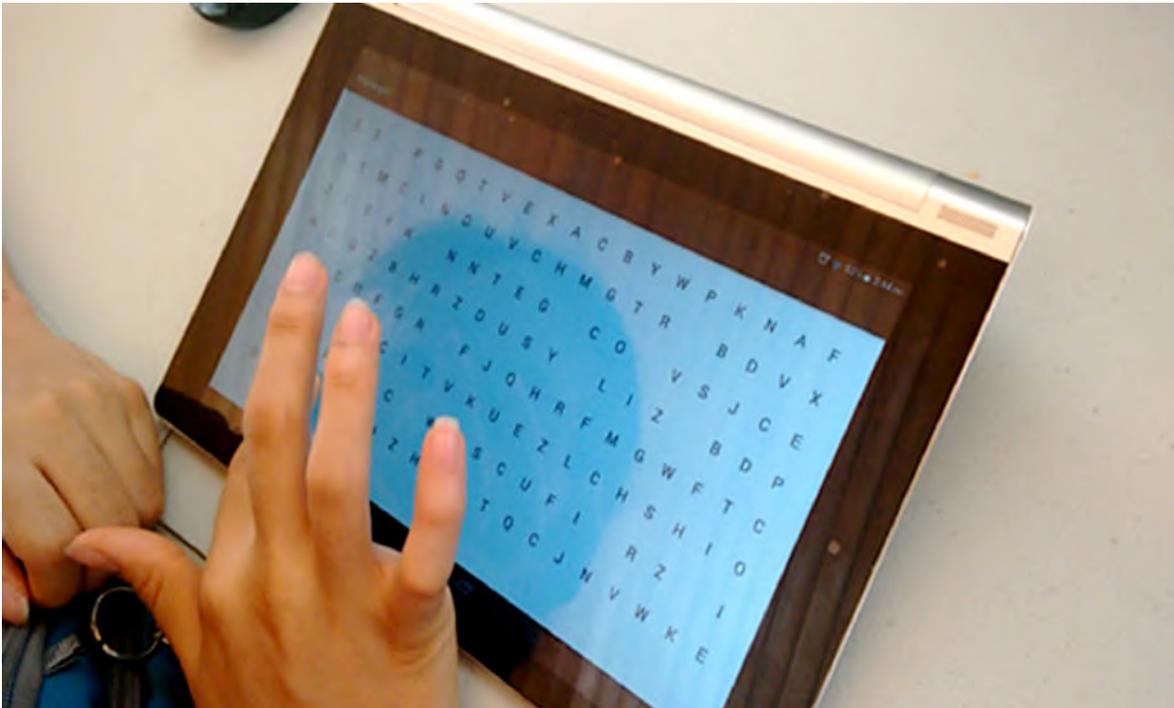


Figura 4. Prueba en niños (visual).

El aplicativo móvil se ejecutó en niños y adolescentes entre 5 y 16 años, con discapacidades físicas, se logró un resultado exitoso en el desarrollo de las pruebas con un óptimo rendimiento en cuanto a tiempo y un mínimo uso de papelería, puesto que anteriormente para realizar las pruebas se debía trasladar la papelería necesaria y estar en excelente estado, de lo contrario se debía volver a generar dicha documentación. El uso de la aplicación móvil facilitó a los evaluadores el desarrollo de las pruebas, como también el ingreso de los resultados y su almacenamiento. La herramienta presentó a los evaluadores los resultados de las pruebas de una manera ordenada y entendible, los niños se sintieron cómodos con el uso de la aplicación móvil, esto no fue un obstáculo en el desarrollo de las pruebas; en cuanto a la evaluación de la prueba de atención visual de la aplicación móvil, en niños con discapacidades oculares se presentaron algunos inconvenientes, pero se logró desarrollar muy bien la prueba auditiva.

### **Discusión y Conclusión**

El uso de SCRUM como metodología de desarrollo ágil y flexible para gestionar el desarrollo del software, permitió construir un producto con estándares de calidad, asegurando el seguimiento de un buen proceso para obtener un software con atributos de calidad. Bajo estas consideraciones, se obtuvo un programa para dispositivos móviles robusto, flexible, portable y con excelentes características de usabilidad, bondades que fueron validadas mediante pruebas con los usuarios finales.

Los procesos de articulación interdisciplinarios e interinstitucionales, fueron factores claves para el éxito de la investigación, entendidos como el trabajo cooperativo y mancomunado para alcanzar una meta trazada; para este estudio la labor de asistencia o asesoramiento de los psicólogos expertos en el área de evaluación cognitiva fueron supremamente importantes, dado que su intervención, tanto en las orientaciones al equipo de desarrollo del software, como en el diseño del software, se convirtió en una necesidad para construir un proceso y producto de calidad.

En cuanto a la infraestructura y requerimientos tecnológicos, se puede concluir que, la acogida de Android como una plataforma de código abierto más popular hoy en día, hace que el producto de software construido sea fácilmente portable y adaptable a cualquier tipo de dispositivos móviles modernos, como tabletas, celulares o televisores inteligentes. Al utilizar Android con SQLite se presentó un fácil manejo para la gestión de datos, puesto que SQLite no requiere configuraciones adicionales, por ser un sistema de base de datos relacional, contenido en una pequeña biblioteca escrita en código C y de dominio público, que se comporta, no de manera independiente con el programa al que presta su servicio, sino que se convierte en una parte de él, es decir, una aplicación embebida al programa, esto permite realizar operaciones de una manera limpia y eficiente.

La dificultad al trabajar con la plataforma de desarrollo Android Studio se presentó al momento de probar el software en el emulador, puesto que este es muy exigente en requerimientos de cómputo, demorando tiempo en generar una prueba de emulación, proceso que provocó retrasos e hizo dispendioso el proceso de entrega de prototipos para ser evaluados.

### Referencias

Alarcón, O. (2016). *Diseño de un protocolo de tamizaje neuropsicológico en niños y adolescentes a través de un aplicativo en tecnologías de la información y la comunicación* (documento de trabajo). Universidad San Buenaventura, Bogotá, Colombia.

Amador, J., Santacama, M. y Kirchner, T. (s.f.). *Repertorios cognoscitivos de atención, percepción y memoria* (documento de trabajo). Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/345/1/144.pdf>

Bahit, E. (2012). *Scrum y extrem programming para programadores*. Buenos Aires, Argentina: Sefe Creative.

Baños, R. (15 de agosto de 2009). La tecnología aplicada al bienestar psicológico. *El Litoral*. Recuperado de <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2009/08/15/nosotros/NOS-23.html>

Benedet, M. (2002). *Neuropsicología Cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación Fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva*. Madrid, España: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales.

Calvache Lopez, E. (7 de Marzo de 1997). *Investigación fundamentos básicos*. Pasto, Nariño, Colombia.

Campos, R. (2006). La neuropsicología: historia, conceptos básicos y aplicaciones. *Revista de Neurología*, 43(1), 58-59.

Fundacioncadah.org. (s.f.). *TDAH: Instrumentos o pruebas para evaluar las funciones Neuropsicológicas y Ejecutivas (Parte I)*. Recuperado de <http://www.fundacioncadah.org/web/articulo/tdah-instrumentos-o-pruebas-para-evaluar-las-funciones-neuropsicologicas-y-ejecutivas.html>

Pruebas neuropsicológicas. (s.f.). Recuperado de <http://www.biopsicologia.net/el-proyecto/n5-discapacidad/697-pruebas-neuropsicologicas>

Muñoz, H., Blázquez, J., Galpasoro, N., Gonzáles, B., Lubrini, G., Periañez, J.,... Cardoso, A. (2009). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Rodríguez, M. (2011). *Diferencias en Flexibilidad Cognitiva medidas mediante el Paradigma de Cambio de Tarea en Sinestesia y Esclerosis Múltiple* (tesis doctoral). Universidad de Granada, España.



# Oportunidades de formación del Ingeniero de Sistemas mediante comparación de los perfiles profesional y laboral

**Robinson Andrés Jiménez Toledo**  
**Álvaro Alexander Martínez Navarro**  
**Hernán Jair Gómez Palacios**  
**Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

## Resumen

Esta investigación realiza, en primera instancia, una caracterización de perfiles laboral (Ludeña, 2004) y profesional (García, 2014) de los ingenieros de sistemas en Colombia; en segunda instancia, se analiza de manera comparativa estos perfiles a la luz de estándares internacionales ACM (ACM, IEEE Computer Society and AIS, 2005); con esto, se desea conocer, tanto aspectos de formación de la carrera profesional, como oportunidades laborales exigidas por el sector productivo del contexto Colombiano. El proceso metodológico de investigación, fue asumido desde el paradigma cuantitativo, con un enfoque empírico analítico y tipo de investigación correlacional descriptivo, con un muestreo no probabilístico intencional por conveniencia, tanto de las universidades, como empresas de base tecnológica seleccionadas. Uno de sus principales hallazgos consistió en identificar que en las disciplinas de las Ciencias de la Computación (CS) y Sistemas de Información (IS), el perfil laboral requerido por las empresas tiene más exigencias en relación con el perfil laboral con el que egresan los estudiantes de ingeniería de sistemas de las universidades colombianas.

**Palabras clave:** perfil del ingeniero de sistemas, perfil de formación del ingeniero de sistemas, perfil del ingeniero de sistemas exigido por sector productivo.

## Introducción

Este manuscrito contiene la descripción de la experiencia significativa presentada por el Grupo de Investigación de Sistemas de la Universidad Mariana GISMAR en la XLII Conferencia Latinoamericana de Informática Valparaíso – Chile CLEI SCCC 2016, que se realizó del 10 al 14 de octubre de 2016; este escenario es el principal foro latinoamericano de informática y ciencias de la computación, para intercambiar ideas, experiencias y resultados de estudios entre investigadores, practicantes y estudiantes. En el CLEI 2016 se presentaron nueve (9) simposios temáticos y varios eventos, entre ellos talleres, tutoriales y paneles. A este prestigioso evento se presentó el artículo denominado *Study of professional and working profiles of the systems engineer in Colombia* (Jiménez, Hernández, Martínez, Muñoz y Jiménez, 2016).

Con el apoyo del director del programa de Ingeniería de Sistemas, Esp. Jesús Andrés Muñoz Guzmán y de las directivas de la Universidad Mariana fue posible la participación del grupo de investigación GISMAR en el evento académico realizado. Actualmente, el trabajo fue publicado en IEEE Xplore Digital Library. (Ver Figura 1).



Figura 1. Investigadores grupo GISMAR de izquierda a derecha, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro.

## Metodología

Los sustentos metodológicos de la presente investigación se basaron en los lineamientos del paradigma cuantitativo, mediante los procesos de recolección, análisis e interpretación de datos, conteo y uso de estadísticos descriptivos para dar respuesta a la pregunta orientadora (Medina, 2001); se abordó desde el enfoque empírico analítico, puesto que las variables de esta investigación desempeñan un papel fundamental para cumplir con los objetivos propuestos, además, orientaron la construcción de instrumentos de recolección y posterior procesamiento de la información. El tipo de investigación fue asumido como correlacional descriptivo, debido a que se sitúa el proceso en la búsqueda de descripciones o explicaciones del objeto de estudio, enmarcados en la caracterización y posterior contraste de los perfiles laboral y profesional de las más prestigiosas universidades y empresas de base tecnológica en Colombia (Abalde y Muñoz, 1992).

La selección de las universidades como parte de la población (ver Tabla 1), fue asumida desde el *QS Top Universities (QS World University Rankings, 2015)*, detallada por puestos a nivel mundial, de Latinoamérica, nacional y por facultad de Ingeniería y Tecnología, contrastado con el *ranking* del Modelo de Indicadores del Desempeño de la Educación - MIDE (Ministerio de Educación Nacional Colombiano [MEN], 2015); listado de universidades (Jiménez et al., 2016). Los criterios de evaluación para el proceso de clasificación de las universidades en los *rankings* QS y MIDE se implementan bajo modelos de valoración propios.

Tabla 1. Población y muestra universidades

Categorías	Población	Muestra
	No. Universidades Presentes <i>ranking</i> QS - MIDE	No. Universidades con Ingeniería de sistemas
Nacional (Colombia)	52	44

Fuente: *QS World University Rankings, 2015* y Ministerio de Educación Nacional Colombiano, 2015.

Las empresas de base tecnológica consideradas como parte de la población para esta investigación, fueron tomadas de Intersoftware (2015), MUNDOBIZ S.A.S. (2015), Publicaciones Semana S.A (2015), la clasificación se basa en el incremento de los ingresos bursátiles que las empresas han generado a lo largo del año 2014. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. *Población y muestra Empresas*

Categorías	Población		Muestra
	No. Empresas de base tecnológica contactadas		No. Empresas de base tecnológica colaboradoras
Nacional (Colombia)	86		15

Fuente: Jiménez, Palechor y Hernández, 2016.

El proceso de investigación recopila las síntesis de fuentes, instrumentos de recolección, técnicas de procesamiento de datos y productos obtenidos para cada objetivo específico. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. *Descripción de procesos de investigación*

Objetivos específicos	Fuente	Técnica de recolección	Técnica de Procesamiento	Resultado
Caracterizar el perfil que las universidades forman al Ingeniero de Sistemas.	<i>Rankings QS World University y ranking MIDE.</i>	Revisión documental Lista de chequeo	Análisis comparativo Estadística descriptiva	Documento síntesis de la caracterización del perfil del ingeniero de sistemas formado por las universidades.
Caracterizar el perfil del Ingeniero de Sistemas que requiere el sector productivo.	<i>Ranking empresas TI a nivel nacional de Intersoftware, revista Nota Económica, revista Dinero.</i>	Encuesta Lista de chequeo	Análisis Comparativo Estadística Descriptiva	Documento síntesis de la caracterización del perfil del ingeniero de sistemas que requiere el sector productivo.
Describir de manera comparativa las oportunidades de formación mediante el contraste de los perfiles profesional y laboral.	Documento caracterización del perfil profesional del ingeniero de sistemas en Colombia. Documento caracterización del perfil laboral del ingeniero de sistemas en Colombia.	Revisión documental Lista de chequeo	Análisis comparativo de los dos perfiles Estadística Descriptiva	Documento síntesis de descripción de manera comparativa las oportunidades de formación mediante el contraste de los perfiles profesional y laboral.

Fuente: Jiménez et al. (2016).

## Resultados

### Caracterización del perfil del ingeniero de sistemas formado en las universidades de Colombia – perfil profesional

Para el análisis de la información recolectada se identificó del plan de estudios las áreas de conocimiento específicas de la ingeniería de sistemas, de cada una de las 44 universidades que fueron tomadas del *ranking* QS y MIDE, asumidos por esta investigación como perfil profesional; se las consignó en el instrumento de lista de chequeo diseñado para este fin, con el propósito de identificar con qué frecuencia estas áreas de conocimiento están presentes en el Computing Curricula 2005 (ACM, IEEE *Computer Society* and AIS, 2005). Posteriormente, a partir de las páginas institucionales de cada universidad, se identificó los perfiles laborales, campos de acción o perfiles ocupacionales, asumidos por esta investigación como perfil laboral; se las consignó en el instrumento de lista de chequeo diseñado para este fin, con el propósito de identificar las características de los egresados de cada universidad y contrastarlas con las características de los egresados de las disciplinas ACM. (Ver Tablas 4 y 5).

Tabla 4. *Matriz de frecuencia por área de conocimiento*

Universidad	Disciplinas ACM <sup>1</sup>				
	CS	CE	IS	SE	IT
Total No. de áreas en las universidades	231	248	164	54	25
Porcentaje de áreas presentes	32%	34%	23%	7%	3%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

Tabla 5. *Matriz de frecuencia Características de los Egresados*

Universidad	Disciplinas ACM				
	CS	CE	IS	SE	IT
Total No. Características de egresados de las universidades	163	166	99	117	57
Porcentaje de Características presentes	27%	28%	16%	19%	9%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

### Relación de las características del egresado y áreas de conocimiento de las universidades con las disciplinas ACM

En la Tabla 6 se indica los porcentajes de presencia de las áreas de conocimiento y características de los egresados en las disciplinas ACM.

Tabla 6. *Porcentaje de áreas de conocimiento y características de los egresados presentes en las universidades*

Porcentajes	Disciplinas ACM				
	CS	CE	IS	SE	IT
Porcentaje de áreas presentes en las universidades	32%	34%	23%	7%	3%
Porcentaje de características de egresados presentes en las universidades	27%	28%	16%	19%	9%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

<sup>1</sup> Ciencias de la Computación (CS), Ingeniería Informática (CE), Sistemas de Información (IS), Ingeniería de Software (SE), Tecnología de la Información (IT)



Figura 2. Porcentaje de presencia de Áreas de conocimiento de las universidades Colombianas.

Fuente: Jiménez et al. (2016).

En la Figura 2 se indica que la Ingeniería Informática (CE) por ser una disciplina que encierra ciencia y tecnología del diseño, construcción, implementación, mantenimiento y validación de hardware y software de los sistemas informáticos, y además por tener gran variedad de áreas de conocimiento se lleva un alto porcentaje de presencia en la formación de Ingeniería de Sistemas de las universidades colombianas. Con igual comportamiento se encuentra la disciplina de Ciencias de la Computación (CS), con un 32% de áreas de conocimiento presentes. Por su parte, la disciplina Sistemas de Información (IS) aparece con algunas de sus áreas de conocimiento similares a las dos primeras disciplinas.

Las disciplinas de Ingeniería de Software (SE) y Tecnologías de la Información (IT) tienen un bajo porcentaje en áreas de conocimiento, ya que se asumen pocas de ellas en la formación profesional del ingeniero de sistemas (ver Figura 3), pero es probable, que más de estas áreas se traten en estudios posteriores, lo que puede incrementar el porcentaje de presencia en áreas de conocimiento.



Figura 3. Porcentaje de presencia de Características de egresados de las universidades Colombianas.

Fuente: Jiménez et al. (2016).

En la Figura 3 se indica que las disciplinas de Ingeniería Informática (CE) y Ciencias de la Computación (CS), tienen un alto porcentaje de presencia con relación al referente ACM, específicamente sobre las características de los egresados. Por su parte, el porcentaje de presencia de estas características para la disciplina Ingeniería de Software (SE) es representativo en las universidades analizadas y comparte algunas de éstas con las disciplinas CE y CS. Una de las posibles causas por la cual el porcentaje de incidencia de la disciplina de Tecnología de la Información (IT) es bajo, se debe al hecho de existir en el referente ACM muy pocas características de egresados con las que se puede comparar desde los datos obtenidos en las universidades.

En forma general se puede observar en los resultados de frecuencias, que tanto en las áreas de conocimientos, como en las características de los egresados, las disciplinas predominantes fueron Ciencias de la Computación (CS) e ingeniería informática (CE); en la Figura 4 se indica el comportamiento de las disciplinas según ACM, donde se puede inferir que las universidades están formando para diversas áreas de actuación, pero existe una deficiencia de formación en lo relacionado con cuestiones organizacionales y sistemas de información.

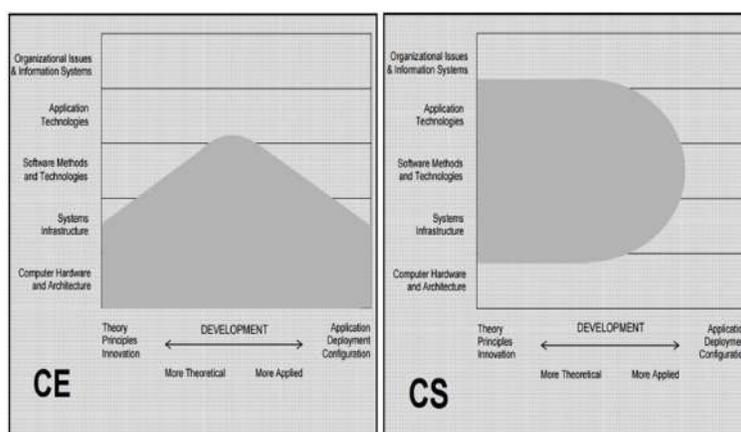


Figura 4. Comportamiento de las disciplinas Ingeniería Informática (CE) y Ciencias de la Computación (CS).

Fuente: (ACM, IEEE Computer Society and AIS, 2005).

### Caracterización del perfil del ingeniero de sistemas exigido por el sector productivo en Colombia – Perfil Laboral

Para el análisis de la información recolectada se identificó las áreas de conocimiento que requieren las empresas, con el propósito de identificar con qué frecuencia estas áreas de conocimiento están presentes en el Computing Curricula 2005 (ACM, IEEE Computer Society and AIS, 2005). Posteriormente, a partir de la respuesta dada a la encuesta aplicada se identificó las características de los egresados que requieren las empresas, asumidos por esta investigación como perfil laboral y se las consignó en el instrumento lista de chequeo, con el fin de contrastarlas con las características de los egresados de las disciplinas ACM. (Ver Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Matriz de frecuencia por área de conocimiento

Empresa	Disciplinas ACM				
	CS	CE	IS	SE	IT
Total No. de áreas en las universidades	14	10	8	8	3
Porcentaje de áreas presentes	33%	23%	19%	19%	7%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

Tabla 8. *Matriz de frecuencia Características de los Egresados*

No. empresa	Disciplinas ACM				
	CS	CE	IS	SE	IT
Total No. de áreas en las universidades	35	24	27	8	0
Porcentaje de áreas presentes	37%	26%	29%	9%	0%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

### Relación de las características del egresado y áreas de conocimiento de las empresas con las disciplinas ACM

La Tabla 9 indica los porcentajes de presencia de las áreas de conocimiento y características de los egresados en las disciplinas ACM.

Tabla 9. *Porcentaje de áreas de conocimiento y características de los egresados presentes en las universidades*

Porcentajes	Disciplinas				
	CS	CE	IS	SE	IT
Porcentaje de áreas presentes en las empresas	33%	23%	19%	19%	7%
Porcentaje de características de egresados presentes en las empresas	37%	26%	29%	9%	0%

Fuente: Jiménez et al. (2016).



Figura 5. Porcentaje de presencia de Áreas de conocimiento de las Empresas de base tecnológica en Colombia.

Jiménez et al. (2016).

En la Figura 5 se indica que Ciencias de la Computación (CS) tiene gran variedad de áreas de conocimiento, por lo que se lleva un alto porcentaje de presencia en el perfil requerido por las empresas. Con igual comportamiento se encuentra la disciplina de Ingeniería Informática (CE) con un 23% de áreas de conocimiento presentes. Por su parte, con un 19% las disciplinas Sistemas de Información (IS) e Ingeniería de Software (SE) aparece con algunas áreas de conocimiento similares a las dos primeras disciplinas. Una de las posibles causas por la cual el valor de frecuencia obtenido para la disciplina de Tecnología de la Información (IT) es bajo, se debe a que existen muy pocas áreas de conocimiento con las que se puede comparar desde el referente ACM con los datos obtenidos de las empresas de base tecnológica.



Figura 6. Porcentaje de presencia de Características de egresados de las empresas de base tecnológica e Colombia.

Fuente: Jiménez et al. (2016).

En la Figura 6 se puede observar que las disciplinas de Ciencias de la computación (CS) y sistemas de Información (IS), tienen un alto porcentaje de presencia con relación al referente ACM, específicamente sobre las características de los egresados. Por su parte, el porcentaje de presencia de estas características para la disciplina Ingeniería Informática (CE) es representativo en las empresas analizadas y comparte algunas características con las disciplinas CE e IS. Una de las posibles causas por la cual el porcentaje de incidencia de la disciplina Ingeniería de Software (SE) es bajo, se debe al hecho de existir en el referente ACM pocas características con las que se puede comparar los datos obtenidos de las empresas. El bajo resultado de la disciplina de Tecnología de la Información (IT) se debe a que las respuestas de las empresas, no explicitan concretamente las características de los egresados para ser comparados con el referente ACM.

#### Relación entre el perfil profesional formado en las universidades con el perfil profesional requerido por las empresas

Dentro del estudio se realiza un análisis relacional sobre el perfil profesional y formado en las universidades y lo requerido por las empresas, también se analiza el porcentaje de presencia de cada una de las disciplinas ACM en el perfil profesional, tanto de las universidades como de las empresas. (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Relación del perfil profesional entre universidades y empresas

Disciplinas	Áreas de conocimiento	
	Universidades	Empresas
Ciencias de la Computación	32%	33%
Ingeniería informática	34%	23%
Sistemas de información	23%	19%
Ingeniería de software	7%	19%
Tecnología de la información	3%	7%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

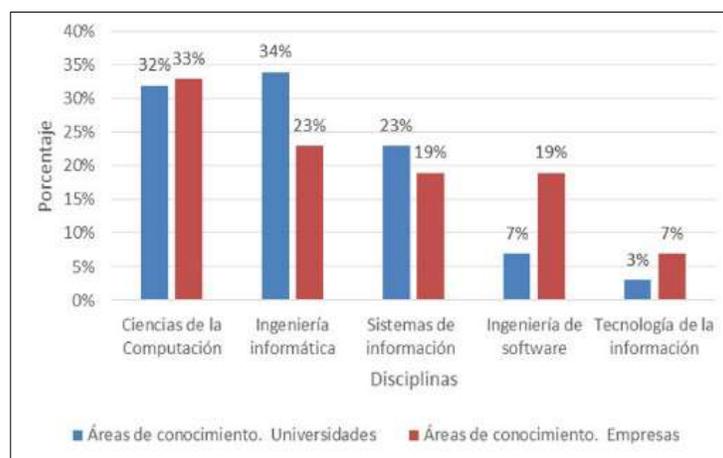


Figura 7. Relación del perfil Profesional entre universidades y empresas

Fuente: Jiménez et al. (2016).

En la Figura 7 se puede observar que en las disciplinas de Ciencias de la Computación (CS), Ingeniería de Software (SE) y Tecnología de la Información (IT), el porcentaje de áreas de conocimiento requeridas por las empresas, supera a las áreas de conocimiento formadas en las universidades, esto implica que las universidades deberían abordar estas competencias en sus currículos. Ocurre lo contrario en las disciplinas de Ingeniería Informática (CE) y Sistemas de Información (IS), donde el capital humano formado por las universidades, atienden a los requerimientos de las empresas de base tecnológica. Por otro lado, con los valores de porcentajes más representativos se encuentran las disciplinas CS, CE e IS, indicando que las universidades forman lo que las empresas realmente exigen en estas áreas de conocimiento. En relación con los valores menos representativos aparece las disciplinas de SE e IT, señalando dificultades en procesos de formación de áreas de conocimiento por parte de las universidades y la falta de exploración de estos campos por parte de las empresas de base tecnológica, en comparación con las oportunidades que existen en contextos internacionales, fundamentados en normas, como ACM.

#### Relación entre el perfil laboral de las universidades con el perfil laboral requerido por las empresas

En la Tabla 11 se relaciona el perfil laboral de las universidades y empresas, detallando el porcentaje de presencia con cada una de las disciplinas ACM.

Tabla 11. Relación del perfil laboral entre universidades y empresas

Disciplinas	Características de los Egresados	
	Universidades	Empresas
Ciencias de la Computación	27%	37%
Ingeniería informática	28%	26%
Sistemas de información	16%	29%
Ingeniería de software	19%	9%
Tecnología de la información	9%	0%

Fuente: Jiménez et al. (2016).

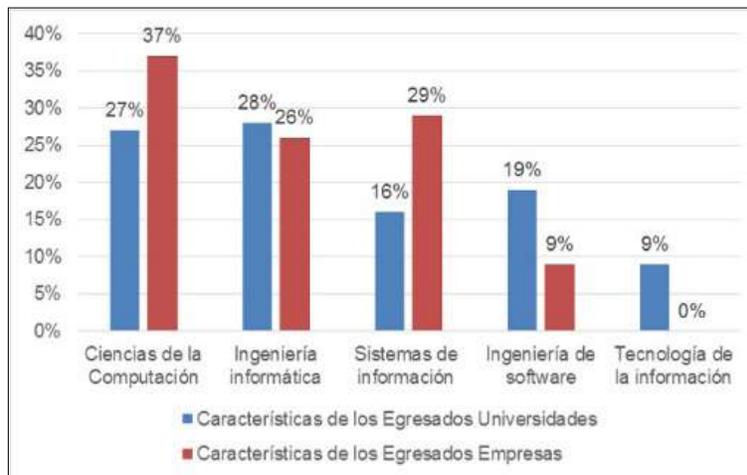


Figura 8. Relación del perfil profesional entre universidades y empresas  
Fuente: La presente investigación.

En la Figura 8 se puede observar que en las disciplinas de Ciencias de la Computación (CS) y Sistemas de Información (IS), el porcentaje de características de egresados que requieren las empresas supera a las características de egresados de las universidades. Ocurre lo contrario en las disciplinas Ingeniería Informática (CE), Ingeniería de Software (SE) y Tecnología de la información (IT), donde las características de los egresados de las universidades se articulan de manera coherente con las necesidades de las empresas de base tecnológica. Por otra parte, con los valores más representativos se encuentran las disciplinas CS y CE, indicando que los egresados de las universidades aportan laboralmente a las exigencias de las empresas de base tecnológica. En relación con los valores menos representativos aparecen las disciplinas IS, SE e IT, indicando debilidades en las competencias adquiridas por los egresados en las universidades y la falta de exploración de estos campos por parte de las empresas de base tecnológica, en comparación con las oportunidades que existen en contextos internacionales, fundamentados en normas, como ACM.

### Conclusión y Discusión

La Ingeniería Informática (CE) al ser una disciplina que encierra ciencia y tecnología del diseño, construcción, implementación, mantenimiento y validación de hardware y software de los sistemas informáticos, junto con la disciplina de Ciencias de la Computación (CS), se caracterizaron en esta investigación por tener una gran variedad de áreas de conocimiento identificadas, evidenciando un alto porcentaje de presencia de estas áreas en la formación de Ingenieros de Sistemas de las universidades colombianas. En este mismo contexto la disciplina Sistemas de Información (IS) con un porcentaje de aparición más bajo, se caracterizó por compartir algunas de sus áreas de conocimiento con estas disciplinas predominantes. Por su parte las disciplinas Ingeniería de Software (SE) y Tecnologías de la Información (IT) tienen un bajo porcentaje en áreas de conocimiento que inciden en la formación de ingenieros de sistemas, pero es probable, que estas áreas se traten en estudios de especializaciones, lo que incrementaría el porcentaje de presencia en áreas de conocimiento.

Las disciplinas de Ingeniería Informática (CE) y Ciencias de la Computación (CS), tienen un alto porcentaje de presencia en relación con el referente ACM, específicamente sobre las características de egresados. Por su parte el porcentaje de presencia de estas características para la disciplina Ingeniería de Software (SE) es representativo en las universidades analizadas y comparte algunas de éstas con las disciplinas CE y CS.

Los resultados de frecuencias, tanto en áreas de conocimientos, como en las características de los egresados, concluyeron que las disciplinas predominantes fueron Ciencias de la Computación (CS) e Ingeniería Informática (CE); el comportamiento de estas disciplinas según ACM, puede indicar que las universidades Colombianas están formando para diversas áreas de actuación, pero existe una deficiencia de formación en lo relacionado con cuestiones organizacionales y sistemas de información.

Específicamente, sobre las características de los egresados, se identificó que las disciplinas de Ciencias de la Computación (CS) y Sistemas de Información (IS), tienen un alto porcentaje de presencia en relación con el referente ACM. Por su parte el porcentaje de presencia de estas características para la disciplina Ingeniería informática (CE) es representativo en las empresas analizadas y comparte algunas características con las disciplinas CE e IS. Una de las posibles causas por la cual el porcentaje de incidencia de la disciplina Ingeniería de Software (SE) es bajo, se debe al hecho de existir en el referente ACM pocas características con las que se puede comparar los datos obtenidos de las empresas. El bajo resultado de la disciplina de Tecnología de la información (IT) se debe a que las respuestas de las empresas, no explicitan concretamente las características de los egresados para ser comparados con el referente ACM.

Respecto al perfil profesional analizado desde los datos obtenidos en las universidades y empresas de base tecnológica, se encontró que las disciplinas de Ciencias de la Computación (CS), Ingeniería de Software (SE) y Tecnología de la información (IT), el porcentaje de áreas conocimiento requeridas por las empresas, supera a las áreas de conocimiento formadas en las universidades. Esto implica que las universidades deberían abordar estas competencias en sus currículos.

### Referencias

- Abalde, E. y Muñoz, J. (1992). Metodología cuantitativa vs. cualitativa. *Repositorio Universidad de la Coruña*, 88-99. Recuperado de <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/8536/CC-02art7ocr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, C. (2014). *Orientación laboral y promoción de la calidad en la formación profesional para el empleo*. Madrid, España: Paraninfo.
- Intersoftware. (2015). *Empresas*. Recuperado de <http://www.intersoftware.org.co/empresas>
- Jiménez, R., Palechor, A. y Hernández, G. (2016). *Estudio del perfil del Ingeniero de Sistemas a nivel nacional* (Trabajo de investigación). Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.
- Jiménez, R., Hernandez, G., Martinez, A., Muñoz, J. y Jiménez, J. (2016). Study of professional and working profiles of the systems engineer in Colombia. *IEEE xplore digital library*. doi:10.1109/SCCC.2016.7836044
- Jiménez, R., Hernández, G., Martínez, A., Muñoz, J. y Jiménez, J. (2016). Estudio del perfil del Ingeniero de Sistemas a nivel nacional. En 35ª. Conferencia Internacional de la Sociedad Chilena, Valparaiso, Chile.
- Ludeña, A. (2004). *La formación por competencias laborales. Guía técnico - pedagógica para docentes de formación profesional* (2<sup>da</sup>. ed.). Lima, Perú: Programa de Capacitación Laboral CAPLAB.
- Medina, C. (2001). Paradigmas de investigación sobre lo cuantitativo y lo cualitativo. *Ciencia e Ingeniería neogranadina*, 79-84 .

Ministerio de Educación Nacional Colombiano. (2015). *Modelo de indicadores del desempeño de la educación*. Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/mide>

MUNDOBIZ S.A.S. (2015). Líderes empresariales. *Revista la Nota Económica*. Recuperado de <http://www.lanotadigital.com/leaders/grandes/>

Publicaciones Semana S.A. (2014). Industria de las TIC necesita más ingenieros. Recuperado de <http://www.dinero.com/pais/articulo/mercado-laboral-ingenieros-sistemas-colombia/199380>

QS Quacquarelli Symonds Limited. (2014). *Rankings QS University: América Latina 2014*. Recuperado de <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2014>

QS World University Rankings. (2015). *University Rankings*. Recuperado de <http://www.topuniversities.com/university-rankings>

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Jóvenes investigadores GISMAR en el plan de fortalecimiento de capacidades regionales en el departamento de Nariño

**Robinson Andrés Jiménez Toledo**  
**Álvaro Alexander Martínez Navarro**  
**Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**  
**Mario Fernando Jojoa Acosta**  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

## Resumen

El Grupo de Investigación de Sistemas de la Universidad Mariana GISMAR, propende mediante su plan estratégico, específicamente con el objetivo del fortalecimiento y fomento de la investigación formativa y científica, de acuerdo con la línea de investigación definida por el grupo, facilitar el acercamiento de jóvenes talentos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el departamento de Nariño, por medio de la consolidación de proyectos de CTel, que les permita desarrollar sus habilidades y capacidades como investigadores en el contexto regional. Después de grandes esfuerzos por parte de los integrantes del grupo de investigación GISMAR, encabezado por su director, Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo, realizaron acercamientos, asesorías y seguimiento de múltiples propuestas presentadas a este programa, con la valiosa colaboración, tanto del director del Programa de Ingeniería de Sistemas, Esp. Jesús Andrés Muñoz Guzmán, como de la rectora de la Universidad Mariana, Hna. Amanda del Pilar Lucero Vallejo, se logra de manera satisfactoria y significativa, posicionar a doce jóvenes investigadores pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana y su grupo de investigación GISMAR.

**Palabras clave:** fortalecimiento de capacidades regionales departamento de Nariño, jóvenes investigadores Gobernación de Nariño, proyectos CTel.

## Introducción

El programa: Fortalecimiento de capacidades regionales en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el departamento de Nariño, identificado con BPIN 2013000100092, aprobado por el Órgano Colegiado de Administración y Decisión -OCAD del FCTel-SGR, mediante Acuerdo No. 005 del 19 de julio de 2013, promueve la iniciación y el entrenamiento de los jóvenes nariñenses en el ámbito científico, con el propósito de adquirir un perfil de investigadores e innovadores, capaces de generar soluciones reales a las necesidades del conocimiento del departamento y del país en general. A su vez, se consolida como un escenario de encuentro para investigadores, docentes, profesionales y estudiantes de último semestre en un contexto real. El componente: Jóvenes investigadores e innovadores, fue dirigido a estudiantes de último semestre de pregrado y jóvenes profesionales oriundos del departamento de Nariño o residentes habituales que hayan obtenido algún título en el departamento, ya sea de bachiller o pregrado universitario, que demuestren, no sólo excelencia académica, sino el compromiso de impactar con su formación positivamente las condiciones del departamento de Nariño.

## Jóvenes investigadores del grupo GISMAR

Joven investigador 1. Esp. Francisco José Delgado Ortega. Proyecto: Plataforma web para la gestión de la red departamental del banco de proyectos de inversión municipal. Director: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Carlos Arbey Castillo, fecha de inicio 2 de marzo de 2015, fecha de culminación 27 de mayo de 2016.

Joven investigador 2. Ing. Juan Sebastián Maya Narváez. Proyecto: Plataforma web para la gestión de la red departamental del banco de proyectos de inversión municipal. Director: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Carlos Arbey Castillo, fecha de inicio 2 de marzo de 2015, fecha de culminación 27 de mayo de 2016.

Joven investigador 3. Esp. María Camila Arcos Ortiz. Proyecto: Construcción de una plataforma web para la gestión del proceso de contratación en la Gobernación Departamental de Nariño. Director: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro, fecha de inicio 3 de febrero de 2015, fecha de culminación 3 de mayo de 2016.

Joven investigador 4. Esp. Cindy Lorena Chamorro Rosero. Proyecto: Construcción de una plataforma web para la gestión del proceso de contratación en la Gobernación Departamental de Nariño. Director: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg(C). Mario Fernando Jojoa Acosta, fecha de inicio 3 de febrero de 2015, fecha de culminación 3 de mayo de 2016.

Joven investigador 5. Esp. Marcela Victoria Hernández Urresti. Proyecto: Diseño, desarrollo e implementación de una herramienta web para la gestión de información presupuestal del Plan Departamental de aguas de la Gobernación de Nariño. Director: Mg. Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, fecha de inicio 9 de junio de 2015, fecha de culminación 9 de julio de 2016.

Joven investigador 6. Esp. Juan Pablo Carrera Enríquez. Proyecto: Diseño, desarrollo e implementación de una herramienta web para la gestión de información presupuestal del Plan Departamental de aguas de la Gobernación de Nariño. Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg(C). Geovany Steven Viteri Salazar, fecha de inicio 9 de junio de 2015, fecha de culminación 9 de julio de 2016.

Joven investigador 7. Juan David Sánchez Zamudio. Proyecto: Diseño, desarrollo e implementación de una herramienta web para la gestión de información presupuestal del Plan Departamental de aguas de la Gobernación de Nariño. Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg(C). Edgar Roberto Dulce Villareal, fecha de inicio 9 de junio de 2015, fecha de culminación 9 de julio de 2016.

Joven investigador 8. Danny Rafael Delgado Bastidas. Proyecto: Acercando zonas rurales alejadas a kioscos vive digital al comercio electrónico de la agricultura y artesanías. Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Hermán Jair Gómez Palacios, fecha de inicio 9 de junio de 2015, fecha de culminación 9 de julio de 2016.

Joven investigador 9. Santiago Guerrero Eraso. Proyecto: Sistema de publicidad interactiva, enfocado en los carnavales de negros y blancos en la ciudad de Pasto, utilizando la tecnología de realidad aumentada. Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo, fecha de inicio 28 de julio de 2015, fecha de culminación 28 de julio de 2016.

Joven investigador 10. Wilson Armando Unigarro Botina. Proyecto: Creación asistida de alertas sobre el sistema de transporte público automotor en la ciudad de Pasto basado en tecnología web. Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Jesús Andrés Muñoz Guzmán, fecha de inicio 14 de diciembre de 2015, fecha de culminación 14 de diciembre de 2016.

Joven investigador 11. Juan Carlos Rosero Cuastumal. Proyecto: Sistema de análisis y georreferenciación sobre accidentalidad vial a nivel municipal en Pasto (módulo 2). Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg. Franklin Eduardo Jiménez Giraldo, fecha de inicio 5 de diciembre de 2015, fecha de culminación 5 de diciembre de 2016.

Joven investigador 12. David Ernesto Chamorro Cisneros. Proyecto: Sistema de análisis y georreferenciación sobre accidentalidad vial a nivel municipal en Pasto (módulo 2). Director: Robinson Andrés Jiménez Toledo. Asesor: Mg(C). Álvaro Ricardo Cujar Rosero, fecha de inicio 5 de diciembre de 2015, fecha de culminación 5 de diciembre de 2016.

### **Diseño, desarrollo e implementación de una herramienta web para la gestión de información presupuestal del plan departamental de aguas de la gobernación de Nariño**

Actualmente los procesos presupuestales llevados a cabo en el Plan Departamental de Aguas (PDA o PAP-PDA) de la Gobernación de Nariño presentan una problemática relacionada con los métodos utilizados en su gestión, por lo que se hace necesario mencionar algunos síntomas y causas, entre ellos: la ausencia de la sistematización de procesos presupuestales hace que la gestión sea complicada y tediosa de llevar, ya que no tiene un buen control de información, esto se atribuye a que, actualmente no se encuentra implementada una herramienta informática para llevar este tipo de procesos. Mediante estos síntomas y causas se pudo diagnosticar la necesidad de generar una herramienta que permita la administración de los procesos presupuestales del PDA, que a su vez sea flexible, accesible, acoplable, adaptable a nuevos cambios y desarrollada bajo nuevas tecnologías. Por lo anterior, el objetivo principal de la investigación fue aportar en la gestión de procesos presupuestales del PDA mediante el diseño, desarrollo e implementación de una herramienta web.

Esta herramienta pretende manejar los procesos relacionados con la administración de los proyectos dentro del PDA, tales como: registro, asignación, manejo y actualización de certificados de disponibilidad de recursos (CDR), compromisos y pagos, como también el diseño y elaboración de un banco de proyectos sobre el que se basará la administración de los procesos anteriormente mencionados; además, para que la información perdure a través del tiempo. La investigación pertenece al tipo descriptivo – propositivo, puesto que busca describir situaciones o acontecimientos, aquí se caracterizó la situación actual de la gestión de procesos para lograr un aporte en la gestión de los procesos presupuestales del PAP-PDA.

#### **Antecedentes y estado del conocimiento.**

SYSMAN S.A.S. Gobierno Efectivo - Contabilidad y Tesorería (Sysman, 2016). Es un sistema integral que permite el manejo y control eficaz de la información financiera de la entidad y facilita la correcta toma de decisiones, también permite la actualización en línea o en lote de la información de la entidad.

SAP. (Gobernación de Antioquia, 2015). Sistema de Información que integra presupuesto, contabilidad, compras inventarios, rentas, tesorería, etc. en la Administración Departamental – Gobernación de Antioquia.

El Sistema Integrado de Información Financiera - SIIF Nación constituye una iniciativa del Ministerio de Hacienda y Crédito Público que permite a la Nación consolidar la información financiera de las Entidades que conforman el Presupuesto General de la Nación y ejercer el control de la ejecución presupuestal y financiera de las Entidades pertenecientes a la Administración Central Nacional y sus subunidades descentralizada, con el fin de propiciar una mayor eficiencia en el uso de los recursos de la Nación y de brindar información oportuna y confiable. (Ministerio de Hacienda, s.f., p. 28).

Consolidador de Hacienda e Información Pública (CHIP). (Sistema CHIP, s.f.). El Consolidador de Hacienda e Información Pública (CHIP), es un sistema de información diseñado y desarrollado por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público - Programa FOSIT, para que, con la adecuada reglamentación y estructura procedimental, canalice la información financiera, económica, social y ambiental de los entes públicos hacia los organismos centrales y al público en general bajo la administración y responsabilidad de la Contaduría General de la Nación. Contiene información económica, social y ambiental, relacionada con la contabilidad, la tesorería y el presupuesto de las entidades estatales; así mismo, se puede tener la información de notas generales y específicas y de los informes de control interno contable. Además, se encuentra el reporte de los deudores morosos del Estado, los reportes del Formulario Único Territorial FUT, el seguimiento, monitoreo y control a los Programas de Alimentación Escolar - PAE y los recursos del Conpes Primera Infancia.

### **Metodología**

El paradigma cuantitativo busca la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias (Tamayo, 1999a), por lo tanto, el paradigma que orienta la presente propuesta se enfoca en lo cuantitativo, ya que los resultados obtenidos en el proceso de análisis de información son cuantificados y medidos.

El enfoque empírico-analítico busca los hechos o causa de los fenómenos sociales a fin de describirlos, explicarlos o predecirlos (Sepulveda, s.f.), por esta razón, la presente investigación permite analizar las causas y síntomas que originan el problema, para posteriormente dar una solución mediante la implementación de una estrategia computacional, relacionada con la gestión de información de procesos presupuestales del Plan Departamental de Aguas en la Gobernación de Nariño.

La investigación toma el tipo de investigación de corte descriptivo, ya que éste busca describir situaciones o acontecimientos (Tamayo, 1999b), se caracteriza la situación actual de la gestión de procesos, para después lograr un aporte; también se toma la investigación aplicada, “aquella que parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada” (Martínez, 2015, p. 2), debido a que se quiere dar solución a la problemática relacionada con la gestión de información de procesos presupuestales del Plan Departamental de Aguas en la Gobernación de Nariño.

### **Resultados**

#### **Caracterización gestión de información de procesos presupuestales**

Mediante el proceso de caracterización se pretendió identificar de qué manera se gestiona la información de los procesos presupuestales manejados en el Plan Departamental de Aguas del departamento de Nariño (PDA), y se logró observar que la información de estos procesos es manipulada de forma ineficiente, además, no cuenta con una sistematización que permita la consulta, contraposición y verificación de la información. Para llevar a cabo el objetivo se realizó una observación directa, con apoyo del personal encargado de realizar y administrar los procesos presupuestales del PDA; como resultado se obtuvo la descripción de los procesos presupuestales y los inconvenientes presentados al gestionar la información obtenida.

Los principales procesos presupuestales llevados a cabo en el Plan Departamental de Aguas PDA de la Gobernación de Nariño, son: expedición de certificados de disponibilidad de recursos, compromisos y pagos. Estos movimientos están intrínsecamente relacionados con la gestión de proyectos que también administra el PDA, ya que estos movimientos presupuestales permiten a los administradores del PDA tener control sobre los recursos invertidos y verificar el estado de ejecución de los mismos.

Para que se realice el primer proceso presupuestal del PDA es necesario que un proyecto sea aceptado por el comité directivo; con la existencia de un acta de aprobación expedida por este comité se puede iniciar con los procesos presupuestales ligados a un proyecto. El primer proceso presupuestal en llevarse a cabo después de ser aprobado un proyecto es la expedición de uno o varios certificados de disponibilidad de recursos o CDR que contienen la información sobre los recursos aprobados para la ejecución del proyecto. Estos certificados son requeridos al consorcio FIA (Financiamiento de Inversiones en Agua) mediante una solicitud de certificado de disponibilidad de recursos para adquirir compromisos.

Los CDR cuentan con vigencia de seis (6) meses calendario, contando desde su fecha de expedición, si estos certificados no son utilizados para la apertura de un proceso de contratación, el contrato para el que se expidió suscribe o no y se informa sobre su utilización al consorcio FIA, este certificado no podrá ser utilizado como soporte para realizar compromisos de los recursos solicitados mediante un contrato. Como consecuencia, el documento anteriormente mencionado deberá ser remitido al consorcio FIA, para que proceda a realizar la anulación del mismo y expedir uno nuevo con la vigencia ajustada. De la misma forma, es posible realizar liberaciones de los valores totales o saldos de los recursos de un CDR, esto es posible en caso de vencimiento del CDR o con la culminación y liquidación de los compromisos existentes relacionados directamente con el CDR, con la finalidad de habilitar la reasignación de estos recursos en otros proyectos.

El segundo proceso presupuestal es el compromiso, este es una representación de un contrato mediante el cual se atribuye la ejecución de recursos para proyectos a través de un tercero, ya sea este, una persona natural o una persona jurídica. En el contrato se especifica información relevante sobre el tercero, los plazos de ejecución del contrato, el valor total, los CDR de los que se obtendrán los recursos, la forma de pago, si el contrato tendrá anticipos y la cantidad de cuotas en que se debitarán los pagos. Un compromiso puede llegar a ser liquidado (dar por terminado) mediante la expedición de un acta de liquidación en el caso de que el contrato no fuese ejecutado, si se ejecutó, pero no se culminó de manera exitosa o cuando se ha ejecutado completamente de forma exitosa. Después de liquidar un compromiso es posible realizar la liberación de recursos siempre y cuando existan dineros que no fueron utilizados en el proyecto; esto con la finalidad de volver a utilizar recursos para generar nuevos compromisos o para poder realizar la liberación de recursos del CDR.

El último movimiento presupuestal se refiere a los pagos que representan el valor en pesos que se debita a un tercero en diferentes lapsos de tiempo, dependiendo de la especificación de modos de pago y cantidad de plazos especificados en el compromiso o contrato (es posible realizar adelantos de dineros para iniciar la ejecución de un contrato). Un pago se relaciona con un compromiso y antes de poder ser realizado es necesario especificar en qué proporciones se pretende extraer los recursos de cada CDR, puntualizando sobre cada una de sus fuentes, esto se denomina: tabla de distribución de recursos, que permite delimitar los pagos para ser debitados de forma fija y realizar liberaciones de recursos de compromiso y de CDR, reintegrando los valores correspondientes a cada una de las fuentes de origen y permitiendo el control sobre el flujo de activos. Los pagos manejan el término denominado amortización que consiste en el descuento paulatino de un valor monetario dado como adelanto, este descuento se restará en forma de porcentaje de cada uno de los futuros pagos que se realizarán en el tiempo estipulado del contrato. Cuando se realiza el último pago estimado se puede dar como terminado el proceso presupuestal sobre un compromiso y proceder a su debida liquidación.

En la actualidad, el manejo de toda la información relacionada con los proyectos y los procesos presupuestales mencionados, está siendo realizada de forma completamente manual mediante la tabulación de datos en Excel y utilizando otras herramientas informáticas que no están desarrolla-

das para administrar este tipo de información de manera adecuada. También cabe resaltar que el almacenamiento es realizado totalmente de forma física en folios, carpetas y archivadores, generando búsquedas demoradas, tediosas y poco eficientes. Estos procesos manejados de forma rústica, molestan en las labores diarias de la oficina de Coordinación Financiera, debido a que se deben realizar constantes comparaciones de la información que les es otorgada por el consorcio FIA mediante su página web y la información que ellos manejan manualmente. También existe la inconformidad con el manejo de información por parte del consorcio FIA, ya que constantemente ésta no concuerda con la que se contiene en los folios del PAP-PDA, por este motivo la oficina mencionada expresa la necesidad de tener una herramienta informática propia que les permita mantener el manejo de la información que les compete.

### Diseño, desarrollo e implementación de la herramienta web PRESPDA.

En esta sección se describe cómo se construyó y cómo permite la gestión del presupuesto del Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño. La herramienta computacional fue construida en dos ciclos, cumpliendo con diferentes etapas. (Ver Figura 1).

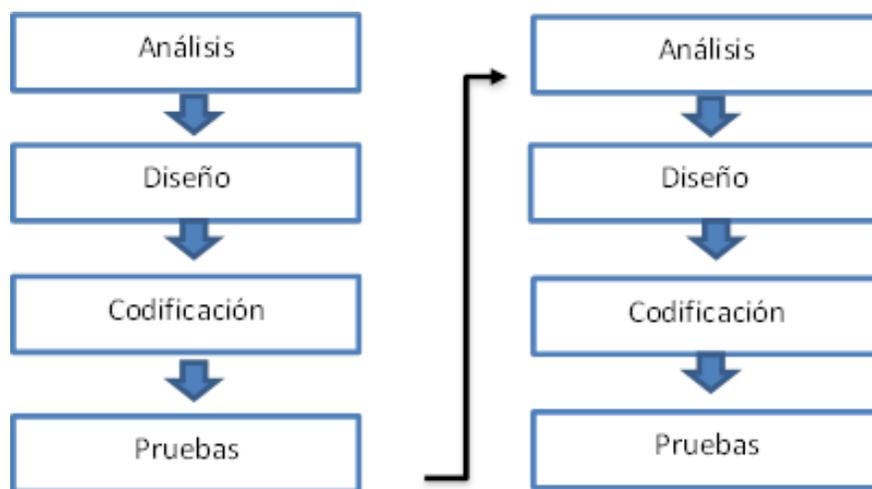


Figura 1. Etapas de los ciclos.

Fuente: La presente investigación, 2017.

Para cada etapa se desarrollaron un conjunto de actividades, tal como se describe a continuación:

**Análisis.** El propósito de esta etapa, es comprender de forma detallada cuál es la problemática a resolver, verificando el entorno en el que se encuentra dicho problema, de tal manera que se obtenga la información necesaria y suficiente para afrontar su respectiva solución. Para alcanzar la comprensión del problema, se realizó la descripción y diagrama de casos de uso, especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales.

**Diseño.** En esta etapa, de manera creativa se decidió cómo construir el producto software. El fin de esta etapa fue que, a partir de los datos recolectados y las especificaciones hechas en la etapa de análisis, se realice una especificación precisa y completa de cómo el producto será construido. El diseño posee los elementos principales que contendrá el producto, la forma cómo interactúan los elementos y la manera cómo debe ensamblarse los elementos para obtener el producto final. Los artefactos que se crearon para esta etapa fueron: diagrama de clases, diagrama de paquetes, diagrama de componentes y un prototipo de la interfaz.

**Codificación.** A partir de la línea base generada en el diseño, se procedió a crear el código de los métodos definidos para el ciclo, cumpliendo con un estándar de codificación para el proyecto.

**Pruebas.** Cada ciclo finaliza con el desarrollo y ejecución de un conjunto de pruebas de casos, que buscan comprobar el funcionamiento del producto elaborado en el ciclo.

PresPDA fue diseñado específicamente para el manejo del presupuesto del PDA, con el fin de incorporar una herramienta web propia, ya que actualmente no se cuenta con una dentro del departamento. El lenguaje utilizado para construir la herramienta fue PHP, integrando el Framework Laravel en su versión 5.0., como servidor web se utilizó Apache y como gestor de base de datos se utilizó MySQL.

## Resultados

La arquitectura del producto software se encuentra compuesta por tres capas, integradas por el patrón MVC (Modelo - Vista - Controlador) implementado por Laravel. (Ver Figura 2).

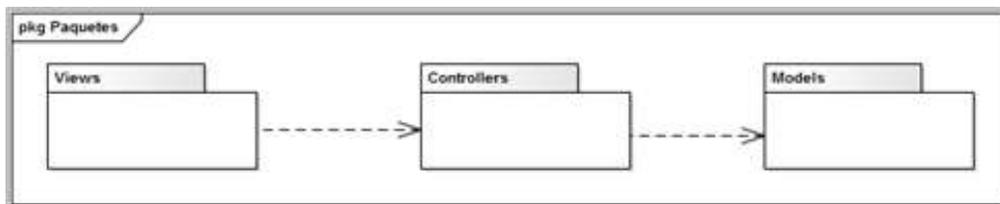


Figura 2. Diagrama de paquetes.

Fuente: La presente investigación, 2017.

Se utilizaron tres componentes principales para el desarrollo de la herramienta web: Eloquent proporcionado por Laravel, que es un ORM (*Object-Relational mapping*) para trabajar con la base de datos a través de los modelos; Laravel Collective para utilizar componentes removidos utilizados en versiones anteriores a Laravel 5.0 que facilitan el desarrollo y Laravel Auditing, paquete que permite llevar el registro de toda la actividad del sistema. (Ver Figura 3).

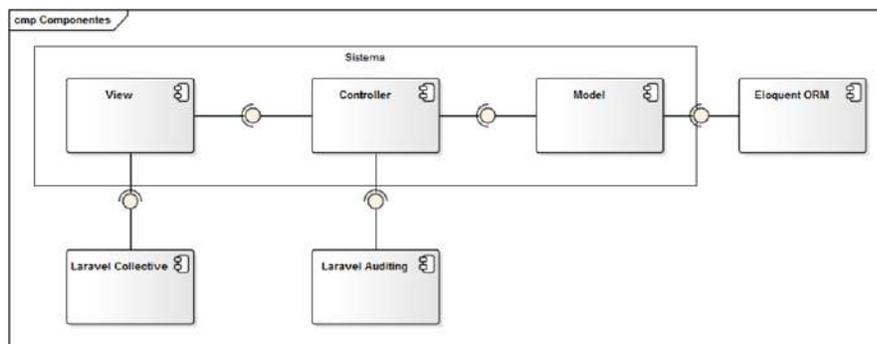


Figura 3. Diagrama de componentes.

Fuente: La presente investigación, 2017.

### Etapa de desarrollo ciclo 1.

En este ciclo se definió realizar los requerimientos funcionales, así:

- 1) Autenticación de usuarios.
- 2) Crear usuario.

- 3) Modificar usuario.
- 4) Consultar usuario.
- 5) Eliminar usuario.
- 6) Crear Departamento.
- 7) Modificar Departamento.
- 8) Consultar Departamento.
- 9) Eliminar Departamento.
- 10) Crear subregión.
- 11) Modificar subregión.
- 12) Consultar subregión.
- 13) Eliminar subregión.
- 14) Crear municipio.
- 15) Modificar municipio.
- 16) Consultar municipio.
- 17) Eliminar municipio.
- 18) Crear componente.
- 19) Modificar componente.
- 20) Consultar componente.
- 21) Eliminar componente.
- 22) Crear subcategoría.
- 23) Modificar subcategoría.
- 24) Consultar subcategoría.
- 25) Eliminar subcategoría.
- 26) Crear proyecto.
- 27) Modificar proyecto.
- 28) Consultar proyecto.
- 29) Eliminar proyecto.
- 30) Crear CDR.
- 31) Modificar CDR.
- 32) Consultar CDR.
- 33) Eliminar CDR.
- 34) Crear compromiso.
- 35) Modificar compromiso.
- 36) Consultar compromiso.
- 37) Eliminar compromiso.
- 38) Crear persona natural.
- 39) Modificar persona natural.
- 40) Consultar persona natural.
- 41) Eliminar persona natural.
- 42) Crear persona jurídica.
- 43) Modificar persona jurídica.
- 44) Consultar persona jurídica.
- 45) Eliminar persona jurídica.

## **Etapas de desarrollo ciclo 2.**

En este ciclo se definió realizar los requerimientos funcionales, así:

- 1) Crear distribución de pago.
- 2) Modificar distribución de pago.

- 3) Eliminar distribución de pago.
- 4) Crear pago anticipo.
- 5) Crear pago parcial.
- 6) Anular pago.
- 7) Mostrar detalle de pago.
- 8) Listar pagos.
- 9) Generar reporte de CDR por vencer.
- 10) Generar reporte de saldos actuales de los CDR (valor total, valor comprometido, valor pagado).
- 11) Generar reporte de saldos actuales de compromisos (saldo disponible).
- 12) Generar reporte de todos los pagos realizados.
- 13) Generar reporte de pagos por tipo de gasto.
- 14) Registrar cada actividad ejecutada en el sistema.
- 15) Eliminar historial.
- 16) Eliminar historia individualmente.
- 17) Generar alertas de CDR vencidos y por vencer.
- 18) Liberar saldos de compromiso.
- 19) Liberar saldos de CDR.

### Proceso de aporte

Para comprobar la hipótesis de trabajo se estableció el siguiente procedimiento: a) a partir de los resultados obtenidos al caracterizar la manera como se ejecutan los procesos presupuestales del PDA mediante la observación directa, el grupo de investigadores procedió a asignar una valoración comprendida en un rango (ver Tabla 1); b) se diseñó una matriz para efectuar un análisis comparativo entre el indicador y el nivel de eficiencia alcanzado en la gestión de los procesos presupuestales en el PDA. (Ver Tabla 2).

Tabla 1. *Tabla de eficiencia en los procesos*

Rango	Valor
Muy alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy bajo	1

Tabla 2. *Matriz de comparación*

Indicador	Valoración Proceso Actual	Valoración Herramienta PresPDA
Proyectos gestionados de manera óptima dentro del proceso presupuestal	1	5
CDR gestionados de manera óptima dentro del proceso presupuestal	2	5
Compromisos gestionados de manera óptima dentro del proceso presupuestal	2	4
Pagos gestionados de manera óptima dentro del proceso presupuestal	2	4

Durante el proceso de caracterización, se encontró que los encargados de la oficina de coordinación financiera del PAP-PDA no hacen uso de alguna herramienta en particular para la gestión de la información de los procesos presupuestales, en cambio la herramienta PresPDA ofrece las funciones necesarias para poder realizar un registro y un seguimiento completo y ordenado.

Por otro lado, en el proceso actual, el almacenamiento de la información relacionada con los proyectos y los procesos presupuestales se realiza de forma física, lo que conlleva al uso de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo invertido. PresPDA, se encarga de almacenar esta información y al mismo tiempo es capaz de generar informes de los datos recolectados de manera organizada, presentando reportes con información relevante para el personal del área financiera. Además, presenta un historial de actividades que permite conocer el momento en qué se realice un movimiento y también qué usuario fue el que lo ejecutó.

Finalmente, se sintetiza el nivel de realización de los indicadores en la Tabla 3.

Tabla 3. *Síntesis de las valoraciones*

Indicador	Valoración Proceso Actual	Valoración Herramienta PresPDA
Proyectos gestionados de manera eficiente dentro del proceso presupuestal	1	5
CDR gestionados de manera eficiente dentro del proceso presupuestal	2	5
Compromisos gestionados de manera eficiente dentro del proceso presupuestal	2	4
Pagos gestionados de manera eficiente dentro del proceso presupuestal	2	4
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>18</b>

Al realizar la valoración de los indicadores a través del análisis de los datos obtenidos, se alcanzó una valoración para la gestión de procesos presupuestales del PDA del 35%. Para la herramienta PresPDA, se alcanza una valoración del 90%. En este sentido, se logró establecer que con PresPDA se consigue hacer un aporte del 55%, además se comprueba la hipótesis que, esta herramienta aporta al proceso de gestión de procesos presupuestales en el Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño.

### Conclusión y Discusión

El desarrollo de esta investigación es un aporte importante, porque permite sistematizar la gestión de información presupuestal de los procesos que se realizan en el Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño, además de facilitar su manipulación y el almacenamiento de la información que se genera en cada procedimiento estudiado.

La creación de la plataforma web para la gestión presupuestal del Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño, permite dar una solución práctica en cuanto a la reducción de tiempo, la organización de la información que se genera en cada uno de los procesos, además, la plataforma permite una interacción amigable para el usuario evidenciando un trabajo de calidad.

La plataforma web aplicada a los profesionales del área de Coordinación Financiera permitió establecer que existe un amplio interés, debido a que no existe una herramienta en el Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño para la gestión de información presupuestal.

La información que se oficia en la plataforma web para la gestión de información presupuestal del Plan Departamental de Aguas de la Gobernación de Nariño, genera un valor agregado en cuanto al nivel de transparencia, con respecto de los procesos de gestión de información presupuestales realizados actualmente.

Finalmente, la plataforma web permite que el personal implicado gestione de manera ágil la información a su cargo y cuente con datos organizados de cada uno de los procesos que conlleva la gestión presupuestal, desde el proceso de certificados de disponibilidad de recursos, hasta el proceso de pagos.

### Referencias

Gobernación de Antioquia. (2015). *Sistema de información SAP*. Recuperado de <http://www.antioquia.gov.co/index.php/procesos/admon-y-soporte-sistemas-informacion-y-comunicacion/infodire/sistemas-de-informacion>

Sistema CHIP (s.f.). *Ayuda para el Manejo del Consolidador de Hacienda e Información Financiera Pública - CHIP*. Recuperado de [http://www.chip.gov.co/WebHelp/Ayuda\\_Identificacion.htm#Bienvenidos\\_al\\_Sistema.htm](http://www.chip.gov.co/WebHelp/Ayuda_Identificacion.htm#Bienvenidos_al_Sistema.htm)

Medina, C. (2001). Paradigmas de investigación sobre lo cuantitativo y lo cualitativo. *Ciencia e Ingeniería neogranadina*, 79-84 .

Ministerio de Hacienda. (s.f.). *Participación ciudadana espacios y mecanismos*. Recuperado de [http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=/OCS/MIG\\_27866606.PDF](http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=/OCS/MIG_27866606.PDF)

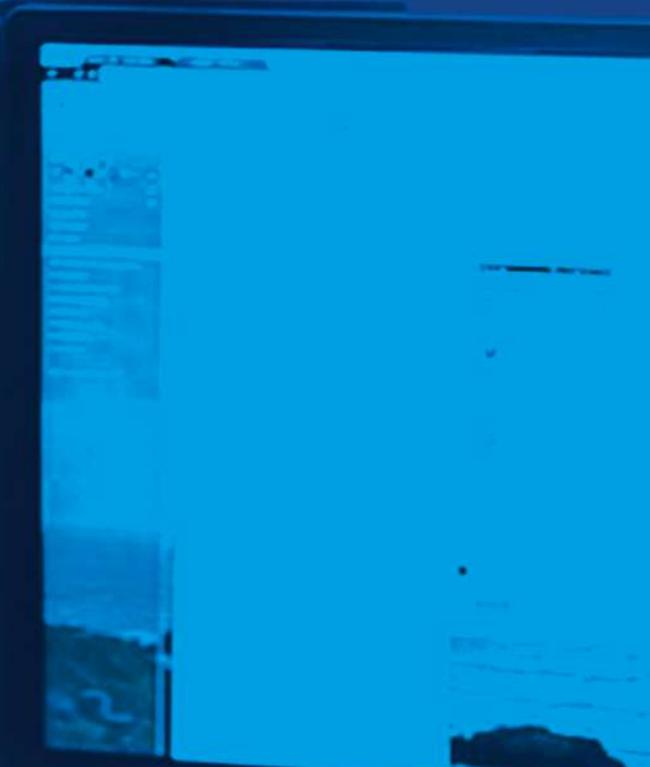
Martínez, J. (2015). *Investigación aplicada*. SENA, Bogotá, Colombia.

Sepulveda, N. (s.f.). Paradigma cuantitativo “enfoque empirico analitico”[Diapositivas]. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/10255901/>

Sysman. (2016). *ERP Sisman*. Recuperado de <http://www.sysman.com.co/>

Tamayo, M. (1999a). *La Investigación Modulo 2 (3<sup>ra</sup>. ed.)*. Bogotá, Colombia: ICFES.

\_\_\_\_\_. (1999b). *El proyecto de investigación Modulo 5 (3<sup>ra</sup>. ed.)*. Bogotá, Colombia: ICFES.



## Experiencia significativa en 1er Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo Territorial, “aplicabilidad de Ley 1273 de 2009 en entidades públicas del municipio de Pasto – Nariño”

José Javier Villalba Romero  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana



Figura 1. MSc. José Javier Villalba Romero ponente en 1er Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo Territorial, “aplicabilidad de Ley 1273 de 2009 en entidades públicas del municipio de Pasto – Nariño.

### Resumen

Este trabajo presenta la experiencia significativa como ponente en el Primer Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo Territorial, realizado en la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño en la ciudad de Pasto, los días 19, 20 y 21 de octubre de 2016. En este evento se presentaron y discutieron los resultados de investigación y reflexiones académicas sobre algunos aspectos que articulan la Ciencia-Tecnología-Innovación como generadores de soluciones de los variados problemas de la sociedad actual; en el evento participaron investigadores, profesionales, estudiantes, formuladores de políticas públicas, empresarios, industriales y público en general.

La ponencia muestra los resultados de la investigación: La aplicabilidad de la Ley 1273 de 2009 o Ley de Delitos informáticos en entidades públicas del municipio de Pasto, la cual desde su adopción en el año 2009 aún no se había evaluado en la ciudad, por ello, se hizo necesario realizar una investigación que permitiera visibilizar el nivel de conocimiento de la misma y de igual manera el grado de ocurrencia de delitos que se hayan presentado en las instituciones públicas de Pasto, así como la ruta de las denuncias sobre el tema. Lo anterior, con el fin de definir pautas

para su adopción, establecer mecanismos de difusión de la ley en entidades públicas del municipio de Pasto, facilitar herramientas para identificar este tipo de delitos y motivar establecimientos de políticas de seguridad en las instituciones públicas; en caso de presentarse algún tipo de delito proceder a establecer la denuncia respectiva ante las autoridades competentes.

**Palabras clave:** acceso abusivo, ataque de denegación, delito informático, disponibilidad, integridad, privacidad y seguridad informática, virus.

## Introducción

La ponencia giró en torno de la Ley 1273 de 2009 o Ley de Delitos Informáticos, la cual se promulgo por el Congreso de la República, con el fin de penalizar delitos que no eran contemplados en código Penal Colombiano. La ley provee de herramientas a los jueces y fiscales para poder tipificar y juzgar algunos delitos, como el acceso abusivo a sistemas informáticos, la obstaculización ilegítima del sistema informático o red de telecomunicaciones, la interceptación de datos informáticos, el uso de software maliciosos y la violación a la protección de datos personales, entre otros.

Como cualquier otro activo de valor, la información también atrae la atención de los ciberdelincuentes que buscan nuevas formas de apoderarse de ella y aprovecharla en su beneficio. A menudo se piensa que los ataques informáticos son obra del crimen organizado y de otro tipo de ciberdelincuentes, pero también pueden estar dirigidos por hacktivistas, pederastas y otros individuos, cuyo objetivo, no es necesariamente obtener una rentabilidad financiera directa (McAfee Together is power, 2016).

La escala de impacto de estas violaciones, varían según el atacante y el objetivo, es decir, un ataque informático simple a una persona natural, no tendrá un impacto igual al de una violación de seguridad a una mediana o gran empresa. Cada día se está expuesto a ser víctimas de estos ataques, aunque muchos desconocen el alcance de estos (Redacción Tecnológica, 2013).

Aunque a la fecha, la ley cumple 6 años, existen entidades que aun la desconocen, y en algunos casos, ignoran los mencionados ataques informáticos o consideran que no es un delito penal. Esta investigación tuvo como objetivo, indagar sobre la aplicabilidad que tiene dicha ley en las entidades del sector público del municipio de Pasto, abarcando temas, como: experiencias con ataques, políticas y normativas creadas con base a la ley, seguridad informática, tipo de información y legislación vigente frente a tipos de atacantes, entre otras. De igual manera, se buscó identificar el estado y aplicabilidad de la ley y su influencia e impacto en el sector público. Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta ¿Es suficiente una ley de delitos informáticos para disminuir los delitos informáticos que se están cometiendo en las entidades públicas del municipio de Pasto?

Caracterizar la aplicabilidad de la ley permitió tener una visión clara del estado de ésta en las entidades públicas de la ciudad de Pasto, su incidencia y los cambios que ha generado en el funcionamiento de dichas organizaciones. Con esta información, se podrán generar reportes y planes de contención y prevención de amenazas, que serán de gran utilidad para toda empresa que almacene, envíe o reciba información de todo tipo, a través de un medio electrónico.

## Resultados

En el Congreso Internacional se presentaron los resultados del proceso investigativo de “La caracterización de la aplicabilidad de Ley 1273 de 2009 o Ley de delitos informáticos en entidades públicas del municipio de Pasto – Nariño”, la cual se abordó de la siguiente manera:

### **Elaboración del instrumento**

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos en lo referente a la aplicabilidad de la ley fue una encuesta, la cual permitió hacer un vaciado de la información recogida de las entidades públicas de la ciudad de Pasto; cuenta con cuatro preguntas de aspectos generales, diecinueve preguntas específicas, y una pregunta tipo única. La encuesta es el medio de recolección de información circunstancial directo que permitió conocer el nivel de conocimiento de la Ley 1273 de 2009 o Ley de Delitos Informáticos en las entidades en donde se aplicó, además de evidenciar el manejo de información de la misma y los protocolos de seguridad en la administración de los datos que el encuestado pone en práctica, con este instrumento se detectaron varias situaciones de riesgo en las entidades públicas.

### **Validación del instrumento**

Para la aplicación de la encuesta se utilizó la técnica de validación, por criterio de expertos, la cual consiste en seleccionar dos (2) miembros del Grupo de Investigación de Ingeniería de Sistemas (GIS-MAR), que se encargaron de revisar y evaluar el formato, dando su respectiva observación y así proceder al mejoramiento de la misma. Las correcciones constaron de: cambio del volumen de preguntas, eliminación de preguntas innecesarias o que no aportaban al cumplimiento de los objetivos a los cuales estaban ligadas, redacción y replanteamiento de las preguntas abiertas.

### **Aplicación del instrumento (encuesta)**

La aplicación de la encuesta se realizó en un periodo de dos (2) semanas, se presentó en formato físico a cada una de las entidades listadas y se acompañó al encuestado durante todo el proceso para evitar respuestas equivocadas producto del mal entendimiento de la pregunta. La mayor parte de la encuesta cuenta con una firma del participante para garantizar la veracidad de los datos, también se cuenta con una menor parte que se rehusó a cooperar en este aspecto, por cuestiones de privacidad u otro inconveniente de tipo laboral. Se encuestó a un total de 20 personas, diferidos en 10 entidades públicas del municipio de Pasto, cada entidad proporcionó una encuesta por parte del jefe del área de sistemas y otra proveniente de un funcionario que se escogió de manera aleatoria dentro de la misma.

### **Aspectos generales de la encuesta**

Esta sección constituye la descripción socio-demográfica de la población, la cual sirvió de apoyo para evidenciar la objetividad y veracidad de las respuestas, basándose en la experiencia del funcionario y en su nivel de formación académica, por otro lado, el género es un dato que permitió identificar cuál de ellos ha sido el que ha sufrido mayor vulnerabilidad en sus sistemas y así proponer estrategias de seguridad. Se evidencia una mayor participación masculina en las empresas, principalmente en el área de sistemas, esto se podría traducir por el desarrollo de estrategias o actividades más afines con este género. (Ver Figura 2).

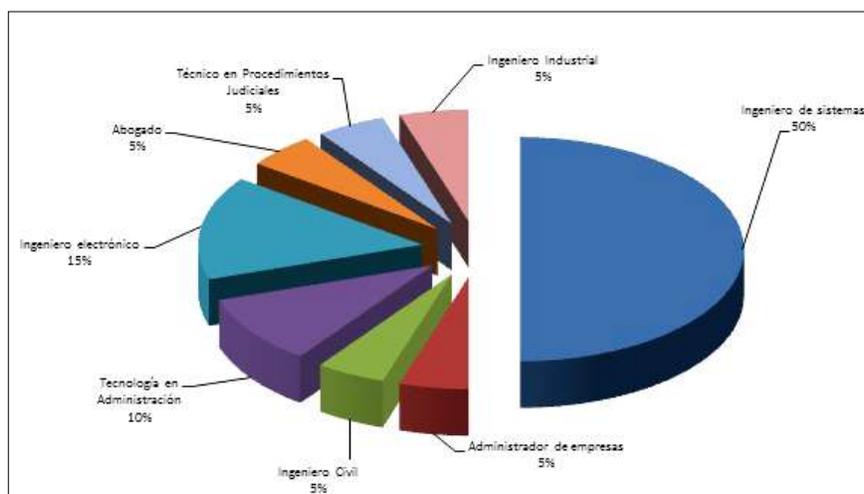


Figura 2. Distribución de encuestados por profesión.

Fuente: La presente investigación.

A pesar de que el 50% de los centros de administración de datos en las entidades públicas objeto de investigación son administrados por ingenieros de sistemas como profesionales, existen otras entidades en donde la responsabilidad radica en profesionales con otras profesiones, lo cual genera una probable vulnerabilidad en los sistemas, pero a la vez, para efectos de la obtención de información es favorable ya que conocen más del tema. De igual manera, contar con un gran porcentaje de ingenieros de sistemas presentes entre los participantes, sugiere un mayor control sobre el tema en las entidades, una menor probabilidad de ataque, y una mayor difusión del tema, porcentajes que no siempre están reflejados en la encuesta.

A la pregunta ¿Cargo que desempeña en la entidad? Se generaron varias respuestas. (Ver Figura 3).

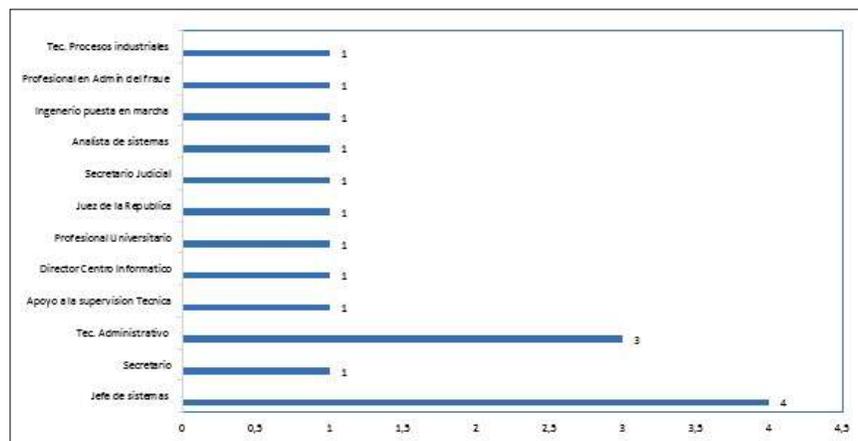


Figura 3. Relación de cargos de encuestados en la empresa.

Fuente: La presente investigación.

Lo anterior, refleja que el instrumento se aplicó en su mayoría a Jefes de Sistemas encargados de las áreas, lo cual le da mayor validez al trabajo investigativo.

En la pregunta ¿Tiempo en la entidad?, se manifestaron varias respuestas, la gran mayoría de los participantes en el proceso investigativo que corresponde a un 65% son relativamente jóvenes en la

empresa, ya que el tiempo de vinculación no es mayor de 5 años; sin embargo, este aspecto permite a la investigación ver qué tanto este personal conoce sobre normas y sistemas de protección en la seguridad de la información y de qué manera reaccionarían si se presenta un incidente o vulnerabilidad a los sistemas. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. *Antigüedad en el cargo de los encuestados*

Rango de tiempo	Numero de respuestas	Porcentaje de respuestas	Acumulado de respuestas
1 a 5 años	13	65%	13
5 a 10 años	5	25%	18
10 a 15 años	1	5%	19
Más de 15 años	1	5%	20
Total	20	100%	

Fuente: La presente investigación.

### Aspectos específicos de la encuesta

Las preguntas que componen esta parte del instrumento están enfocadas en conocer el estado del conocimiento del participante, frente a la Ley 1273 de 2009 y por consiguiente, todo lo relacionado con los delitos informáticos, el impacto de estos en la empresa y la aplicabilidad de los conceptos en el funcionamiento y reglamentación de la misma.

A la pregunta ¿Ha escuchado usted sobre los delitos informáticos?, se evidenció que el 90% de las personas encuestadas tienen conocimiento respecto al concepto de delito informático, este valor es clave para esta investigación, aunque el nivel de conocimiento de cada persona varié, que el 90% de los participantes responda afirmativamente a esta pregunta, denota un gran avance en cuanto a la cultura informática y la promoción de la seguridad de la información en las entidades públicas. (Ver Figura 4).

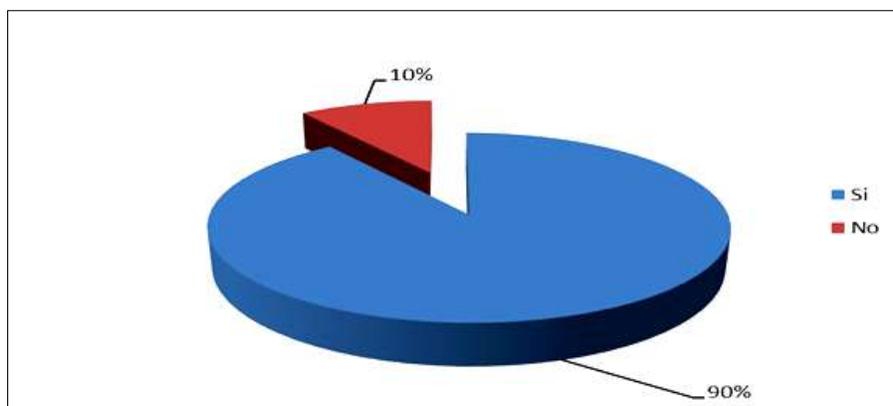


Figura 4. Nivel de conocimiento del concepto de delito informático.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Conoce usted sobre la Ley 1273 de 2009 o Ley de delitos informáticos en Colombia?, se evidenció que la mayoría de los participantes de la encuesta, con un porcentaje del 60%, poseen un conocimiento básico de la Ley de delitos informáticos y un 20% conocen extensamente dicha ley. Sin embargo, un 20% de las personas objeto de investigación desconocen la ley, esto es un problema para las organizaciones, ya que, al momento de presentarse incidentes, no se reportarían o

no se sabría qué hacer con ellos. De igual manera, la falta de conocimiento puede provocar un aumento en la tasa de impunidad que se presenta actualmente en caso de ser víctima de un ataque. (Ver Figura 5).

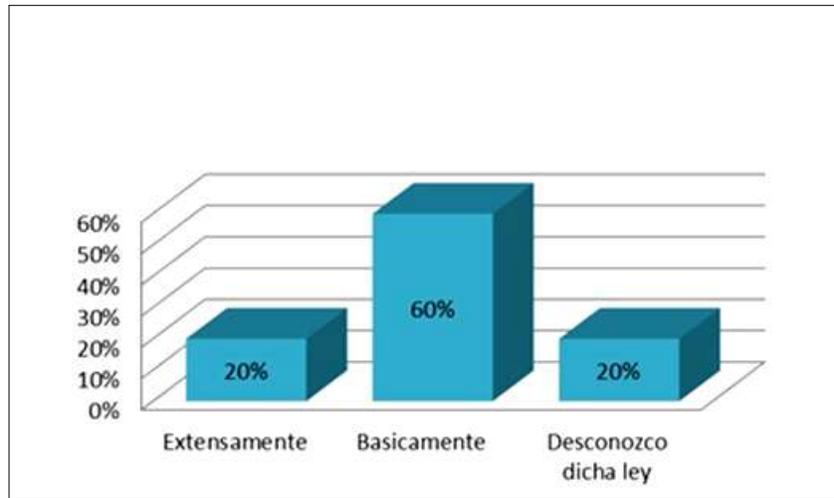


Figura 5. Nivel de conocimiento de la Ley 1273 o Ley de delitos informáticos.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta, si su respuesta anterior fue afirmativa, seleccione el medio por el cuál usted escucho acerca de los delitos informáticos o acerca de la Ley 1273 de 2009; se pudo deducir que el medio de difusión de información más efectivo en cuanto a promover el concepto de la Ley de delitos informáticos y todo lo relacionado es la internet, con un porcentaje del 75%, seguido de la televisión y el contacto con familiares o amigos. Para la investigación es importante ésta información, ya que con ello se podrán fortalecer los medios de difusión de la ley, como es la internet, además, establecer estrategias que permitan una mayor difusión con otros medios. (Ver Figura 6).

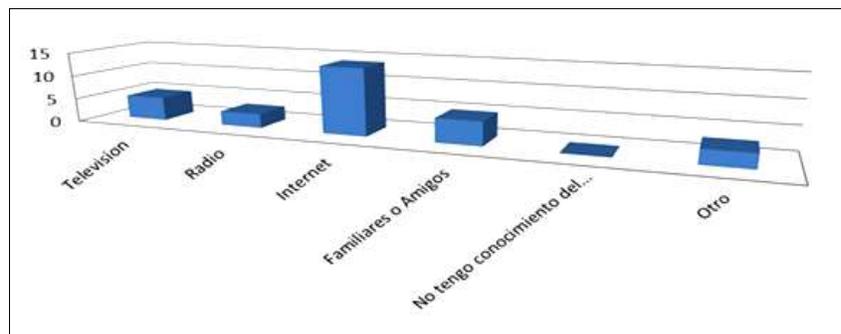


Figura 6. Medio de difusión más eficaz.

Fuente: esta investigación.

A la pregunta ¿La entidad en la que usted desempeña su trabajo cuenta con un sistema de información? (siendo los sistemas de información uno de los puntos principales de los delincuentes informáticos, el objetivo de este ítem es determinar el uso de los sistemas informáticos en las entidades públicas del municipio) Un 85% de los participantes confirmo la existencia de dichos sistemas, aunque una minoría de ellos hizo evidente su baja participación o conocimiento sobre su funcionamiento. Por otro lado, un 15% de los participantes expresó desconocer dicho concepto, aunque la cifra no es alarmante, este porcentaje proyectado a una muestra mayor puede conllevar a convertirse en un

blanco fácil de un ataque informático. Así mismo, la presencia de sistemas de información en la gran mayoría de las entidades públicas, sugiere que cada entidad debe tener protocolos y lineamientos de seguridad rigurosos. (Ver Figura 7).

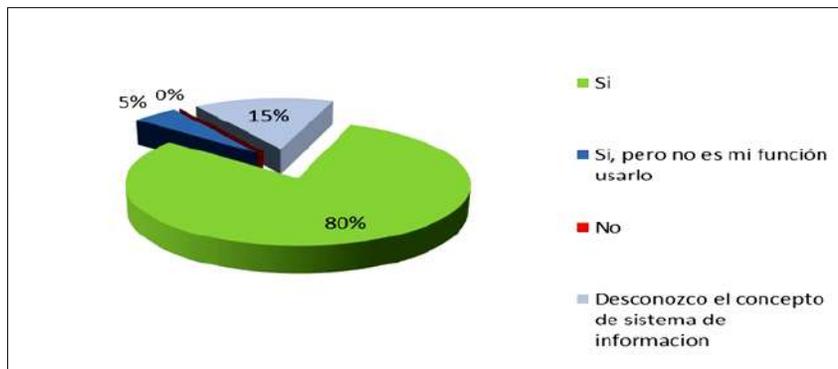


Figura 7. Uso de los Sistemas de Información en las entidades públicas de Pasto.  
Fuente: La presente investigación.

A la pregunta, Seleccione los dispositivos mediante los cuales usted accede a internet en su entidad, se evidenció que un 100% de los participantes usa un computador, bien sea de escritorio o portátil, para acceder a internet en la entidad donde labora. Al ser esta una pregunta de selección múltiple, se evidencia que un 85% también usa los celulares y un 35% las *Tablet*. La importancia de estos valores radica en el enfoque de las estrategias, tanto de la entidad como de esta investigación, en cuanto a la prevención y aseguramiento de dichos medios, debido a que los protocolos y políticas de seguridad varían de dispositivo a dispositivo. (Ver Figura 8).

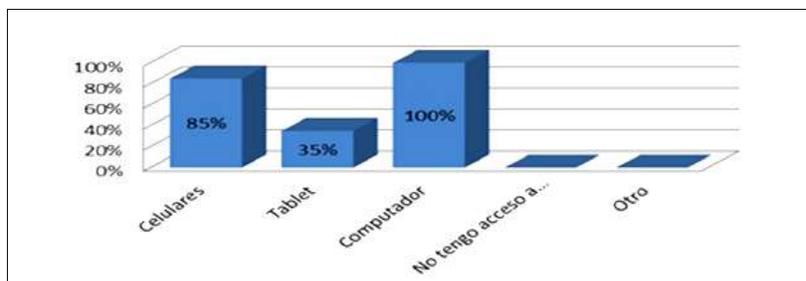


Figura 8. Dispositivos más usados para acceder a internet.  
Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Maneja usted información personal importante de otras personas? Se encontró que el 60% de los participantes encuestados manejan información personal en la entidad que trabajan de manera frecuente u ocasional, esto comprende un gran porcentaje de personas cuya responsabilidad con información personal es considerable, de ahí que las personas que se incluyan en este grupo compartan pertenencia con el grupo de participantes que desconoce la Ley 1273 y/o el concepto de delito informático, esto supone un gran riesgo frente a dicha información. El 15% no recibe información personal, esto no los hace menos vulnerables, pues esta pregunta contempla el manejo de datos de terceros, pero cada individuo maneja su propia información personal. Por último, el 25% maneja información básica. (Ver Figura 9).



Figura 9. Manejo de información personal en las entidades públicas.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Ha sido víctima de pérdida de información en su estación de trabajo? Se evidenció que NO se ha presentado pérdida de información en un gran porcentaje de los participantes (80%), esto no siempre sugiere que la seguridad de las entidades sea óptima, puede derivarse del nivel de conocimiento de los individuos, sus prácticas personales de seguridad o del simple hecho de que la información que maneja no representa un blanco común para los ataques. Por otro lado, un 20% confirmo casos de pérdida de información, aunque ninguno lo reporto como un delito, este valor es preocupante ya que evidencia malas prácticas de seguridad en las entidades y que han incidido en ataques informáticos que han ocasionado pérdida de información. (Ver Figura 10).

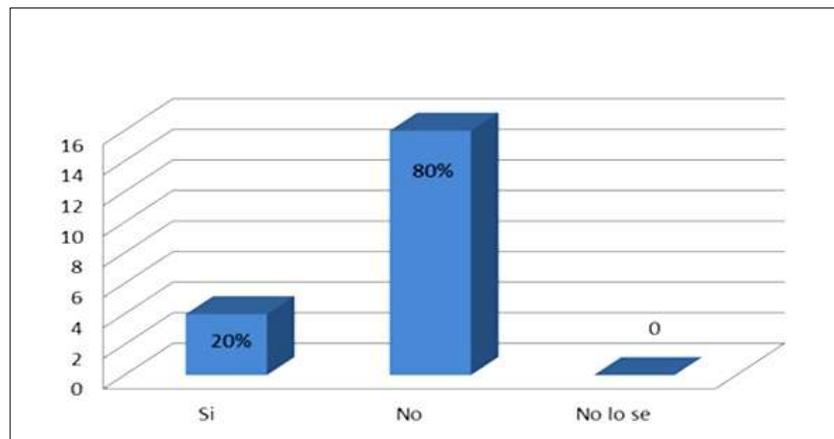


Figura 10. Pérdida de información en el puesto de trabajo.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Conoce usted sobre los delincuentes informáticos? al analizar los datos, se evidenció que la totalidad de los participantes, aunque en diferentes niveles, conocen sobre los delincuentes informáticos. Un 60% conoce extensamente sobre el tema, debido a que el 50% de la muestra son jefes de áreas de sistemas; se esperaba que al menos un porcentaje equivalente a este tendría esta afirmación; el 10% adicional indica que el conocimiento sobre el tema se ha extendido incluso a áreas donde su relevancia no es significativa. El 40% restante, tiene un conocimiento básico o mínimo, aunque tener un conocimiento superfluo de un tema puede ser de gran ayuda (ver Figura 11), sin embargo la constante evolución de los delitos informáticos sugiere que básico no es suficiente, y dichos individuos deberán ser capacitados en este tema.

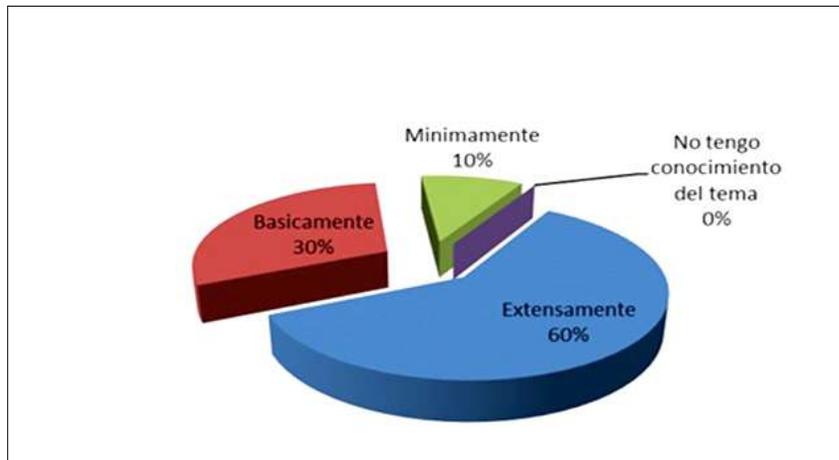


Figura 11. Conocimiento sobre delincuentes informáticos.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Conoce usted algún caso de delito informático que haya ocurrido en su entidad?, un 75% manifestó que no conoce sobre casos de delitos informáticos, esto no siempre significa que realmente no se hayan presentado casos; el desconocimiento de lo que se conoce como delito, puede causar que los funcionarios estén siendo víctimas sin siquiera saberlo, además, por medio de observación directa e intercambio de información con los jefes de las áreas de sistemas, se conoce que las entidades prefieren mantener en confidencia cualquier tipo de ataque que se presente, esto puede afectar de manera considerable los resultados obtenidos en este ítem. (Ver Figura 12).

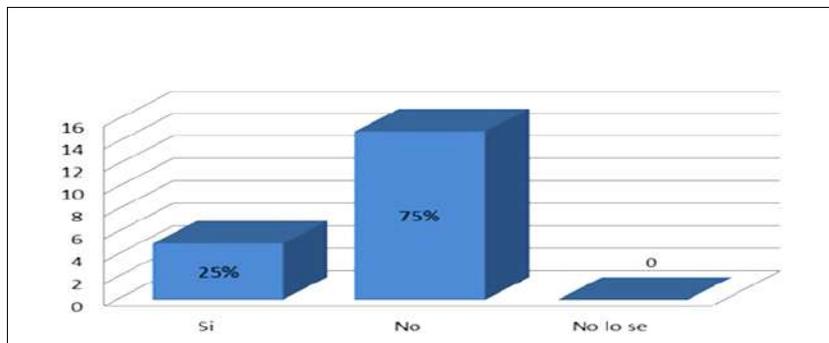


Figura 12. Conocimientos sobre casos de delitos informáticos.

Fuente: La presente investigación.

También se puede afirmar que en la gran mayoría de la muestra no existen casos de pérdida de información, algunos expresaron situaciones que no ameritan ser mencionadas y no entran dentro el rango de esta investigación; en otros casos, se evidencia accesos a los sistemas de la empresa, aunque en menor medida, considerando el flujo de información sensible descrito en los ítems anteriores, solo se obtuvo un caso de robo de identidad, este dato resulta ser curioso al ser contrastado con la información proporcionada por el CTI, donde claramente se afirmó que los casos de robo de información son comunes en la ciudad, aunque se debe aclarar que puede que el encuestado haya hecho referencia a la identidad corporativa. (Ver figura 13).

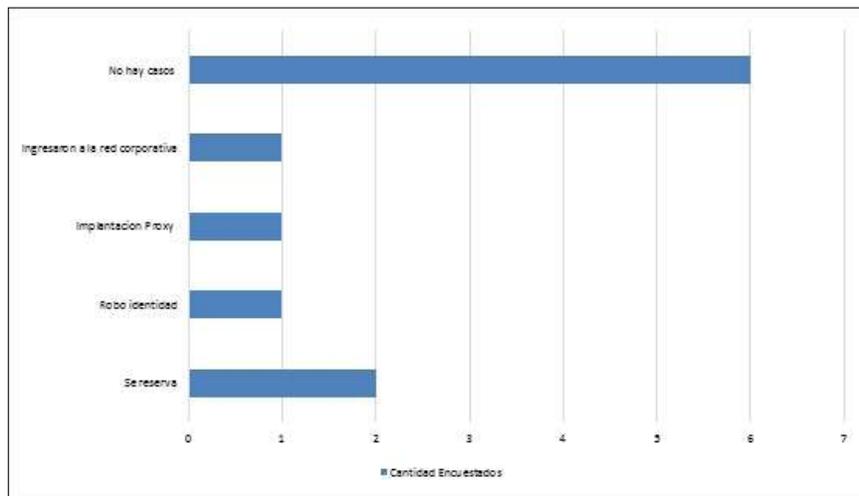


Figura 13. Casos de pérdida de información.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Ha sido usted víctima de suplantación de identidad, robo de perfiles sociales, extorsión electrónica o algún tipo de perjuicio que se haya originado desde Internet?, se evidenció que la mayoría de personas no ha sido víctima de un delito informático, al igual que el ítem anterior, este resultado puede verse afectado por diferentes factores, como el desconocimiento, motivos personales, políticas de la empresa. Se debe tener en cuenta que el 50% de los participantes son jefes de áreas de sistemas, por lo tanto, se presumía que el resultado sería un porcentaje mayor al 50%. (Ver Figura 14).

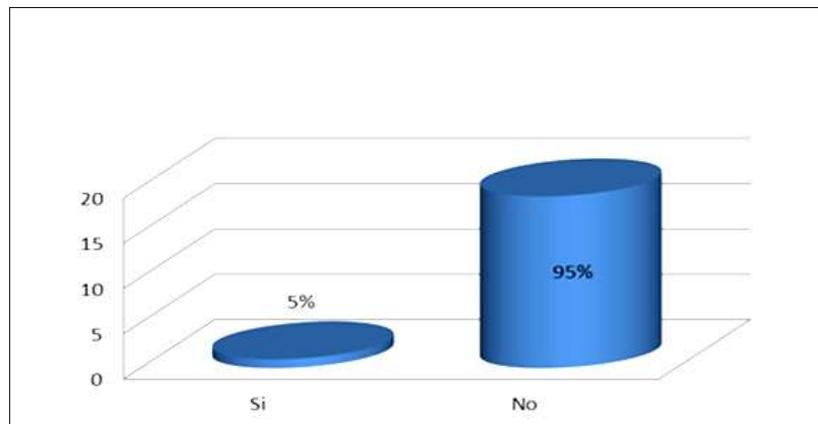


Figura 14. Víctimas de delitos informáticos.

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Conoce usted el reglamento de seguridad de su entidad en cuanto al tratamiento de la información?, se evidenció que el 55% de las personas tiene conocimiento respecto a políticas de seguridad que se presentan en la entidad pública, frente a un 45% de los participantes que no conoce dicho reglamento o afirma que la entidad no tiene reglamentos frente a esto. Esta cifra es alarmante, considerando la presencia de los sistemas informáticos y el manejo de la información sensible dentro de las mismas. La ausencia de los reglamentos para controlar o reglamentar estas situaciones, sugiere un bajo conocimiento sobre el impacto que puede tener un ataque informático no controlado, esto deja en evidencia que, aunque un gran porcentaje conoce el concepto de delito informático, su impacto en la realidad del entorno empresarial aún no está bien definido. (Ver Figura 15).

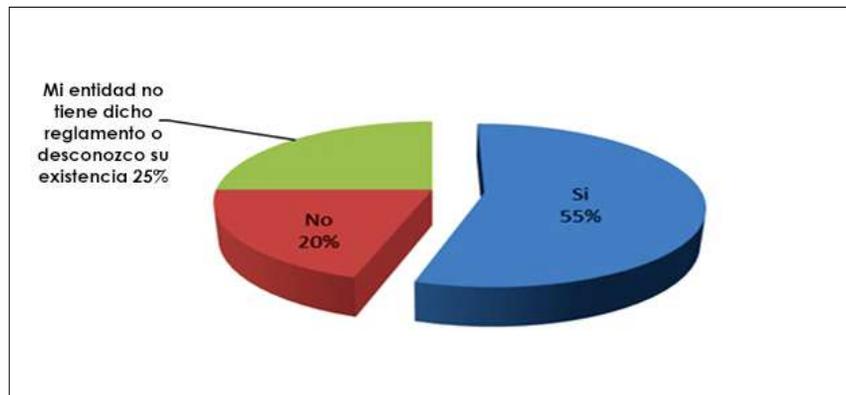


Figura 15. Conocimiento sobre políticas de seguridad.  
Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Cuál es el conducto regular que la entidad tiene para afrontar un caso de pérdida o mal uso de la información? Los datos de la Tabla 2 demostraron que en las entidades objeto de la encuesta, el Backup y la restauración del dispositivo son los conductos regulares más frecuentes con un 48%, en algunos casos usando aislamiento de máquina para prevenir contagios si se trata de un malware. También se observa que solo una minoría de los participantes, denuncian el incidente ante las autoridades, y una cantidad un poco mayor pero aun preocupante, reporta el suceso al área de sistemas, que se encarga de llevar un reporte de casos (de presentarse la eventualidad), y de corregir el error con el fin de que el funcionario continúe su labor. Como tal, solo una de las 10 entidades objeto de muestra posee un área específica en su manual de operaciones, donde expresa claramente los procedimientos permitidos en cuanto al manejo de la información y la mayoría de protocolos que se aplican cuando se presenta un caso de pérdida; lo anterior es producto de la inventiva del área de sistemas, mas no están regidos por un conducto regular ya establecido. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Conductos regulares por categoría

Conducto regular	Número de respuestas	Porcentaje de respuestas	Acumulado de respuesta
Reportar al área de sistemas	5	22%	5
Restauración de información, copias de seguridad	11	48%	16
Aislamiento	4	17%	20
Reporte a las autoridades	2	9%	22
Otro	1	4%	23
Total	23	100%	

Fuente: La presente investigación.

A la pregunta ¿Conoce usted el reglamento de seguridad de su entidad en cuanto al tratamiento de la información?, los resultados de la encuesta mostraron que un 55% del personal encuestado, es decir, 11 personas, conocen el reglamento de la entidad frente al tratamiento de la información, un 45% desconoce su contenido o existencia. Esta cifra es preocupante, ya que solo quienes cuyo cargo en la empresa, tenga dentro de sus funciones regular de alguna manera estos eventos, conoce dicho documento, de otra forma, su relevancia es mínima para el personal por fuera de esta área. Solo una persona fuera de las diez que se esperaba tuvieran una respuesta afirmativa, expreso conocer el reglamento de su entidad, aunque se desconoce la causa de este fenómeno; esto puede atribuirse

a la falta de entendimiento de la situación o la poca promoción de la apropiación de éste u otros documentos institucionales. (Ver Figura 16).

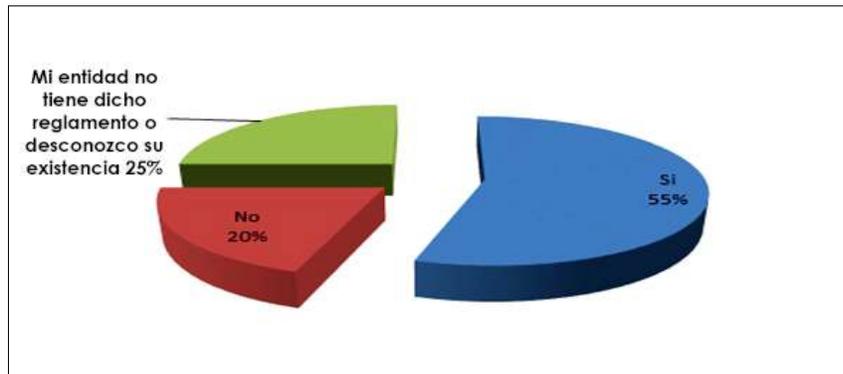


Figura 16. Conocimiento del reglamento institucional.

Fuente: esta investigación.

A la pregunta única, Mencione las prácticas de seguridad que usted aplica en la entidad de acuerdo con su nivel de educación y/o los lineamientos de la misma; se notó que un 80% de los encuestados manifiestan disponer de prácticas estándares de seguridad y solo un 20% realiza prácticas avanzadas. Las prácticas de seguridad que emplean los jefes de sistemas en la entidad en la cual laboran, para efectos de análisis de información en esta investigación, se dividieron en: prácticas de seguridad estándar que comprenden los lineamientos básicos de la informática; prácticas de seguridad actualizadas y estandarizadas que comprenden protocolos, como uso de conexión END POINT, acceso remoto, sesiones de usuario personalizadas, clasificación de credenciales por zonas, cifrado de datos, contraseñas robustas, IPS/IDS, aplicando normas PCI e informando amenaza de riesgo. De acuerdo con estas respuestas, los profesionales del área de sistemas, en su gran mayoría aplican técnicas básicas que de ninguna manera pueden ser suficientes para la protección de una entidad de orden público, solo dos de las diez empresas encuestadas, utiliza prácticas de seguridad actualizadas y estandarizadas, lo cual es alarmante al proyectar este porcentaje a nivel departamental, debido al bajo impacto de los delitos reflejado en los resultados. El área de sistemas ha dejado a un lado la constante evolución e implementación de nuevas técnicas de seguridad enfocando sus esfuerzos a otras áreas, este comportamiento debería ser replanteado, pues es claro que tanto en el ámbito laboral, profesional, incluso en el ámbito económico, prevenir una pérdida es más viable que remediarla. (Ver Figura 17).

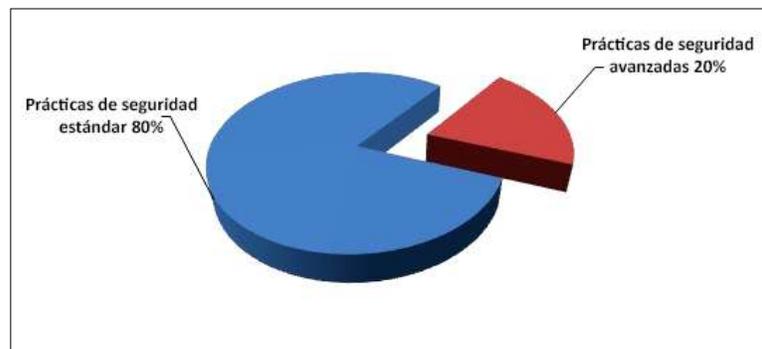


Figura 17. Prácticas de seguridad informática por tipo.

Fuente: La presente investigación.

Si bien el nivel de conocimiento en cuanto al concepto de delito informático y ley de delitos informáticos es superior al esperado, se encuentra una grave falencia frente a la interpretación de este conocimiento por parte de los participantes. Conocer el tema no garantiza al individuo su seguridad, solo lo hace más preventivo frente a ella, es evidente que aunque las personas por diferentes motivos conocen el concepto, no le dan la importancia que este requiere, subestimando el daño que un incidente de este tipo puede causar; esto se ve reflejado en la falta de lineamientos institucionales para tratar delitos informáticos, la poca motivación a denunciar estos delitos y la carencia de prácticas de seguridad robustas. De esta manera, de la información recolectada se concluye que, la Ley de delitos informáticos y el concepto de delito informático son conocidos en las entidades públicas, pero contrario al resultado lógico que esto denota, su aplicabilidad ha sido en extremo baja y no ha influenciado el funcionamiento de éstas como debería haberlo hecho.

### **Infracciones a la Ley 1273 de 2009 en entidades públicas de Pasto**

Con el fin de conocer el impacto de la Ley 1273 en entidades del sector público y el uso que ésta ha tenido por parte de las autoridades competentes, se realizó una entrevista al director del CTI de la ciudad y a otro funcionario de la misma área. Para ello, se expuso el objetivo en cuestión, de manera individual y en fechas no coincidentes. Estos funcionarios están relacionados directamente con cualquier crimen informático perpetrado. Inicialmente, se propone un análisis documental, pero este procedimiento no fue viable, debido a que la información documental que sustenta este aspecto se encuentra centralizada y su acceso a otras personas está restringido.

En cuanto a la utilidad de la ley al abordar los delitos, el Ing. Gómez señaló: “La ley funciona, pero hace falta claridad en varios aspectos, sin mencionar la poca severidad que contempla frente a los delitos de carácter personal” (A. Gómez, comunicación personal, 11 de diciembre, 2015)”; esto hace referencia a que la ley resulta ser muy general en ciertos puntos, no siempre caracterizando la gravedad del delito y de este modo, su condena no es la esperada, según el funcionario. Así mismo, la Ing. López explico:

La ley es robusta, y ha sido de gran ayuda para combatir y penalizar los delitos, pero requiere de más elaboración en cuanto a los delitos contra la integridad y la sexualidad de la persona, pues lamentablemente, estos son los casos más comunes en la ciudad de Pasto. (L. López, comunicación personal, 10 de enero, 2016).

Los delitos que atentan contra la integridad y la moral personal a través de medios tecnológicos, son más complejos de lo que el término sugiere, según los funcionarios; abarcando desde el tipo de ataque, hasta la herramienta que se usó y de dónde se obtuvo la información de la víctima, son apenas los inicios de un largo análisis que, debido a su poca eficiente vida procesal, terminan la mayoría de los casos en impunidad. Frente a este tema la Ing. López expone:

Dependemos de jueces y procesos jurídicos para actuar, no podemos ejecutar sentencias por nuestra cuenta; gracias a que la ley no es conocida o no ha sido bien interpretada por los entes jurídicos, debido a negligencia o nivel de complejidad, un proceso por un delito tan simple como un acceso no autorizado a una cuenta de Facebook puede tardar hasta un año en ser autorizado para investigación. (L. López, comunicación personal, 10 de enero, 2016).

Este es un punto importante en la investigación, debido a que se pensaría que el CTI, como único órgano regulador de tales acciones en la ciudad, tendría potestad absoluta sobre cualquier caso, pero la entrevista revela lo contrario, todo proceso de investigación debe ir autorizado por un juez, si éste no tiene un claro conocimiento de la Ley 1273 de 2009, se traduce en un retarde en el proceso; el tiempo de respuesta frente a este tipo de delitos, es vital, la Ing. López añadió:

Si recibimos la autorización de inicio de investigación después de un año, no hay nada que podamos hacer, pues en el caso de violación a una cuenta de red social, el rastreo de IP debe hacerse en un máximo de 6 meses (L. López, comunicación personal, 10 de enero, 2016).

Lo anterior se traduce como la principal causa de la decadente intervención de los entes de control frente a este tema, y con ello el aumento de criminales informáticos.

Frente a los tipos de ataques que se han presentado, el Ing. Gómez explicó:

Los registros de atentados contra una entidad pública, como un banco o un órgano de control, son mínimos; Los casos que frecuentemente recibimos están dentro del rango de los delitos personales, tales como prostitución por internet, estafas menores, robos de perfiles de redes sociales y bullying. Los pocos registros que tenemos sobre delitos informáticos a gran escala en la ciudad, tienen su origen en otros lugares del país, o en ocasiones, del mundo (A. Gómez, comunicación personal, 11 de diciembre, 2015).

Cabe resaltar el hecho de que cuando el perpetuador del crimen informático esta fuera del país, la ley debe contrastarse con las leyes del lugar donde el sujeto radica, esto complicando aún más el proceso, pues hay países que no contemplan los delitos informáticos de la misma manera que éste.

El impacto de los delitos informáticos en la ciudad, de acuerdo con la información obtenida de la entrevista, ha sido mínimo a nivel de las entidades públicas, pero amplio en cuanto a la población se refiere; aunque no implique bienes materiales o grandes catástrofes administrativas, vulnerar la privacidad de un sujeto no debería ser objeto de menor atención o preocupación. Promover el concepto de delito informático y fomentar el entendimiento de la Ley 1273 de 2009, tanto en la ciudadanía, como en los entes jurídicos, es clave para detener y combatir efectivamente la creciente amenaza que esto representa para todos.

## Conclusiones

Si bien el nivel de conocimiento en cuanto al concepto de delito informático y ley de delitos informáticos es superior al esperado, se encuentra una grave falencia frente a la interpretación de ese conocimiento por parte de los participantes. Conocer el tema no garantiza al individuo su seguridad, solo lo hace más preventivo frente a ella, es evidente que aunque las personas por diferentes motivos conocen el concepto, no le dan la importancia que este requiere, subestimando el daño que un incidente de este tipo puede causar.

En cuanto a los resultados de la encuesta, se obtuvieron valores relevantes que vale la pena resaltar, el 90% de la muestra conocía el concepto de delitos informáticos, y el 80% de los mismos conocía a nivel básico o extenso la Ley 1273 de 2009, lo cual muestra una relación directa frente al conocimiento del tema como tal y la necesidad de profundizar frente a los mecanismos jurídicos que la regulan. Por otro lado, se encontró que la totalidad de las entidades objeto de investigación, poseen un sistema de información, aunque no todos los participantes manifestaron tener alguna relación con dicho sistema o conocer su funcionamiento. Con respecto a los casos de delitos informáticos a nivel institucional, 5 participantes, manifestaron haber tenido casos de delitos informáticos en la entidad en la cual se desempeñaban, aunque ninguno de ellos denunció el suceso ante las autoridades. A nivel personal, el 90% de la muestra total, afirmó nunca haber sido víctima de ningún tipo de ataque informático que afecte directamente su integridad a nivel social, casos como robo de identidad o perfiles de redes sociales, el 10% restante, se opuso a hablar sobre los sucesos.

Como parte final, se evidenció que el 45% de la muestra desconoce sobre las políticas de seguridad informática de su entidad, debido a la negligencia del funcionario o por la inexistencia de dicho docu-

mento; partiendo de este hecho, la pregunta única diseñada para los jefes de sistemas, mostro que el 80% de los participantes que representaban el área de sistemas, aplican prácticas de seguridad básicas que muchas veces, no son suficientes considerando el tipo de entidad y la información que manejan.

De la entrevista a las autoridades encargadas de regular y llevar a términos judiciales los casos reportados, se concluyó que el impacto de los delitos informáticos en la ciudad, de acuerdo a la información obtenida ha sido mínimo a nivel de las entidades públicas, pero amplio en cuanto a población se refiere; aunque no impliquen bienes materiales o grandes catástrofes administrativas, vulnerar la privacidad de un sujeto no debería ser objeto de menor atención o preocupación. El promover el concepto de delito informático y fomentar el entendimiento de la Ley 1273 de 2009 tanto en la ciudadanía, como en los entes jurídicos, es clave para detener y combatir efectivamente la creciente amenaza que esto representa para todos.

Las estrategias resultado de esta investigación comprenden:

- La difusión del reglamento por medio electrónico, bien sea en portales Web o correos institucionales, y su apropiación como un requisito para cualquier funcionario dentro de la entidad
- Generación de talleres y cursos de asistencia libre para toda la población.

Dentro de los temas a tratar, se propone:

- Informática básica.
- Delitos informáticos.
- Perjuicios que implica tanto para la persona como la entidad.
- Ley de delitos informáticos.
- Casos de estudio.

La informática básica, proveerá los conceptos claves para que la persona entienda de dónde surge, cómo se maneja y distribuye la información, cómo puede ser vulnerada por medio de un dispositivo electrónico, y qué practicas básicas puede adoptar para protegerse. La temática de delitos informáticos, tratara todo el espectro de los ataques más frecuentes conocidos, cómo funcionan, quiénes los ejecutan y qué objetivos tienen. Los perjuicios serán el tema más importante, ya que deberán tratar todos los problemas, tanto económicos, personales y jurídicos a los que una persona se puede ver sometida de ser víctima de un ataque informático. La Ley de Delitos informáticos deberá explicarse de manera que se entienda como una herramienta jurídica frente a los atacantes, donde los asistentes a los talleres, televidentes u lectores, conozcan qué alternativas jurídicas tienen frente a una situación de este tipo. Por último, la ejemplificación de casos, aplicara todos los conceptos estudiados, con el fin de proveer guías a los participantes, compartir experiencias y crear comunidades que amplíen el rango de eficiencia de estas actividades.

## Referencias

McAfee Together is power. (2016). *Informe de McAfee Labs sobre amenazas*. Recuperado de <https://www.mcafee.com/enterprise/es-mx/assets/reports/rp-quarterly-threats-may-2016.pdf>

Redacción Tecnológica. (23 de abril de 2013). Dos de cada 10 empresas, víctimas de robo de datos. El 31 por ciento de los ataques informáticos en Colombia apuntan a las pyme. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12758292>



# Sistema experto y de georreferenciación en la Secretaría Municipal de Tránsito y Transporte de Pasto

**Álvaro Alexander Martínez Navarro**  
**Robinson Andrés Jiménez Toledo**  
**Hernán Jair Gómez Palacios**  
**Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

## Resumen

Este artículo aborda el aporte gestado en materia de seguridad vial, como apoyo tecnológico en la Secretaría Municipal de Tránsito y Transporte – SMTT de la ciudad de Pasto, relacionado en primera instancia, con la implementación de un sistema experto para optimizar la realización de campañas de prevención de accidentalidad y en segunda instancia, con el mejoramiento del proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas detectadas a través de un sistema basado en georreferenciación. El proceso metodológico se ciñe al paradigma cuantitativo, enfoque empírico analítico y de tipo descriptivo aplicado. El muestreo fue no probabilístico, intencional por conveniencia. Una de las principales conclusiones de este estudio radica en que el análisis de la accidentalidad a través de los mapas y distribuciones entregadas por la alcaldía y la STTM, permitió desarrollar un software de georreferenciación en Pasto, que contiene: la división por comunas y veredas, información estadística general y específica, y gestión de reportes sobre accidentalidad vial. Este trabajo logró mejorar la toma de decisiones, tanto en la generación de campañas como en la recolección, análisis y presentación de accidentalidad en la STTM, principal entidad beneficiada de los hallazgos y paralelamente se favorecieron todos los habitantes de la ciudad.

**Palabras clave:** accidental vial, georeferenciación, sistema experto.

## Introducción

En el mundo se vienen realizando esfuerzos en lo que respecta a la seguridad vial, por ejemplo, en el artículo de Argote, Hernández, Jiménez y Martínez Navarro (2015) se mencionan trabajos hechos en Finlandia, Perú y la Organización Mundial de la Salud, en este sentido, los autores de la publicación ponen de manifiesto la necesidad de analizar la temática, a través de tecnología que logre mejorar la toma de decisiones, por ejemplo, haciendo uso de los sistemas expertos y georeferenciación; este trabajo aborda la segunda fase del trabajo hecho por los investigadores citados al inicio de este texto, la cual consistió en abordar la problemática relacionada con los procesos de gestión y análisis de información, llevados a cabo por la Secretaria de Tránsito y Transporte Municipal de San Juan de Pasto, mediante la georreferenciación de la información. Los síntomas y las causas que más afectan a la entidad y que no fueron atendidos en el primer trabajo fueron: problemas en los procesos para determinar comunas y corregimientos con altos índices de accidentalidad y factores que los generan, dificultades para reconocer la ubicación geográfica de los siniestros en las diferentes comunas y corregimientos, finalmente, la falta de optimización en el análisis y procesos estadísticos sobre accidentalidad vial, lo que provoca que la información no sea oportuna, es decir, que no está en el momento preciso para tomar medidas que afecten de manera positiva en la disminución de la accidentalidad, debido a que estos procesos actualmente son realizados de manera manual. Teniendo en cuenta las causas y los síntomas, se diagnostica la necesidad de

una herramienta informática que permita reconocer, especificar, manipular, desplegar y analizar las problemáticas de accidentalidad en tiempo real y que permita geográficamente referenciarlas, con el fin de proveer información detallada que sea de ayuda para tomar medidas en las comunas o corregimientos con mayores índices de accidentalidad.

La investigación responde a la pregunta orientadora: ¿Cómo mejorar el proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas de seguridad vial en la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de San Juan de Pasto (STTM)?, abordada bajo el objetivo general: Mejorar el proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas de seguridad vial en la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de San Juan de Pasto (STTM) a través de la construcción de una estrategia computacional, basada en georreferenciación y sistemas expertos, desarrollado a partir de una caracterización de la situación actual de la accidentalidad vial de la ciudad objeto de estudio y sus componentes.

La primera parte de este artículo explica la forma en que se abordó la problemática detectada a través del proceso investigativo llevado a cabo; en segunda instancia se describen los resultados e interpretaciones discusión, por último, se exponen las conclusiones del trabajo.

### Metodología

La presente investigación se fundamentó en lineamientos del paradigma cuantitativo, debido al proceso de cuantificación de la información obtenida; basándose en este concepto fue posible utilizar métodos estadísticos, enfocando a los investigadores en los fenómenos observables susceptibles de medición, análisis matemáticos y control experimental, determinando así la variable de accidentalidad en la ciudad de San Juan de Pasto categorizada para establecer relaciones estadísticas y así llegar a conclusiones que determinen los problemas más representativos que actualmente se están presentando en la STTM. No se descartó el uso de algunos elementos del paradigma cualitativo, ya que se busca describir los procesos y actividades actuales de la STTM que se están llevando a cabo, como métodos de recolección de datos mediante creencias y opiniones de los expertos de seguridad vial, quienes participaron en los procesos de recolección de información (Carvajal, 2011).

“La base de esta visión prácticamente doctrinaria, es acogernos a la observación, medición y verificación de todo evento o fenómeno que pretendamos estudiar” (Camarena, 2010, s.p.), ya que se basa en información existente referente a accidentalidad y sus causas, además de información que los investigadores recolectaron mediante instrumentos validados, entrevistas y casos de prueba; fue necesario aplicar el enfoque empírico analítico, puesto que permite una orientación a la comprobación, confirmación e inferencia para la generación de resultados que expliquen los eventos que se presentan. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. *Metodología de la investigación*

Paradigma	Enfoque	Tipo
Cuantitativo	Empírico analítico	Descriptivo aplicado
<b>Línea de investigación</b>	Ingeniería, Informática y computación. (Grupo de Investigación GISMAR - Universidad Mariana, 2014)	
Área Temática	Innovación, modelamiento y desarrollo de software (Grupo de investigación GISMAR - Universidad Mariana, 2014)	

Fuente: La presente investigación.

Para la obtención de la información necesaria para el desarrollo de la investigación se trabajó con un muestreo no probabilístico, intencional, por conveniencia, es decir, se trabajó con un grupo típico (Moreno y Gallardo, 1999), para el caso de la investigación se refiere al grupo de seguridad vial de la STTM de San Juan de Pasto, las razones de su escogencia corresponden a que dicho conglomerado tiene mayor dominio de la temática a indagar y disponibilidad hacia los investigadores en el desarrollo de sus actividades, sin embargo, puede ocasionarse un sesgo, ya que no se incluyen a las personas ajenas a este grupo para la investigación. El proceso de investigación recopila las síntesis de fuentes, instrumentos de recolección, técnicas de procesamiento de datos y productos obtenidos para cada objetivo específico. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de procesos de investigación

Objetivos específicos	Técnica recolección	Técnica Procesamiento	Resultado
Caracterizar la situación actual de la accidentalidad vial.	Entrevista a los funcionarios de la STTM sobre los procesos que llevan a cabo para análisis y procesamiento de datos.	Análisis cualitativo y cuantitativo de datos.	Documento descriptivo del sistema actual.
Diseñar, desarrollar e implementar el sistema de análisis con georreferenciación.	Sesión de grupo.	Análisis de requerimientos, análisis y diseño del sistema.	Sistema de análisis con georreferenciación.

Fuente: La presente investigación.

## Resultados

### Caracterización del proceso de análisis de accidentalidad vial

Con la finalidad de conocer las actividades y procesos realizados en el análisis de accidentalidad respecto de la georreferenciación de información en el equipo de seguridad vial, se desarrolló una entrevista semiestructurada de tipo intencional por conveniencia a los expertos del grupo colaborador, con preguntas abiertas orientadas a describir todo el proceso, desde la recolección y procesamiento de datos, hasta su análisis y presentación. El instrumento se validó por medio del método juicio de expertos, con el propósito de entender de mejor manera los procesos llevados a cabo actualmente en la STTM para el manejo de la accidentalidad en seguridad vial y su georreferenciación; para ello, se analizaron los datos y se los consignó en un diagrama y en una matriz; en la fase de recolección, las fuentes de información primaria para el procesamiento y análisis de accidentalidad vial son los IPAT que se diligencian por los agentes y posteriormente se almacenan en una base de datos Excel.

En la Tabla 3 se puede observar un resumen de los resultados obtenidos acerca de la situación actual de la institución objeto de estudio, en ella se evidencia la necesidad de un sistema de control de accidentalidad vial, que permita georreferenciar los puntos y zonas críticas de la ciudad, además, que realice análisis orientado a generar acciones y medidas para combatir el problema detectado y finalmente, que su uso presente una disponibilidad alta y bajo demanda.

Tabla 3. *Situación actual de la STTM*

Proceso	Actividad	Hallazgo
Georreferenciación	Recolección y procesamiento	- No existen medios tecnológicos que soporten o ayuden a ubicar geográficamente accidentes de tránsito y puntos críticos.
		- No existe software que permita visualizar resultados.
Análisis de accidentalidad	Cuantificación y análisis	- Operaciones realizadas en una base de datos Excel cuantificando los ítems de accidentalidad y realizando sumatorias de índices de accidentalidad.
		- Generación de informes de accidentalidad que permiten realizar campañas pedagógicas en lugares estratégicos y su posterior estudio.
		- Se tiene en cuenta accidentalidad, se determinan acciones según sus causas.
Tratamiento de información	Procesamiento y análisis	- Hace falta analizar de manera detallada los valores de daños y heridos.
		- Análisis y procesamiento únicamente en Excel.
		- Insuficiente análisis y procesamiento de la información.
Identificación de las actividades más relevantes	Procesamiento de información y seguridad vial	- Las herramientas utilizadas en el almacenamiento son Excel y Mercury.
		- Generación de campañas pedagógicas de capacitación y sensibilización.
Optimización de actividades	Identificación de acciones a mejorar	- Recolección, digitación y filtración de información tanto de vehículos como de motocicletas para el análisis.
		- Sistematizar la georreferenciación de zonas y puntos críticos.
		- Mejorar el proceso de generación de campañas, la disponibilidad de la información, la agilidad y rapidez de los procesos de análisis.
		- Mejorar la aplicación que realiza análisis y ayuda a generar campañas.

Fuente: La presente investigación.

### Construcción de la estrategia computacional

Actualmente la Secretaría de Tránsito y Transporte de San Juan de Pasto cuenta con la subsecretaría de seguridad vial, cuya finalidad es tratar temas relacionados con el control de accidentalidad, así como realizar campañas pedagógicas en la ciudad, sin embargo, las actividades llevadas a cabo para procesar y analizar la información de su quehacer referente a temas de georreferenciación de accidentes, zonas y puntos críticos son inexistentes o son tratados muy superficialmente de forma empírica, ocasionando que la generación de informes y el tratamiento de las problemáticas

sea un proceso dispendioso, que presenta complicaciones a nivel de gestión de información y disponibilidad de la misma, hecho que afecta el tiempo de respuesta y el porcentaje de efectividad de las medidas que se tomen. A partir de lo anterior, se vislumbró la necesidad de implementar una aplicación que permita a la subsecretaría tener mayor control de los eventos de accidentalidad con georreferenciación, que genere informes de accidentalidad con gráficos bajo demanda y presente cifras que permitan llegar a conclusiones concretas para que los funcionarios puedan tomar decisiones de manera informada.

Los requerimientos funcionales identificados se indican a continuación: Rf1: Realizar estadísticas de la zona, Rf2: Graficar comunas, Rf3: Rellenar comunas, Rf4: Seleccionar comunas, Rf5: Ubicar accidentes. Rf6: Describir accidentes, Rf7: Gestionar información. Estos requerimientos funcionales se consignaron cada uno en un formato propio construido para la investigación (ver Tabla 4), en el formato puede verse un ID que es un código único de identificación asignado por el grupo desarrollador; también se establece si el requerimiento necesariamente debe estar en la aplicación (obligatorio) o no (opcional), en este último caso se trata de servicios adicionales no mencionados por el cliente y que pueden mejorar el producto; la visibilidad tiene que ver con que el requisito tendrá (visible) o no (no visible) una interfaz gráfica de usuario en el software; el tipo de operación refiere a la manera de actuar del requerimiento, así: modificador: cuando se encarga de cambiar información; analizador: si se ocupará de realizar cálculos y devolver sus resultados; y de consulta: cuando únicamente se encarga de recuperar datos.

Cabe mencionar que, las dos primeras características son excluyentes, en cambio la última no, es decir pueden existir servicios que modifican información, hacen operaciones matemáticas y devuelven resultados o que únicamente recuperen información. Los requerimientos no funcionales identificados fueron: Rnf1: Usabilidad, Rnf2: Persistencia de la información, Rnf3: Repositorio.

Tabla 4. *Formato de requerimiento funcional*

<b>ID:</b>	<b>Nombre:</b>	Nombre del requerimiento funcional; se recomienda comenzar la redacción con verbos en infinitivo para indicar una acción.
<b>Resumen:</b>		Descripción detallada del servicio que se incluirá en el software.
<b>Entradas:</b>		Lista de datos proporcionados por el usuario para que el servicio pueda realizar su labor.
<b>Resultado:</b>		Estado del sistema y/o de la información luego de haberse cumplido sin error el servicio.
<b>Fecha de elaboración:</b>		Día, mes y año en que se diligenció este formato, este dato es importante para realizar un control de versiones.
<b>Autor:</b>		Persona que elaboró el requerimiento.
<b>Actores:</b>		Nombre de los participantes en este requerimiento, de acuerdo con el diagrama de casos de uso.
<b>Obligatorio:</b>	<b>Visible:</b>	<b>Modificador:</b>
<b>Opcional:</b>	<b>No visible:</b>	<b>Analizador:</b>
	<b>Consulta:</b>	
<b>Pre-condiciones:</b>		“Supuestos expresados como condiciones que se dan por verdaderos y que el requerimiento exige para poder resolver el problema” (Villalobos y Casallas, 2006, p. 290).

**Post-condiciones:** “Conjunto de condiciones que expresan el resultado obtenido y que deben ser verdaderas después que el requerimiento ha sido ejecutado” (Villalobos y Casallas, 2006, p. 291).

**Curso básico de eventos**

Evento	Actor	Excepción
Listado ordenado y lógico de cada una de las actividades necesarias para completar el requerimiento	Nombre del participante que ejecuta la actividad	“Listado de situaciones anormales que pueden producirse en la ejecución de cada actividad” (Villalobos y Casallas, 2006, p. 295).

Fuente: La presente investigación.

Para desarrollar de forma ágil y controlada el software, se optó por el uso del modelo de desarrollo de software iterativo; teniendo en cuenta la cantidad de requerimientos se decidió realizar dos iteraciones que tuvieron como resultado dos versiones entregables y funcionales; para su desarrollo se asignó la mitad de requerimientos funcionales a cada uno, cada iteración fue integrada a las fases de desarrollo contempladas en el TSP (*Team Software Procces*), aunque no se dispuso del equipo de trabajo completo; la metodología permitió una buena gestión del desarrollo de software desde todos sus aspectos: planeación, análisis, desarrollo, pruebas e implementación, además de administrar el proyecto adecuadamente en todas sus fases. Con el apoyo de estos dos modelos se logró establecer la administración de construcción y desarrollo del software.

Las funcionalidades del sistema de georreferenciación se muestran en la Figura 1, ahí se puede observar la participación de dos actores: el usuario, encargado de utilizar las estadísticas de la comuna y seleccionar cualquiera de ellas para su análisis; y el sistema que gráfica y rellena geográficamente una comuna. El proceso de selección de una demarcación tiene inmerso el uso de su gráficación y relleno.

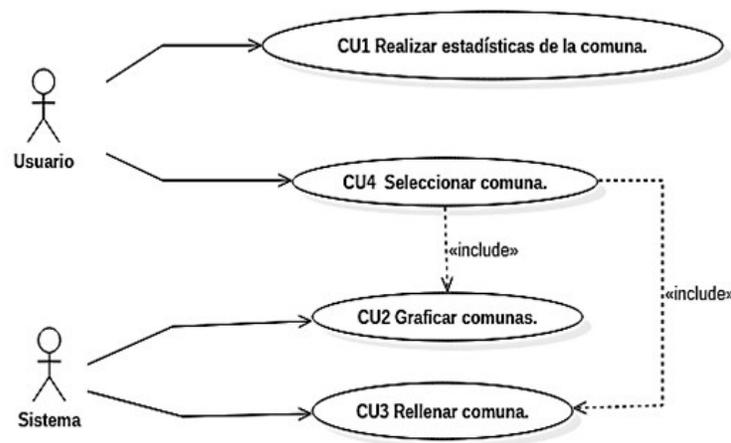


Figura 1. Casos de uso del sistema de georreferenciación.

Fuente: La presente investigación.

Para el módulo de georeferenciación se decidió utilizar una plataforma web, aquí es importante tener en cuenta la seguridad, tanto a nivel de alimentación de datos, como análisis y obtención de gráficos. A partir de lo anterior, se decidió generar distintos tipos de usuario, enfocados a la separación de acciones por módulos, esto garantizó que los usuarios solamente puedan ejecutar las secciones que se les haya asignado, además, ellos mismo pueden crear sub usuarios para limitar determinadas opciones. Por ejemplo, en la Figura 2 se observa que el administrador puede decidir agregar analistas de información y alimentadores de datos, y estos a su vez crearán sub analistas y sub alimentadores respectivamente.

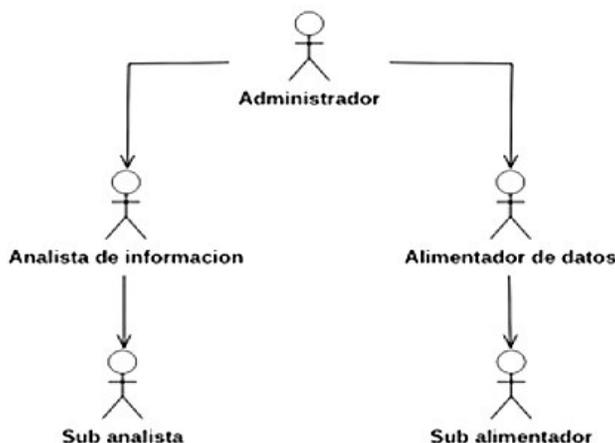


Figura 2. Niveles de usuario.

Fuente: La presente investigación.

### Arquitectura de la solución

La arquitectura del sistema se construyó bajo el estándar Archimate 2.1 (ver Figuras 3, 4 y 5). El proceso modelado en la capa de negocio (Figura 3) se describe a continuación: cualquier funcionario del grupo de seguridad vial de la STTM diligencia los IPATs en una hoja de cálculo y convierte los datos a formato CSV, el sistema propuesto se encarga de cargarlos en un DBMS, analiza la información con CLIPS (Sistema de Producción Integrado en Lenguaje C) y genera de manera inteligente las campañas que han de tenerse en cuenta en el proceso de toma de decisiones por parte de los interesados. En el nuevo módulo de georeferenciación el agente de tránsito se encarga de registrar la información de cada accidente que se presente en la ciudad, indicando las coordenadas geográficas del sitio exacto donde ocurrió el siniestro; con esta información el sistema propuesto en este trabajo pinta en el mapa los puntos de dichos acontecimientos; estos datos son la materia prima para que los funcionarios de seguridad vial puedan observar la ubicación geográfica de la comuna crítica y generar estadísticas de accidentalidad.

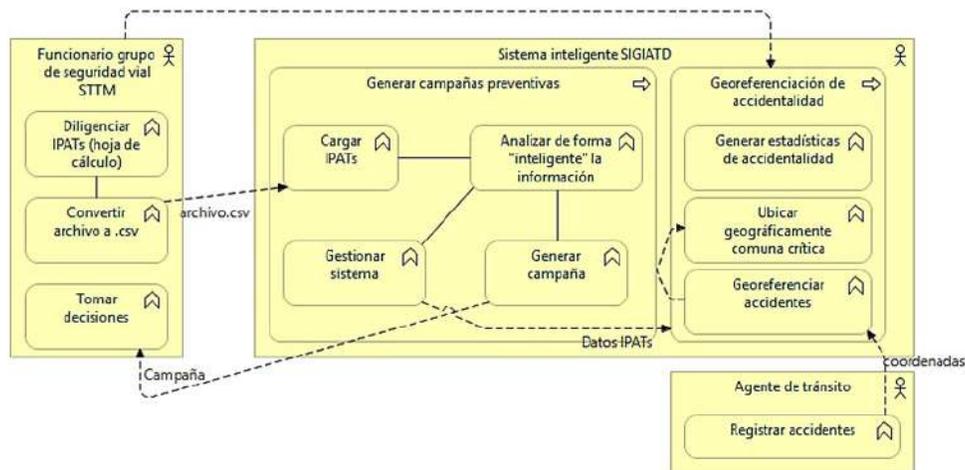


Figura 3. Capa de negocio.

Fuente: La presente investigación.

En la capa de aplicación (Figura 4) puede observarse la existencia de dos contextos: el sistema experto y el de la georeferenciación; el primero compuesto de un DBMS, necesario en la construcción de la base de conocimiento y de hechos, Excel presente en el diligenciamiento de los IPAT a procesar, ambos componentes son usados por el componente de datos del sistema propuesto, dentro del sistema experto se estructuran cuatro componentes: datos, cuya funcionalidad es cargar al DBMS los archivos CSV; la lógica, que utiliza en su interior a los componentes CLIPS como motor de inferencia; y datos, para analizar la información y generar de manera inteligente las campañas que serán presentadas al usuario por medio del componente Desktop App. En el segundo módulo se tiene un componente externo – browser – encargado de consumir los servicios que presta la aplicación web, que en su interior hace uso de la API de Google Maps para mostrar en tiempo real los lugares exactos donde ocurren los accidentes; toda la información de esta funcionalidad se guarda en un DBMS accedido desde la web.

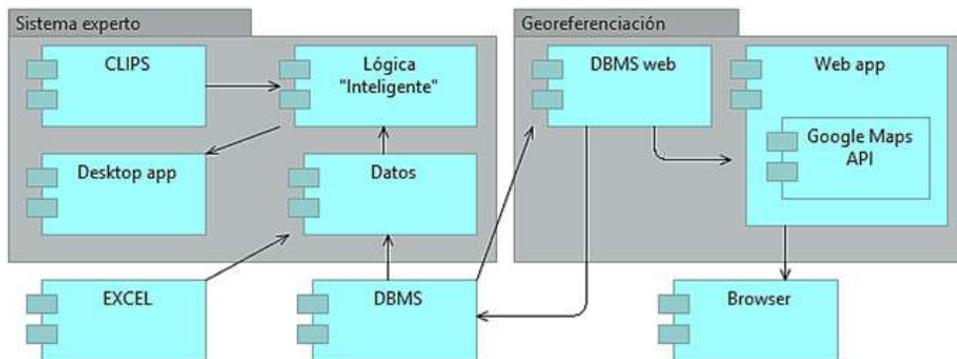


Figura 4. Capa de aplicación.

Fuente: La presente investigación.

En cuanto a infraestructura tecnológica (Figura 5) la aplicación planteada puede trabajar en un solo equipo, siempre y cuando cuente con un DBMS, Excel y SIGIATD o también puede montarse en una red que incluya otro computador con Excel para diligenciar los IPAT a examinar. La funcionalidad de

georreferenciación se soporta con dos tipos de dispositivos: el primero es un servidor que aloja, tanto a la aplicación web, como al DBMS que soporta sus datos; el segundo, se trata de un equipo móvil utilizado por los agentes de tránsito para registrar toda la información, a través de un navegador, de los accidentes incluyendo su ubicación geográfica. Como puede verse, la infraestructura de la solución se soporta en dos tipos de redes: la de área local se usa para gestionar al sistema experto, y la de internet para poder trabajar los accidentes de manera georreferenciada y en tiempo real.

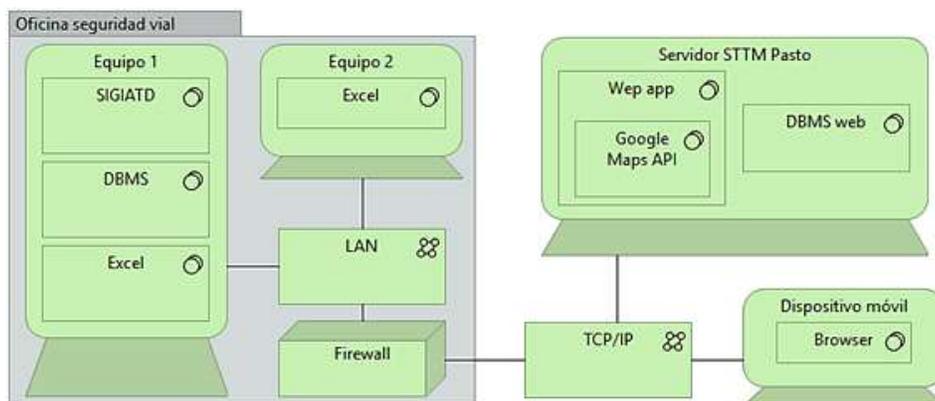


Figura 5. Capa de tecnología.

Fuente: La presente investigación.

## Conclusiones

Teniendo en cuenta la entrevista semiestructurada intencional por conveniencia aplicada al grupo de seguridad vial de la STTM y los resultados de su análisis, se puede concluir que el grupo de seguridad vial requiere de un sistema de control de accidentalidad vial que permita georreferenciar los puntos y zonas críticas de la ciudad, además de realizar análisis orientados a generar acciones y medidas para combatir la accidentalidad.

El análisis de la accidentalidad a través de los mapas y distribuciones entregados por la alcaldía y la STTM, en conjunto con el análisis de los componentes de la misma, obtenidos por consultas y entrevistas a expertos del grupo de seguridad vial, permitió desarrollar un mapa virtual georreferenciado de San Juan de Pasto, que contiene la división por comunas y veredas; igualmente, determina la información estadística principal que debería ser desplegada, tanto generalmente, como por comuna o vereda, finalmente establece cómo se gestionaría los reportes necesarios de estadísticas específicas de accidentalidad vial, por ejemplo, reporte de daños, muertos y heridos presentados anualmente.

En relación con el producto software de georreferenciación, se pudo identificar que es capaz de graficar las comunas y veredas de la ciudad de San Juan de Pasto, permite seleccionar comunas y mostrar sus estadísticas de accidentalidad; el diseño del nuevo módulo se decidió hacerlo web por motivos de facilidad de uso e implementación de nuevos componentes, además los usuarios manifestaron que visual y funcionalmente ha mejorado, según la entrevista hecha en este trabajo.

Se hizo necesaria la creación de un sitio web secundario para implementar una estrategia móvil, con el fin de alimentar la base de datos del sitio principal; finalmente, en cuanto a las estadísticas que se presentan actualmente, resultaron ser las requeridas, ya que están bien estructuradas y cumplen los requisitos establecidos, según los expertos del grupo de seguridad vial.

La solución de problemas con la implementación de software se convierte en una ayuda vital para que las empresas puedan alcanzar sus objetivos estratégicos y prestar mejores servicios; por consiguiente, si este proceso se apoya en frameworks o API disponibles en el mercado logra mayores beneficios en menores tiempos de desarrollo porque dichas herramientas tienen altos grados de madurez y confianza; en este trabajo se utilizaron CLIPS (C Language Integrated Production System) para programar la lógica “inteligente” y Google Maps API para la georreferenciación de la información.

### Referencias

- Argote, I., Hernández, G., Jiménez, R. y Martínez, A. (2015). Producción de conocimiento con CLIPS para el apoyo a la toma de decisiones en el gobierno municipal colombiano. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(5), 224-235.
- Camarera, A. (10 de julio, 2010). Los paradigmas empíricos, analíticos y sistémicos [Diapositivas]. Recuperado de <https://www.slideshare.net/maxantonio/paradigmas-empiricos-analitico-y-sistemico-mach>
- Carvajal, A. (22 de marzo, 2011). Paralelo cuantitativo cualitativo [Diapositivas]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/adielacarvajal/paralelo-cuantitativo-cualitativo>
- Grupo de investigación GISMAR - Universidad Mariana. (2014). *Área temática: Informática educativa, pedagogía y currículo*. Recuperado de <http://www.umariana.edu.co/grupos-investigacion/gismar.html>
- Grupo de Investigación GISMAR - Universidad Mariana. (2014). *Línea de investigación: Ingeniería, Informática y computación*. Recuperado de <http://www.umariana.edu.co/grupo-gismar.html>
- Moreno, A. y Gallardo, Y. (1999). *Modulo 3 Aprender a Investigar (3ª ed.)*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: ICFES.
- Villalobos, J. y Casallas, R. (2006). *Fundamentos de programación: Aprendizaje activo basado en casos*. Bogotá: Pearson - Prentice Hall.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Avances y aplicaciones de sistemas inteligentes y nuevas tecnologías COISINT 2016

**Mario Fernando Jojoa Acosta**  
**Robinson Andrés Jiménez Toledo**  
**Álvaro Alexander Martínez Navarro**  
**Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

## Resumen

En el mes de marzo de 2016, en la ciudad de Ibarra (Ecuador) se llevó a cabo el Congreso Internacional de Sistemas Inteligentes y Nuevas Tecnologías, en el cual el Grupo de Investigación GISMAR de la Universidad Mariana participó con tres presentaciones en los ámbitos de ingeniería de software e inteligencia artificial. La primera ponencia, Evaluación de tecnologías para la persistencia de datos en JAVA es producto de una investigación que consiguió caracterizar las tecnologías JDO, Hibernate, JDBC, JPA, EJB's, EclipseLink y Mybatis, utilizando bases de datos relacionales. La segunda ponencia, Oportunidades de formación del ingeniero de sistemas en Colombia mediante comparación de perfiles profesional y laboral, describe las oportunidades de formación del ingeniero de sistemas con base en las exigencias laborales en Colombia y la última ponencia, Clasificador basado en el coeficiente de correlación de sonidos cardiacos, presenta un paradigma de extracción de características de señales fonocardiograficas a través del cálculo de la envolvente y como clasificador una heurística basada en el coeficiente de correlación de Pearson.

**Palabras clave:** base de datos, congreso, envolvente, fonocardiográficas, laboral.

## Introducción

La persistencia de datos hoy en día es indispensable para cualquier sistema de información que maneje una empresa, ya que estos datos serán manipulados y con ellos se podrá sacar grandes beneficios. Según Payá (s.f.) “todos los elementos que conforman una empresa están reflejados en datos, desde los empleados hasta los clientes, desde los recursos que posee hasta los productos que vende, etc.” (p. 3).

En la actualidad, si una empresa no posee un sistema de información que soporte sus procesos, productos y servicios está en desventaja a la hora de competir con otras empresas; pero además, es importante que los datos que se generan diariamente en una empresa perduren en el tiempo. Si hay persistencia, los datos serán analizados e interpretados para la toma de decisiones que mejoren la productividad de la empresa.

Para Paya (s.f.):

La información y características asociadas de estos elementos siempre pueden ser útiles y, en otros casos, indispensables para el funcionamiento de la empresa. ¿Qué sería de un banco si tiene problemas a la hora de manejar los datos de sus clientes? ¿Y los datos de sus transacciones? Es evidente que los datos conforman el corazón de las empresas y, por esta razón, es crucial la forma de manejarlos. (p. 3).

Por otra parte, hoy en día el uso del paradigma orientado a objetos - POO y el uso de JAVA como un lenguaje de programación de punta para desarrollar aplicaciones o soluciones informáticas, han hecho que aparezcan diferentes tecnologías para la persistencia de datos, con varias características que el diseñador o programador desconoce a la hora de utilizar, en relación con aquella que ofrece mayores beneficios para la elaboración de software. Este hecho ha generado la proliferación de tecnologías para la persistencia. Entre las más importantes están: Hibernate, Enterprise JAVA Beans (EJB's) de entidad, JAVA Data Objetc (JDO), JAVA Database Connectivity (JDBC), JAVA Persistence API (JPA), MyBatis, Object-relation mapping (ORM) y EclipseLink.

Las diferentes tecnologías utilizadas para persistencia, han generado un amplio debate y discusión en la industria del Software, para identificar cuál es la alternativa que debe dominar el mercado (Payá, s.f.). Sin ir a los extremos, la divergencia de pensamiento en cuanto al uso de las tecnologías para la persistencia de datos, no se sustenta desde una exploración académica que presente ventajas y desventajas en cuanto al uso de estas tecnologías de persistencia en JAVA, cada una se muestra como la solución indiscutible para ser usada. Para apaciguar el debate es necesario realizar estudios investigativos que sirvan de guía a la industria de software para escoger y establecer las alternativas que debe predominar en el mercado.

El fenómeno que se presenta sobre la variedad de alternativas para la persistencia de datos en JAVA ocurre porque no existen fundamentos sobre técnicas de diseño a utilizar para hacer persistir los datos, que es directamente proporcional a la falta de documentación que influye en la selección de estas alternativas (Bazzocco, 2012). Hoy en día el factor que influye al escoger una tecnología de persistencia de datos en JAVA es la experiencia del desarrollador o programador, esto ocurre porque simplemente es la técnica que conoce y maneja, que en la mayoría de los casos no se ofrece como un valor agregado al producto en cuanto al rendimiento, transparencia en la capa de acceso a datos, facilidad y rapidez en la implementación del *framework*, entre otras; puesto que no existe una documentación clara y fácil de entender.

La dificultad de implementación de las alternativas para la persistencia de datos hace que el diseñador desconozca qué ventajas le puede ofrecer. Según Inoto (2006) "el desarrollador JAVA debe saber también otro lenguaje (SQL)" (p. 8).

Debido a la existencia de diferentes opciones para la persistencia de datos, es cada vez más notoria la dificultad para la escogencia de la alternativa que se adapte a las necesidades del problema. Los desarrolladores JAVA desconocen cuáles son las ventajas que una herramienta tecnológica de persistencia ofrece para hacer software. Esta inquietud genera incertidumbre para escoger que herramienta cumple con los requisitos necesarios para el desarrollo de una aplicación. Además, el desarrollador debe tener la capacidad conocer y utilizar otros lenguajes, por ejemplo, SQL o XML para poner en funcionamiento la tecnología seleccionada.

Por lo anteriormente descrito, se puede establecer que es necesario realizar un estudio comparativo de las tecnologías de persistencia en JAVA, de continuar con esta problemática, los desarrolladores y programadores tendrían dificultades para escoger una alternativa de persistencia que se adapte a la necesidades o requisitos de la aplicación, pérdida de tiempo consultando documentación que le ayude en la toma de decisiones sobre que alternativa de persistencia de datos a implementar. Si la tecnología de persistencia no cumple con los requisitos necesarios para el funcionamiento esperado de la aplicación, generaría un conjunto de problemas, como la inestabilidad, el colapso del sistema de información, demora en la inserción, actualización, eliminación, consultas de registro en la base de datos.

Existen trabajos como el realizado por Cando (2013), dónde se analizaron diversas herramientas de persistencia JAVA basadas en ORM que se puedan implementar en las empresas, se estudió principal-

mente la tecnología Hibernate con sus características, ventajas y desventajas. También, se encuentran otras investigaciones como la de Callejas, Peñalosa y Alarcón (2011), quienes realizaron un estudio investigativo para los framework de persistencia Hibernate y EclipseLink, buscando que los resultados obtenidos sirvan de aporte al momento de tomar la decisión de cuál de los 2 frameworks presenta mayor rendimiento. Otra investigación que abordó las tecnologías para persistencia de datos es el planteado por Yus (2010), dónde se desarrolló una herramienta para generar el código fuente para la capa de persistencia de datos, que forma parte de un paquete computacional de uso general.

De igual manera, existe el trabajo de Alvarez-Uria (2009), dónde se realizó un estudio y evaluación de las diferentes alternativas para la persistencia de datos, para permitir el desarrollo de un conjunto de componentes que simplifican y agilizan la construcción de la capa de persistencia en aplicaciones multicapa, especialmente para las aplicaciones desarrolladas con JAVA 2 Enterprise Edition (J2EE). Otro estudio en relación con la persistencia de datos, es el planteado por Payá (s.f.), que se centró en conocer las diferentes tecnologías para la persistencia en JAVA, se analizaron, determinando sus ventajas y desventajas, finalmente se seleccionó una tecnología y se implementó en un aplicación observando sus beneficios.

### **Oportunidades de formación del ingeniero de sistemas en Colombia mediante comparación de perfiles profesional y laboral**

En Colombia, los estudiantes que terminan los estudios de bachillerato, se encuentran o se formulan una serie de preguntas concernientes a su futuro: « ¿Qué hacer?, ¿Qué carrera universitaria seleccionar?, ¿Las universidades preparan correctamente a las personas para el mundo laboral y real?». Esta última pregunta es igualmente formulada por estudiantes que ya llevan cursado cierto ciclo en una universidad, sin importar el tipo de carrera en la que se encuentren.

Se puede argumentar que la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas, está presente en diversas áreas laborales y sociales, incluso, el mismo gobierno Colombiano, propicia beneficios económicos para personas que quieran cursar esta carrera profesional, como el Plan Vive Digital (Ministerio de Tecnología Colombia [MIN TIC], 2014) y el Desarrollo del Sector de TI, como uno de clase mundial (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). Por ello, es inevitable entre los estudiantes de esta carrera universitaria, realizarse a sí mismo y/o a los demás la pregunta: « ¿Las universidades preparan correctamente a las personas para el mundo laboral? ». En este sentido, se llevó a cabo en la Universidad Mariana, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas, la investigación denominada “Estudio del perfil del ingeniero de sistemas a nivel nacional”, que pretende convertirse en un referente teórico y práctico para quienes se generan este tipo de cuestionamientos (Jiménez, Palechor y Hernández, 2016).

La pregunta orientadora que se planteó para esta investigación fue: ¿Cuáles son las oportunidades de formación del Ingeniero de Sistemas de acuerdo con las exigencias laborales en Colombia?, para dar respuesta efectiva a esta pregunta, se trazó como objetivo general de la investigación, identificar las oportunidades de formación del Ingeniero de Sistemas a nivel nacional de acuerdo con las exigencias en el mundo, mediante comparación de los perfiles profesional y laboral, abordado a través de tres objetivos específicos a saber: 1.) Caracterizar el perfil del Ingeniero de Sistemas formado en las universidades de Colombia. 2.) Caracterizar el perfil del Ingeniero de Sistemas exigido por el sector productivo en Colombia. 3.) Describir de manera comparativa las oportunidades de formación mediante el contraste de los dos perfiles caracterizados.

De acuerdo con las características de la investigación, se determinó trabajar con el muestreo no probabilístico, específicamente con procedimientos de muestreo intencional por conveniencia. En primera

instancia la población sobre la que se realizó la presente investigación fueron las universidades clasificadas en el QS World University Rankings, como las mejores de Colombia (QS World University Rankings, 2015) y del ranking Modelo de Indicadores del Desempeño de la Educación MIDE (Ministerio de Educación Nacional Colombiano [MEN], 2015); en segunda instancia se tomó como población las empresas de base tecnológica, tomadas de Intersoftware (2015), MUNDOBIZ S.A.S. (2015) y Publicaciones Semana S.A. (2015). Metodológicamente se planteó dos variables que permitieron diseñar instrumentos de recolección de información y guiar el proceso de análisis de ésta: el perfil del ingeniero de sistemas formado en la universidad (García, 2014) y el perfil que requiere el sector productivo (Ludeña, 2004).

### **Clasificador basado en el coeficiente de correlación de sonidos cardiacos**

Los avances tecnológicos han hecho que los diagnósticos sean cada vez más precisos y oportunos a la hora de detectar enfermedades; sin embargo en nuestro país estos recursos son aún limitados. En Colombia se encuentran regiones donde los médicos especialistas no tienen cobertura, razón por la cual los pacientes deben viajar cientos de kilómetros para ser valorados, para ello deben dejar a sus familias y trabajos afectando significativamente su calidad de vida. Por otro lado, el desarrollo de tecnología local a bajo costo permitiría, en principio dar un pequeño paso hacia la telemedicina y al telediagnóstico que podría solucionar estos problemas presentes en las regiones más alejadas (Ayala, 2014).

En Colombia la enfermedad cardiovascular según el Boletín No. 1, del 9 de diciembre de 2013 (Instituto Nacional de Salud), es la principal causa de muerte, convirtiéndose en un foco de interés por parte de los investigadores de la salud. En ese orden de ideas el estudio de las señales fonocardiográficas que son usadas por los médicos para la detección de patologías y anomalías en el funcionamiento del corazón se convierten en un insumo para la generación de nuevas técnicas dentro de la ingeniería biomédica. Por lo tanto, es importante enfatizar que los soplos son ruidos que se generan por turbulencias dentro de las cavidades cardiacas (ventrículos y aurículas) cuando el flujo laminar se ve afectado. Dentro de ellos se encuentra el ruido diastólico relacionado con una insuficiencia mitral que podría afectar la salud del paciente.

### **Conclusión**

El análisis de ventajas y desventajas de las tecnologías para persistencia de datos en JAVA Hibernate, MyBatis, JDBC, JDO, JPA, EJB's y EclipseLink, se realizó a partir de los datos recopilados en la ejecución de un experimento desarrollado mediante un curso ofrecido a los estudiantes de la carrera profesional universitaria Ingeniería de Sistemas. Como resultado, se construyó un repositorio de recursos que cuenta con laboratorios para la puesta en funcionamiento de cada tecnología, con el IDE Eclipse configurado con las herramientas para el funcionamiento de todas las tecnologías y con los resultados de la ejecución del experimento.

Las tecnologías para persistencia en JAVA necesitan el JAVA Development Kit (JDK) que se usa para desarrollar aplicaciones JAVA, los elementos JAVA Virtual Machine (JVM) y JAVA Runtime Environment (JRE) que permiten ejecutar aplicaciones en JAVA. Para poner en funcionamiento las tecnologías, se debe tener un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) como Eclipse o Netbeans que son los más populares y utilizados en la comunidad desarrolladora.

Las tecnologías para persistencia en JAVA, en su mayoría tienen su propio lenguaje de consulta. Algunas tecnologías permiten utilizar lenguajes de consulta de otras tecnologías y usan como lenguaje de consulta estándar el SQL (Lenguaje Estructurado de Consulta).

JDBC es la tecnología más antigua con 22 años de madurez, dispone de una completa documentación, tanto de su teoría como de su implementación. Requiere de 5 herramientas y 11 actividades

para ponerla en funcionamiento; el periodo de actualización es mayor en comparación con las tecnologías más jóvenes.

Hibernate es una tecnología que ofrece una actualización cada mes, presenta documentación completa de su teoría e implementación. Sin embargo, muestra una desventaja en cuanto al tiempo promedio requerido para aprenderla.

MyBatis es una tecnología que necesita 2 herramientas y 2 actividades para ponerla en funcionamiento, se actualiza cada 3 meses. Como desventajas aparece, que tiene un lenguaje de consulta, es relativamente joven con 5 años de madurez y cuenta con la documentación proporcionada únicamente por el sitio web del autor.

EJB's es una tecnología madura con 17 años de existencia, el tiempo promedio requerido para aprenderla en el experimento fue el menor frente a las demás tecnologías analizadas. La desventaja que presenta es que posee una licencia EJB license a nombre de Sun Microsystems, por esto es restrictiva en su uso y requiere de 5 herramientas necesarias para ponerla en funcionamiento.

EclipseLink es una tecnología con 8 diferentes lenguajes de consulta y se actualiza cada 9 meses. Sin embargo, requiere de 12 actividades para ponerla en funcionamiento, es relativamente joven en cuanto a madurez y el tiempo promedio requerido para aprenderla por parte de los participantes del experimento fue uno de los mayores, en comparación con otras tecnologías analizadas.

JDO es una tecnología con una documentación completa de la teoría que la soporta y la forma de implementarla. Como desventajas requiere de 6 herramientas para ponerla en funcionamiento y posee 2 lenguajes de consulta.

JPA es una tecnología que requiere conocimientos de Hibernate y EclipseLink para poderla utilizar debido a que JPA es un estándar utilizado en ellas. Requiere de 14 actividades para ponerla a funcionar, posee un lenguaje de consulta, se actualiza cada 44 meses y tiene escasa documentación, estas características se convierten en las desventajas de la tecnología.

La Ingeniería Informática (CE) al ser una disciplina que encierra ciencia y tecnología del diseño, construcción, implementación, mantenimiento y validación de hardware y software de los sistemas informáticos, junto con la disciplina de Ciencias de la Computación (CS), se caracterizaron en esta investigación por tener una gran variedad de áreas de conocimiento identificadas, evidenciando un alto porcentaje de presencia de estas áreas en la formación de Ingenieros de Sistemas de las universidades colombianas. En este mismo contexto, la disciplina: Sistemas de Información (IS) con un porcentaje de aparición más baja, se caracterizó por compartir algunas de sus áreas de conocimiento con las disciplinas predominantes. Por su parte, las disciplinas Ingeniería de Software (SE) y Tecnologías de la Información (IT) tienen un bajo porcentaje en áreas de conocimiento que inciden en la formación de ingenieros de sistemas, pero es probable, que estas áreas se traten en estudios de especializaciones, lo que incrementaría el porcentaje de presencia en áreas de conocimiento.

Las disciplinas de Ingeniería Informática (CE) y Ciencias de la Computación (CS), tienen un alto porcentaje de presencia en relación con el referente ACM, específicamente sobre las características de egresados. Por su parte el porcentaje de presencia de estas características para la disciplina Ingeniería de Software (SE) es representativo en las universidades analizadas y comparte algunas de éstas con las disciplinas CE y CS. Una de las posibles causas por la cual el porcentaje de incidencia de la disciplina de Tecnología de la Información (IT) es bajo, se debe al hecho de existir en el referente

ACM muy pocas características de egresados con las que se puede comparar desde los datos obtenidos en las universidades.

En relación al análisis de perfil laboral desde los datos obtenidos en las universidades y empresas de base tecnológica, se encontró que las disciplinas de Ciencias de la Computación (CS) y Sistemas de Información (IS), el porcentaje de características de egresados que requieren las empresas, supera a las características de egresados de las universidades. Ocurre lo contrario en las disciplinas Ingeniería Informática (CE), Ingeniería de Software (SE) y Tecnología de la información (IT), donde las características de los egresados de las universidades se articulan de manera coherente con las necesidades de las empresas de base tecnológica. Por otra parte con los valores más representativos se encuentran las disciplinas CS y CE, indicando que los egresados de las universidades aportan laboralmente a las exigencias de las empresas de base tecnológica. En relación con los valores menos representativos aparecen las disciplinas IS, SE e IT, indicando debilidades en las competencias adquiridas por los egresados por parte de las universidades y la falta de exploración de estos campos por parte las de las empresas de base tecnológica.

En cuanto al Clasificador basado en el coeficiente de correlación de sonidos cardiacos, para aplicaciones prácticas, por eficiencia, se prefiere implementar un clasificador de baja complejidad computacional, pero igualmente eficaz, lo cual apunta a este clasificador como una buena opción.

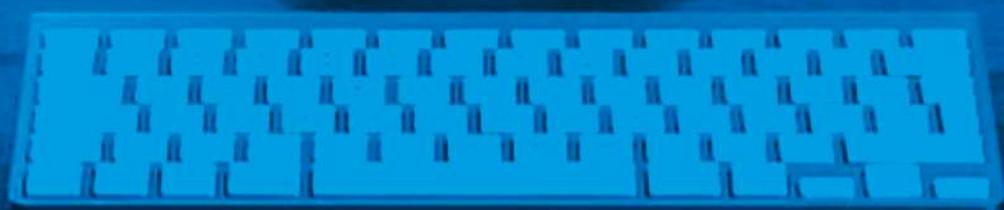
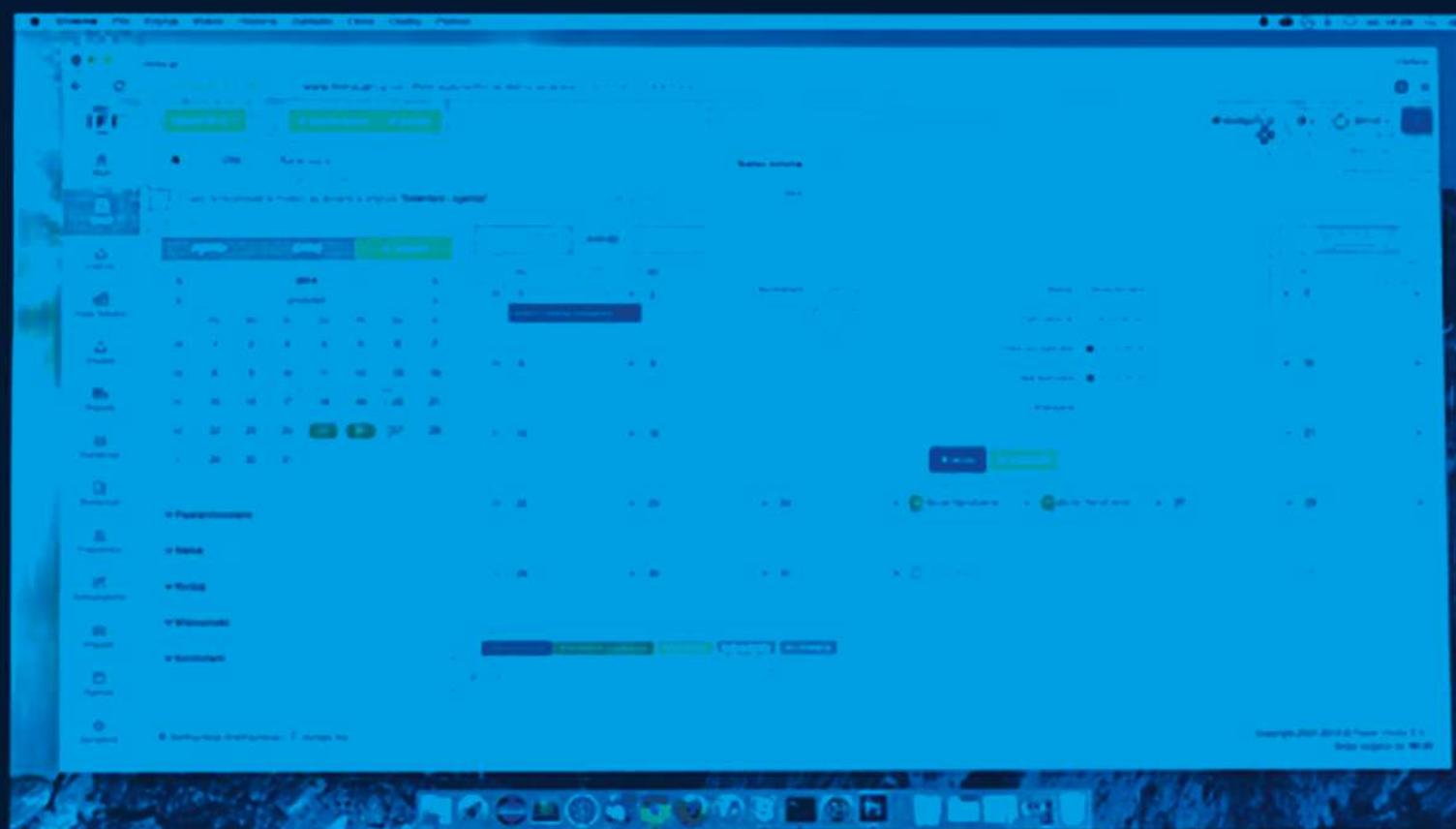
El tiempo de ejecución es proporcional a  $N$ , lo que lo hace más ágil y con un costo computacional bajo; se debe comparar el desempeño de este clasificador con otros más comunes como es el bayesiano o la máquina de soporte vectorial para encontrar la mejor opción.

Es importante obtener una base de datos con una entrada más grande, con el fin de estimar el error de clasificación. Como trabajos futuros se propone la implementación de un clasificador basado en LAMDA Learning Algorithm for Multivariable Data Analysis para comparar los resultados.

## Referencias

- Bazzocco, J. (2012). Persistencia orientada a objetos. Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (Eduulp).
- Callejas, M., Peñalosa, D. y Alarcón, A. (2011). Evaluación y análisis de rendimiento de los frameworks de persistencia Hibernate y EclipseLink. *Ventana Informática*, 24, 9-23.
- Cando, O. (2013). "Análisis Hibernate como tecnología de persistencia de objetos sobre bases de datos relacionales en aplicaciones empresariales: caso práctico control de bienes del gobierno municipal de Carlos Julio Arosemena Tola" (tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- García, C. (2014). Orientación laboral y promoción de la calidad en la formación profesional para el empleo. Madrid: Paraninfo.
- Inoto, R. (12 de mayo, 2006). Frameworks de Persistencia en Java [Diapositivas]. Recuperado de <http://www.jtech.ua.es/jornadas/06/charlas/Persistencia.pdf>
- Instituto Nacional de Salud. (2013). Boletín No. 1 Enfermedad Cardiovascular: Principal causa de muerte en Colombia. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Boletin-tecnico-1-ONS.pdf>
- Intersoftware. (2015). Empresas. Recuperado de <http://www.intersoftware.org.co/empresas>

- Jiménez, R., Palechor, A. y Hernández, G. (2016). Estudio del perfil del Ingeniero de Sistemas a nivel nacional. San Juan de Pasto.
- Ludeña, A. (2004). La Formación por Competencias Laborales. Guía Técnico - Pedagógica. Para Docentes de Formación profesional. Lima, Perú: Programa de Capacitación Laboral - CAPLAB.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2008). Desarrollo del sector de TI como uno de clase mundial. Recuperado de <http://www.mincit.gov.co/minindustria/descargar.php?id=23186>
- Ministerio de Educación Nacional Colombiano - MEN. (2015). Modelo de indicadores del desempeño de la educación. Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/w3-propertyname-3214.html>
- Ministerio de Tecnología Colombia - MIN TIC. (2014). Plan Vive digital. Recuperado de <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-6106.html>
- MUNDOBIZ S.A.S. (2015). Líderes empresariales. Revista la Nota Económica. Recuperado de <http://www.lanotadigital.com/leaders/grandes/>
- Payá, A. (s.f.). Análisis y uso de frameworks de persistencia en JAVA (proyecto de grado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.
- Publicaciones Semana S.A. (2014). *Industria de las TIC necesita más ingenieros*. Recuperado de <http://www.dinero.com/pais/articulo/mercado-laboral-ingenieros-sistemas-colombia/199380>
- Publicaciones Semana S.A. (2015). *5000 Empresas*. Recuperado de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/articulo/articulo-apertura-5000-empresas-mas-grandes-del-pais-segun-revista-dinero/209392>
- QS Quacquarelli Symonds Limited. (2014). Rankings QS University: América Latina 2014. Recuperado de <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2014>
- Yus, R. (2010). Herramienta para el aprendizaje del álgebra relacional y optimización de consultas (tesis de pregrado). Universidad de Zaragoza, España.



# Experiencias exitosas en el área de las Ciencias de la Computación presentadas en el Congreso Colombiano de Computación

**Giovanni Hernández**

**Jair Gómez**

**Robinson Jiménez**

**Álvaro Martínez**

**Andrés Muñoz**

Ingeniería de Sistemas

Universidad Mariana

## Resumen

El objetivo principal de este artículo es presentar los trabajos investigativos realizados y socializados en el 11 Congreso Colombiano de Computación, realizado en la ciudad de Popayán, los días 28, 29 y 30 de septiembre de 2016. Este evento es un encuentro informático que se realiza cada año, el cual está organizado por la Sociedad Colombiana de Computación<sup>1</sup>; tiene con fin propiciar el fortalecimiento de la comunidad colombiana en informática, acercando a investigadores, estudiantes y practicantes, tanto nacionales como internacionales. En esta oportunidad, el Grupo de Investigación GISMAR, participó con las ponencias: “Strengthening competencies for building software, through a community of practice” y “Comparative between CRISP-DM and SEMMA for data cleaning of MODIS products in a study of land use and land cover change”. Los artículos resultados de las investigaciones que desarrolla el grupo GISMAR fueron divulgados como capítulo de libro, en la publicación realizada por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica — IEEE en el repositorio digital “IEEE Xplorer Digital Library”.

**Palabras clave:** computación, congreso, experiencia.

## Introducción

El Congreso Colombiano de Computación es un evento informático que se desarrolla anualmente y es organizado por la Sociedad Colombiana de Computación ([www.sco2.org](http://www.sco2.org)). Tiene como objetivo propiciar el fortalecimiento de la comunidad colombiana en informática, acercando a investigadores, estudiantes y practicantes, tanto nacionales como internacionales.

La Sociedad Colombiana de Computación (SCO2) ha sido la encargada de organizar este evento desde el año 2005, se ha realizado periódicamente en ciudades como: Bogotá (2007), Medellín (2008), Bucaramanga (2009), Cartagena (2010), Manizales (2011), Medellín (2012), Armenia (2013), Pereira (2014), Bogotá (2015) y Popayán (2016).

Este congreso busca crear un espacio de intercambio de ideas, técnicas, metodologías y herramientas con un enfoque multidisciplinar, fomentando las sinergias entre los investigadores, profesionales y empresas relacionadas a las temáticas de interés del Congreso.

El evento central del congreso está compuesto por la presentación de trabajos de investigación con un aporte significativo al conocimiento o que presenten experiencias innovadoras en las diferentes áreas de la informática. Entre otros, el congreso incluye conferencias plenarias, foros de discusión, tutoriales y un simposio para estudiantes de maestría y doctorado.

<sup>1</sup> [www.sco2.org](http://www.sco2.org)

## Construcción de software, competencias y comunidades de práctica

Este artículo describe la aplicación de una comunidad virtual de práctica para fortalecer el desarrollo de competencias para la construcción de software en estudiantes de informática y afines en Instituciones de Educación Superior en el sur-occidente colombiano. El presente estudio, se realizó mediante etapas de acercamiento, diagnóstico, preparación, desarrollo y seguimiento. Los resultados obtenidos en la etapa de seguimiento, demuestran que la comunidad impacta positivamente en la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes de sus miembros, lo cual les permite, aumentar su posibilidad de vinculación en un mercado laboral en constante crecimiento.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se han consolidado como una herramienta propicia para potencializar y transformar la educación, en especial la educación superior (Kummitha y Satyajit, 2015). En este sentido, las Instituciones de Educación Superior (IES) como responsables del fomento del conocimiento en todos los ámbitos de la sociedad, ven en las TIC un valioso aliado (Dumitru y Enăchescu, 2015). El uso de las TIC en estos procesos conlleva a modificar enfoques pasivos y tradicionales de la educación superior y enfrentar el desafío que impone una sociedad informatizada (Lupu y Laurențiu, 2015). En este contexto, las comunidades virtuales de práctica (VCoP por sus siglas en inglés) aparecen como un aporte importante a la innovación académica, ya que introducen un cambio, tanto en el ámbito de la modalidad (de presencial a virtual), como en la conceptualización de los procesos de formación de los estudiantes, basado en una cultura de aprendizaje autónomo, colaborativo y de conocimiento compartido, fundamentado en el desarrollo de competencias por medio de la práctica (Kim, Kim y Lee, 2016).

Una comunidad de práctica puede definirse como un grupo de personas que comparten un interés mutuo en un dominio específico, para lo cual participan en un proceso de aprendizaje colectivo (Pan et al., 2015). En una comunidad de práctica, los miembros (usuarios) son personas con ideas afines, pero geográficamente dispersas. Estos miembros no son pasivos en la construcción de saberes en línea, sino que también los crean y comparten para desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes en un tema específico de su interés (Rogo, Cricelli y Grimaldi, 2014). Estas comunidades de práctica tienen múltiples niveles y tipos de participación, los miembros pueden ser participantes centrales en una comunidad, y al mismo tiempo, ser participantes periféricos en otras. Incluso dentro de una misma comunidad, los miembros pueden ir y venir entre el núcleo y la periferia (Ratzinger y Gray, 2015).

Por otra parte, diversos factores han revolucionado las formas **cómo los estudiantes** interactúan con el mundo. Hoy en día es mucho más fácil acceder a la información (Jiménez, González, Saigí y Torrent, 2015) y existe una amplia difusión de información en Internet, redes sociales y dispositivos móviles. Estos elementos son usados de forma cotidiana por los estudiantes, por lo que llevar la educación a estos lugares u objetos es una prioridad, que debe aportar a cubrir las exigencias de un mercado globalizado que cada día exige mayor movilidad y agilidad en la información (Dascalu, Bodea, Lytras, Ordoñez y Burlacu, 2014).

La movilidad y agilidad de la información, aportada por el sector de las TIC, brinda oportunidades únicas para el aumento y evolución de la económica, la política, el sector social y cultural a cualquier país (Robertson, Gilley, Crittenden y Crittenden, 2008). Dentro del sector TI, la industria del Software al ser blanca, al no contaminar y generar fuentes de trabajo bien remuneradas (Narayanan, Jayaraman, Luo y Swaminathan, 2011) interviene de manera importante en la “nueva economía”, debido a que algunas firmas (Empresas dedicadas a la construcción de software) en América Latina, ya se encuentra posicionadas y compitiendo en este mercado potencial.

Lo anterior, abre oportunidades, como demanda de trabajadores profesionales en el desarrollo de software con el salario más competitivo de América Latina (PROEXPORT, 2009). Para lo cual, se exige que los trabajadores sean competentes en la mayoría de aspectos involucrados en el desarrollo de software (FEDESOFTE, 2013). Con base en las oportunidades laborales que presenta la industria del software, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, prevé que para el año 2018, 93.431 profesionales harían falta en la industria TI del país. Este reto, obliga a las Instituciones de Educación Superior a plantear alternativas que permitan el acceso a las personas a una formación que avance de consumidores a productores de software.

En este orden de ideas, el presente artículo describe el uso de una comunidad virtual de práctica para fortalecer los procesos educativos involucrados en el desarrollo de competencias para el desarrollo de software. El estudio se desarrolló en programas profesionales en informática y afines, de algunas Instituciones de Educación Superior en el sur-occidente colombiano.

En este trabajo, una competencia se comprende como un conjunto de estructuras complejas en las dimensiones: cognoscitiva (conocimientos), actitudinal (habilidades) y afectivo-motivacional (actitudes) que permiten solucionar problemas propios de la construcción de software. En este sentido, la comunidad de práctica pretende cubrir aspectos no incluidos dentro de la academia, dónde generalmente, se enseña a programar por imitación y utilizando ejercicios descontextualizados.

La comunidad virtual de práctica, se presenta como una alternativa que permite en primer lugar, formular problemas reales, a través de casos de estudio; y en segunda instancia, ofrecer espacios que vinculen, acojan y motiven a los estudiantes de informática de la ciudad de San Juan de Pasto (Colombia) a fortalecer las competencias para construir software. La participación en la comunidad es voluntaria, y permite compartir conocimientos y posibilita potencializar las competencias por fuera de la academia, brinda a los estudiantes mayor posibilidad de incursionar laboralmente en la industria de software.

La comunidad de práctica presentada en este trabajo, está estructurada mediante una identidad, una práctica y estableció los roles que deben cumplir sus integrantes, para poder transformar de manera positiva el nivel de conocimientos, habilidades y actitudes de los miembros que la conforman. Para este caso, la identidad posibilitó fortalecer el trabajo tradicional realizado en las Instituciones de Educación Superior en el sur-occidente colombiano, en relación con el desarrollo de competencias para la construcción de software en los estudiantes de informática y afines. En consecuencia, se obtuvieron resultados que permiten evidenciar el aporte que hace la comunidad a sus miembros en el desarrollo de conocimientos, aptitudes y actitudes para la solución de problemas, técnicas de programación, tecnologías para la programación, herramientas de programación, modelamiento, algoritmia, proceso de software y arquitectura.

Cabe destacar que el aporte de la comunidad de práctica es positivo en el fortalecimiento del trabajo tradicional realizado en las Instituciones de Educación Superior, ya que, se puede establecer una tendencia orientada a la mejora, pasando de niveles de desempeño en las competencias de muy Bajo y bajo a niveles altos.

Como trabajo futuro, se espera mantener y extender esta comunidad hacia el desarrollo de competencias en la construcción de software, en primer lugar, incorporando nuevos niveles de complejidad mediante casos de estudio y en segunda instancia, incluyendo elementos para desarrollar competencias en la construcción de software, mediante equipos de trabajo e implementando etapas orientadas a la elicitación de requerimientos, modelado, patrones de diseño y metodologías ágiles como Scrum o XP.

## CRISP-DM y SEMMA para la limpieza de datos en productos MODIS

Los estudios de cambio de cobertura y uso del suelo permiten por medio de los índices de vegetación, determinar si un campo en términos de cobertura esta mejor o peor. Sin embargo la validez y confiabilidad del estudio depende de la calidad de los datos utilizados para el mismo, razón por la cual para garantizar dicha calidad, se sugiere implementar una metodología de minería de datos; no obstante, en este tipo de estudios, es difícil identificar la metodología a implementar, dada esta situación se decide realizar una comparativa entre dos metodologías de minería de datos muy populares. Para el caso de estudio en cuestión se aplicó las metodologías CRISP-DM y SEMMA, siguiendo exhaustivamente cada fase, tarea general, tarea específica y actividad según la documentación oficial. Por lo tanto, inicialmente se entendiendo el problema del caso de estudio, planteando metas de minería, comprendiendo los datos y finalmente, realizando el proceso de limpieza de los datos y construcción del repositorio como se detalla en este artículo. En cuanto a la descarga, reproyección, transformación, limpieza y almacenamiento de los productos MODIS, se utilizó en todos los casos scripts en R y Python para optimizar el proceso.

“Un índice de vegetación, puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cobertura vegetal” (Torres, Paredes y Rial, 2010). De acuerdo a la anterior definición, la variación del índice de vegetación a través del tiempo permite determinar si un campo en términos de cobertura o biomasa esta mejor o peor, de acuerdo a sus valores históricos. Para este estudio se utilizó los índices de vegetación NDVI (sigla del inglés: *Normalized Difference Vegetation Index*) definido como un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base en la medición, por medio de sensores remotos de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Solano, Didan, Jacobson y Huete, 2010), y el índice EVI (sigla del inglés: *Enhanced Vegetation Index*), el cual es considerado como el más sólido de los índices de vegetación, porque es más robusto frente a la aportación del suelo y de las influencias atmosféricas (Solano, Didan, Jacobson y Huete, 2010).

“La vegetación es un indicador primordial del estado de un ecosistema por su papel fundamental en los ciclos del agua y del carbono” (Vázquez, Adema y Fernández, 2013, p. 77), además, “la actividad fotosintética es una medida de la transformación de la energía radiante en energía química y cualquier cambio observable en ella puede indicar alteraciones en el ambiente” (p. 77). Una manera ágil y de bajo costo para monitorear grandes áreas y analizar el comportamiento de la vegetación es el uso de índices de vegetación obtenidos de sensores remotos, por ejemplo, el sensor MODIS, el cual se utilizó para el presente estudio.

El sensor MODIS (sigla del inglés: *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que por sus características espaciales y espectrales es uno de los más importantes para el monitoreo de los procesos de cambio en la tierra. MODIS fue diseñado por un equipo interdisciplinario de científicos con una vasta experiencia en sensores remotos. Este equipo trabajó por cerca de 10 años para finalmente definir los requisitos para la toma, calibración y procesamiento de los datos (López, 2011). Este sensor produce un total de 648 tiles, de los cuales alrededor de 290 son clasificados como suelo y por lo tanto producen índices de vegetación (Solano, Didan, Jacobson, y Huete, 2010). El algoritmo MOD13 (productos para el estudio de cambio en el uso y cobertura del suelo por medio de índices de vegetación) no produce píxeles sobre océanos o suelo debajo del agua. Para este estudio se trabajó únicamente con el producto MOD13Q1, generado por el sensor a bordo del satélite TERRA y como alternativa se utilizó los productos MYD13Q1 del satélite AQUA.

Por otro lado, la metodología de minería de datos CRISP-DM, en una descripción general (Chapman et al., 2000) está organizada en fases, donde cada fase está estructurada en varias tareas genéricas de segundo nivel y estas a su vez, hacen una proyección hacia tareas específicas, donde se describen las acciones que se deben desarrollar. Por ejemplo, si en el segundo nivel se tiene la tarea genérica “limpieza de datos”, en el tercer nivel se indican las tareas que tienen que desarrollarse para un caso específico, como pueden ser la “limpieza de datos numéricos”, o “limpieza de datos categóricos”. Y finalmente el cuarto nivel, recoge un conjunto de acciones, decisiones y resultados sobre el proyecto de minería de datos en cuestión.

Por otra parte, la metodología SEMMA toma su nombre de las distintas etapas que conducen el proceso de explotación de información. La metodología es en sí misma un ciclo cuyos pasos internos pueden ser realizados iterativamente según las necesidades. SEMMA provee un proceso fácil de entender que permite el desarrollo y mantenimiento de proyectos de explotación de información organizado (Fernández, 2003).

Las dos metodologías de minería presentan una tarea específica de limpieza de datos, sin embargo las tareas, actividades e incluso fases anteriores a esta, a pesar de que estructuralmente tienen similitudes difieren en varios aspectos, por ejemplo, en CRISP-DM existe una fase dedicada a la comprensión del problema en términos del negocio (definiendo objetivos, recursos, roles del personal en la empresa, etc., para luego establecer metas de minería de datos), mientras que SEMMA propone acceder directamente a los datos que se desea analizar (se define una muestra y se aplica técnicas de minería de datos), sin considerar los objetivos del negocio; en definitiva esto ocasiona ciertas diferencias en el proceso de minería de datos, por ello, el presente documento pretende identificarlas.

De los archivos descargados para la zona de estudio, se extrajo los tres primeros productos (NDVI, EVI y VI Quality); de la calidad de los datos presentes en las bandas espectrales, dependerá la calidad de los estudios de cambio de cobertura y uso del suelo, razón por la cual se hace necesario realizar un proceso de limpieza, siguiendo los pasos propuestos por una metodología reconocida de minería de datos, en la cual la calidad de los datos antes de aplicar técnicas de minería es esencial. Por lo tanto, se decidió realizar una comparativa entre las metodologías CRISP-DM y SEMMA para determinar la más adecuada para casos de estudio no típicos de minería de datos, como el que aborda esta investigación, para esto se desarrolló con un alto nivel de detalle las fases, tareas y actividades de cada metodología, finalmente fue posible obtener la mejor calidad de los productos MODIS que se utilizarían en estudios de cambio de cobertura y uso del suelo.

El proceso de limpieza de datos para productos MODIS en estudios de cambio de cobertura y uso del suelo mediante la metodología CRISP-DM, fue más sencilla que con SEMMA, principalmente porque CRISP-DM se presenta como una verdadera metodología de minería de datos, la cual tiene una documentación oficial, donde se explica en detalle las fases, tareas y actividades; además, cuenta con documentación elaborada mediante casos típicos de estudio en los cuales se aplica la metodología, esto permitió que la metodología CRISP-DM para la limpieza de los productos MODIS se ejecutará sin ningún problema. Otro punto importante en el éxito de la aplicación de CRISP-DM fue porque en tareas preliminares se definió claramente cuál sería el proceso a seguir, incluso realizando predicciones sobre los posibles problemas en la etapa de limpieza de los datos.

También cabe resaltar que el uso de los scripts en la herramienta estadística R, facilitaron y optimizaron el proceso de limpieza, descarga y reproyección de los productos MODIS, porque el tiempo invertido en cada fase de la metodología fue menor que el normalmente invertido con la

forma tradicional. También se puede concluir que el manejar un mayor nivel de comprensión del problema fue clave para construir el repositorio de productos MODIS para estudios de cambio de cobertura y uso del suelo, debido a que se puede definir metas de minería claras y concretas, siendo CRISP-DM la metodología que le dedica toda una fase para transformar el problema en términos de minería de datos.

Por otra parte, SEMMA está diseñada para trabajar con la herramienta SAS® Enterprise Miner™, y toda la documentación disponible se enfoca a la herramienta, por lo tanto, cuando se trabaja con casos no típicos de minería, como el presentado en este artículo, las desventajas de SEMMA se incrementan, tanto así que se concluye que SEMMA no es adecuada para aplicar a casos de estudio similares al presentado aquí y se recomienda que cuando se pretenda realizar un proyecto de minería de datos y el conocimiento del problema en términos del negocio es insuficiente o bien el problema a resolver no encaja dentro de los casos típicos solucionados con técnicas de minería, es recomendable abordarlo mediante la metodología CRISP-DM, porque con toda la documentación disponible, el detalle de cada fase, tarea y actividad, como complemento para el desarrollo de la primera fase, facilitará al interesado comprender el problema y transformarlo a un problema de minería.

Para trabajos futuros se recomienda utilizar todos los productos MODIS disponibles, tanto los obtenidos del sensor en el satélite TERRA, como los obtenidos del satélite AQUA, sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos fue común que las imágenes descartadas por exceso de nubosidad, identificadas en un mes en particular, correspondieran a las 4 imágenes generadas por los dos satélites (AQUA y TERRA) y en meses que normalmente presentan mal clima, en la mayoría de los años en Colombia. También, cabe resaltar que el tiempo para el proceso de limpieza de datos fue bastante extenso, principalmente por las características físicas del equipo de cómputo que se utilizó, la mejor forma para optimizar el proceso, y similares en el área, sería mediante un clúster computacional de alto rendimiento, posibilitando que la capacidad de cómputo sea mayor a la de un solo equipo, incluso con mejores características físicas que el utilizado en el estudio, de esta forma se reduciría notablemente el tiempo total invertido al finalizar el proceso de limpieza de datos, y en general de todo el estudio. De igual forma, se sugiere la optimización de los scripts utilizados en la investigación, volviéndolos más eficientes, para que permitan analizar todos los años requeridos en una sola ejecución, y facilitar la inclusión de diferentes fases en secuencia y en paralelo. Por último, en relación con los scripts, sería de gran ayuda para los investigadores, que éstos tengan un alto grado de “usabilidad” y esto se consigue, por ejemplo, mediante una interfaz gráfica adecuada.

## Conclusiones

El trabajo investigativo que se viene desarrollando con el grupo de investigación GISMAR, presenta una alta calidad, ya que los dos (2) trabajos presentados al proceso de arbitraje, que se requiere para la aprobación como ponencia y los artículos para la publicación como capítulo de libro en una editorial tan importante, como es IEEE Xplorer Digital Library, fueron aceptados y socializados de forma exitosa, a tal punto, que uno de los trabajos fue elegido para ser ampliado y publicado como artículo en una revista indexada.

El participar de manera activa en un evento tan importante para la Computación en Colombia, es un factor clave para realizar alianzas con grupos de investigación de otras universidades en Colombia y el mundo. Además, permite conocer tendencias que se vienen trabajando en el mundo en relación con la Computación e Informática.

## Referencias

- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C. y Wirth, R. (2000). *CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide*. Recuperado de <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>
- Dascalu, M., Bodea, C., Lytras, M., Ordoñez, P. y Burlacu, A. (2014). Improving e-learning communities through optimal composition of multidisciplinary learning groups. *Journal Computers in Human Behavior*, 30, 362-371. doi: 10.1016/j.chb.2013.01.022
- Dumitru, D. y Enăchescu, V. (2015). Communities of Practice as a Mean for Decentralization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 187, 752 – 756. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.03.158
- Fernández, G. (2003). *Data mining using SAS applications*. New York: Chapman & Hall/CRC CRC press.
- Jiménez, A., González, I., Saigí, F. y Torrent, J. (2015). The co-learning process in healthcare professionals: Assessing user satisfaction in virtual communities of practice. *Computers in Human Behavior*, 51(2), 1.303-1.313. doi: 10.1016/j.chb.2014.11.057
- Kim, H., Kim, I. y Lee, H. (2016). Third-party mobile app developers' continued participation in platform-centric ecosystems: An empirical investigation of two different mechanisms. *International Journal of Information Management*, 36, 44–59. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2015.09.002
- Kummitha, R. y Satyajit, M. (2015). Dynamic curriculum development on social entrepreneurship – A case study of TISS. *The International Journal of Management Education*, 13(3), 260-267. doi: 10.1016 / j.ijme.2015.05.005
- López, G. (2011). *Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2013). *Visión estratégica del sector de software y servicios asociados plan de mercadeo y ventas regionalizado del sector en Colombia*. Recuperado de <http://docplayer.es/653213-Vision-estrategica-del-sector-de-software-y-servicios-asociados-plan-de-mercadeo-y-ventas-regionalizado-del-sector-en-colombia.html>
- Narayanan, S., Jayaraman, V., Luo, Y. y Swaminathan, J. (2011). The antecedents of process integration in business process outsourcing and its effect on firm performance. *Journal of Operations Management*, 29(1-2), 3-16. doi: 10.1016/j.jom.2010.05.001
- Pan, Y., Xu, Y., Wang, X., Zhang, C., Ling, H. y Lin, J. (2015). Integrating Social Networking Support for Dyadic Knowledge Exchange: A Study in a Virtual Community of Common Practice. *Information and Management*, 52(1), 61-70. doi: 10.1016/j.im.2014.10.001
- Ratzinger, N. y Gray, G. (2015). Moving toward a learned profession and purposeful integration: Quantifying the gap between the academic and practice communities in auditing and identifying new research opportunities. *Journal of Accounting Literature Elsevier*, 35, 77-103. doi: 10.1016 / j.acclit.2015.10.002
- Robertson, C., Gilley, K., Crittenden, V. y Crittenden, W. (2008). An analysis of the predictors of software piracy within Latin America. *Journal of Business Research, Elsevier*, 61(6), 651-656.
- Rogo, F., Cricelli, L. y Grimaldi, M. (2014). Assessing the performance of open innovation practices: A case study of a community of innovation. *Technology in Society*, 38, 60–80. doi: 10.1016/j.techsoc.2014.02.006.

Solano, R., Didan, K., Jacobson, A. y Huete, A. (2010). *MODIS vegetation index user's guide (MOD13 series)*. Recuperado de [https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS\\_VI\\_UsersGuide\\_June\\_2015\\_C6.pdf](https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS_VI_UsersGuide_June_2015_C6.pdf)

Torres, V., Paredes, P. y Rial, P. (2010). Análisis de la anomalía del índice de vegetación mejorado [EVI], del sensor Modis, para la provincia de Santa Cruz. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario*. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-anomalia\\_del\\_indice\\_de\\_vegenticacion\\_evi\\_del\\_satelite\\_mo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-anomalia_del_indice_de_vegenticacion_evi_del_satelite_mo.pdf)

Vázquez, P., Adema, E. y Fernández, B. (2013). Dinámica de la fenología de la vegetación a partir de series temporales de NDVI de largo plazo en la provincia de La Pampa. *Ecología austral*, 23(2), 77-86.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**





# Capítulo 2.

## Ingeniería Ambiental



# Premio Nacional Ecopetrol a la innovación: Degradación física de suelos de Páramo contaminados con petróleo

Jenny Lucía Huertas Delgado  
Leidy Esperanza Arteaga Revelo  
David Sthysten Sarasty Medina  
Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

## Resumen

Los impactos generados por la contaminación de derrames de petróleo, generalmente, conllevan a la pérdida de suelo, por lo tanto, esta investigación se enfocó en evaluar la degradación del suelo de Páramo a escala piloto, antes y después de derrames de petróleo, a través de algunos parámetros de las propiedades físicas del suelo, debido a que una vez degradado es muy difícil que regrese a su estado natural. Los parámetros físicos que mostraron un comportamiento tendiente a aumentar tras una contaminación, fueron: la densidad aparente y contenido de humedad, mientras que los parámetros que disminuyeron, fueron: la porosidad y densidad real, los cuales fueron analizados con variaciones geoestadístico a nivel espacial y estadístico significativo ( $P < 0,05$ ) a nivel temporal, además de un cambio textural que paso de orgánico a arenoso. Estos importantes resultados y la innovación de los mismos hicieron posible que esta investigación se hiciera acreedora de dos grandes reconocimientos, brindados por Ecopetrol S.A., a nivel de la región Andina, categoría innovadora: temática socio ambiental, y a nivel Nacional Pregrado, categoría innovadora: temática socio ambiental.

**Palabras clave:** contaminación de suelo, petróleo, premio Ecopetrol a la innovación, suelo de páramo.

## Introducción

La experiencia se enmarca en una problemática relacionada con la exposición del suelo de Páramo con hidrocarburo crudo de petróleo, tema que está relacionado directamente con las bases del concurso de Ecopetrol a la Innovación del año 2016.

El suelo es un recurso natural definido, generalmente, como la capa superior de la corteza terrestre, está formado por partículas de minerales, materia orgánica, agua, aire, de ahí nacen y se desarrollan miles de seres vivos (Contreras, 2005).

El suelo el permite:

El mantenimiento de los servicios ambientales de los ecosistemas e influyendo en el climas y el ciclo hidrológico, de tal manera que, junto con el clima, determina de manera importante la distribución de los ecosistemas y de muchos de los recursos naturales en determinada región o territorio. (Badii, Landeros y Cerna, 2007, p. 20).

Es importante considerar que la multifuncionalidad del suelo, depende de la calidad del mismo, por ello, “es preciso contar con variables que puedan servir para evaluar la condición del suelo. Estas variables se conocen como indicadores, pues representan una condición y conllevan información acerca de los cambios o tendencias de esa condición” Dumanski et al. (Como se citó en Bautista, Etchevers, Del Castillo y Gutiérrez, 2004, p. 92).

Los indicadores de calidad del suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas, (...) los indicadores que se empleen deben reflejar las principales restricciones del suelo, en congruencia con la función o las funciones principales que se evalúan, (...), los indicadores deberían permitir: (a) analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible; (b) analizar los posibles impactos antes de una intervención; (c) monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y (d) ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible. (Bautista et al., 2004, p. 92).

En los últimos años en Colombia la contaminación de suelos a causa de los derrames de petróleo es preocupante, por tal motivo, el desarrollo de esta investigación se enfoca en las alteraciones que se producen en el suelo de Páramo, a través de determinados parámetros físicos del suelo, y contar con variables que conlleven a la evaluación de la condición del mismo.

Para la evaluación de la degradación del suelo, se tuvo en cuenta la zona objeto de estudio ubicado en el municipio de Puerres en la vereda Desmontes Altos, en el páramo “El Páramo”, en el cual se dispuso un terreno para la adecuación y toma de muestras; por medio de submuestras se analizaron antes y después de una contaminación con hidrocarburo contralada.

### **Descripción de proceso investigativo y experiencia exitosa**

La investigación inició en el año 2014 presentándose como una propuesta en el grupo de semilleros TARIPAHUASI del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Mariana, posteriormente, en abril del año 2016 se presentó como investigación terminada en el XII Encuentro Institucional de Semilleros Unimar; en mayo de 2016 se sustentó como trabajo de grado de la facultad de ingeniería, y finalmente en el mes de octubre de 2016, se presentó en el XIX Encuentro Nacional y XIII Internacional de Semilleros de Investigación en la Universidad Simón Bolívar de Cúcuta.

Teniendo en cuenta que, la investigación fue bien recibida por el grupo de investigación, debido al tema abordado y a la solución generada, en el mes de junio, gracias a una publicación realizada por la página de ECOPETROL S.A. en facebook, se tuvo la iniciativa de inscribir el proyecto en PREMIO ECOPETROL A LA INNOVACION 2016, en la categoría innovadora temática socio ambiental; la inscripción duro aproximadamente un mes, debido a las diferentes pautas y documentos que se requerían, una vez inscrito y después del proceso de evaluación y selección de ganadores, **éste** finalizó el 19 de agosto.

Posteriormente, el día 2 de septiembre se recibe a través de correo electrónico la grata sorpresa que el proyecto “Evaluación de la degradación del suelo de páramo, a escala piloto, causada por derrames de petróleo”, dirigido por la MSc. Jenny Lucia Huertas Delgado y ejecutado por los estudiantes Leidy Esperanza Arteaga Revelo y David Sthyven Sarasty Medina, fue seleccionado como uno de los mejores trabajos de grado frente a 1.860 trabajos inscritos y 370 postulaciones; también informaron que el 25 de octubre en la ciudad de Bogotá se realizaría la premiación correspondiente.

De la misma manera, el día 14 de octubre a través de correo electrónico PREMIO ECOPETROL informó que los trabajos de grado y propuestas de solución seleccionados como finalistas, serian publicados en el Libro Digital del Premio Ecopetrol a la Innovación, donde se consolidan los mejores trabajos. El día 10 de octubre PREMIO ECOPETROL invita a participar a los ganadores al evento de reconocimiento regional Andino-Pacífico; el Premio Regional Andino fue entregado el día 12 de octubre de 2016. (Ver Figura 1).



Figura 1. Premio EcoPETROL a la Innovación, Región Andina. Categoría Innovadora: Temática Socio Ambiental.

Con la satisfacción de haber sido uno de los ganadores, el día 18 de octubre PREMIO ECO PETROL A LA INNOVACION, invita a la premiación y reconocimiento nacional de los mejores trabajos de grado en el edificio principal EcoPETROL en Bogotá, donde asistieron como representantes del trabajo, la estudiante Leidy Esperanza Arteaga Revelo y la Asesora MSc. Jenny Lucia Huertas Delgado, docente del programa de Ingeniería Ambiental y Coordinadora del semillero de investigación Taripahuasi de la Universidad Mariana. (Ver Figura 2).



Figura 2. Entrega de Premio EcoPETROL Nacional Pregrado, Categoría Innovadora: Temática Socio Ambiental.

Este premio lo organizó ECO PETROL e INNPULSA Colombia, con apoyo de: COLCIENCIAS, ACIPET y RENATA Colombia.

### Descripción de la innovación dentro de la investigación

En la actualidad uno de los problemas ambientales importantes es la contaminación de ecosistemas terrestres y acuáticos, por derrames producidos por actividades propias de la industria petrolera (...). Adicionalmente, en Colombia, se presentan incursiones violentas contra la infraestructura petrolera, por parte de grupos armados o sabotajes por terceros (instalaciones de válvulas para robo de crudo), situación que aumenta el riesgo de contaminación por derrame de hidrocarburo (...).

En Colombia, la contaminación de los cuerpos de agua a causa de los derrames de petróleo es preocupante, según la Compañía Colombiana de Petróleo, ECO PETROL, durante los últimos quince años el Oleoducto Caño Limón – Coveñas ha sufrido más de novecientos atentados terroristas, hechos que han conducido al derramamiento de más de 450 millones de litros de petróleo en el medio ambiente (...). (Urbina, 2007, pp. 3-4).

De la misma manera, el periódico el Espectador señala que el derrame de 410 mil galones de crudo en Tumaco provenientes del Oleoducto Trasandino (OTA) ha sido el daño ambiental más grande en los últimos 10 años, además, en lo que va corrido del presente año (2015) Ecopetrol reporta un total de ocho atentados contra el oleoducto Trasandino, de los cuales cuatro se han registrado hasta el día 18 del mes de junio (Agencia Efe, 2015).

En el año de 2014 el Oleoducto Trasandino que pasa por la vereda el Rosal del municipio de Puerres, sufrió un atentado que ocasiono el derrame de crudo, afectando la fauna y la flora de gran parte de la zona rural de Puerres (ecosistemas de páramo), así mismo, en mayo, según Caracol radio, Ecopetrol confirmó la suspensión del bombeo de crudo en el Oleoducto Trasandino, tras el atentado perpetrado presuntamente por la guerrilla al oleoducto en el sector del Verde, en área rural del municipio de Puerres (Redacción Nacional, 2015).

Como se ha mencionado, las diferentes actividades y hechos terroristas frente a los oleoductos, han ocasionado daños en el medio ambiente que se consideran prácticamente irremediables, pues los procesos de descontaminación no alcanzan a cubrir todas las áreas afectadas, además éstas solo se realizan mucho tiempo después que el crudo ha penetrado en el ecosistema; el autor Bravo (2007) manifiesta, hasta el momento son pocos los estudios que se han realizado acerca de los problemas que el petróleo produce en el suelo, aclarando que estos pueden disminuir su tolerancia para soportar las cargas contaminantes, según el tipo de suelo que se presente.

Los impactos típicos generados por la industria petrolera están asociados con la pérdida de suelo superficial y erosión, debido a la disminución de vegetación y a la contaminación por compuestos orgánicos e inorgánicos, produciendo así una degradación en cuanto a propiedades físicas del suelo, alterando de este modo su textura, porosidad, densidad y las propiedades hidráulicas (FAO, s.f.), de la misma manera, se genera la disminución de las propiedades biológicas del suelo, como el contenido de carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana.

### **Justificación**

Desde que el hombre comienza a tener una influencia determinante en la modificación de su entorno, empieza a alterar el balance de los ecosistemas y llega, en algunos casos, a transformar los sistemas naturales en cuestión de segundos (como sucede con la actividad minera), cuando la naturaleza los ha desarrollado a lo largo de miles de años. La respuesta de la naturaleza a las modificaciones generadas no siempre puede predecirse ni tampoco pueden precisarse algunos efectos que dichos cambios provoquen en el entorno. (Anónimo, 2001, párr. 1).

El valor teórico de esta investigación radica en que aporta conocimientos acerca de las alteraciones que se producen en el suelo de **Páramo**, producto de los derrames de petróleo, hecho que genera impactos, no solo en el suelo, sino en otros factores ambientales, debido a que los páramos son considerados como ecosistemas que ofrecen importantes funciones ecológicas, una biodiversidad única, un suelo con la capacidad de fijar el carbono atmosférico y contribuir al control del cambio climático, pero la más valorable es la capacidad de retener y almacenar agua. Por esta razón, resulta importante determinar los impactos que generan los derrames de petróleo al suelo, a través del indicador de parámetros físicos, puesto que es preciso contar con variables que puedan evaluar la condición del mismo permitiendo llevar a cabo todas sus funciones en un momento determinado, y entender cómo dichas funciones pueden mantenerse para su futuro uso. Además, sirve para aportar conocimiento a futuras investigaciones que estén estrechamente relacionadas con el comportamiento de suelos de **páramos**. (Ver Figura 3).



*Figura 3.* Contaminación de suelo de Páramo con hidrocarburo crudo de petróleo.

De lo anterior, se puede afirmar que:

Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, (...). La estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad. (Bautista et al., 2004, p. 93).

Dentro de los indicadores de parámetros del suelo, el indicador físico es el menos propenso al deterioro, pero una vez este llegue a degradarse es muy difícil volver a su estado original, por lo tanto, es indispensable conocer como varían los parámetros del indicador de calidad física, antes y después de una contaminación con petróleo crudo, debido que las investigaciones actuales de la región solo se enfocan en proponer alternativas de remediación, sin dar a conocer el comportamiento del indicador, ni la relación que existe entre cada parámetro del suelo.

### **Conclusión**

La investigación trajo consigo nuevos conocimientos sobre las afectaciones en el suelo al momento de entrar en contacto con esta clase de hidrocarburo, por ende, este trabajo fue reconocido a nivel regional y nacionalmente por Ecopetrol S.A., además de ser uno de los mejores trabajos de grado a nivel Institucional por parte de la Universidad Mariana y otorgar el premio CEI a la calidad investigativa, modalidad trabajo de grado con la asesoría de la Magíster Jenny Lucia Huertas Delgado.

Teniendo en cuenta que las propiedades físicas del suelo tienen estrecha relación, se podría afirmar que la densidad es una de las propiedades más relevantes, puesto que está puede utilizarse como indicador para observar en primera instancia el comportamiento del suelo.

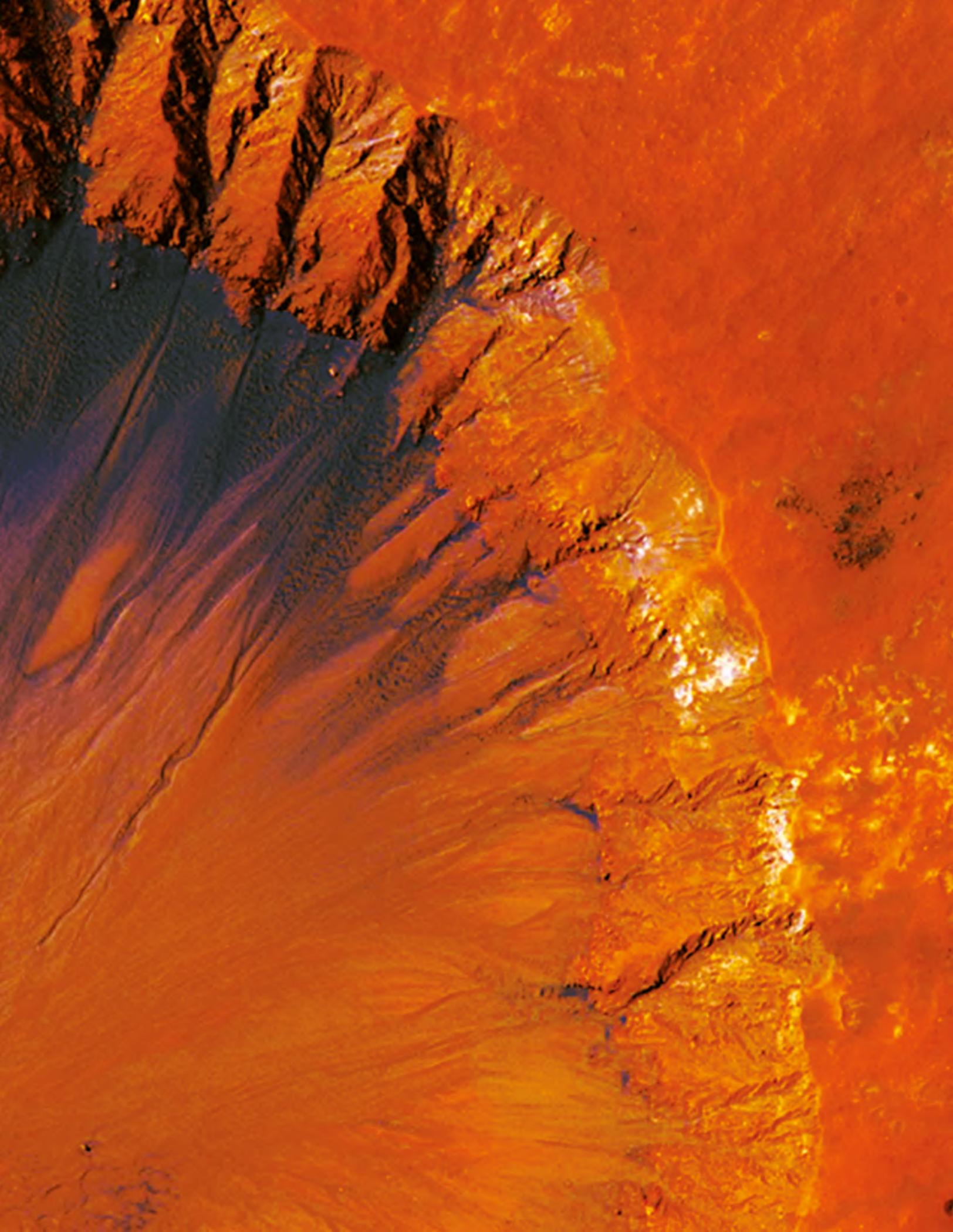
Los suelos orgánicos presentan la característica de tener baja infiltración, de tal manera que el impacto por contaminación de hidrocarburo se evidencia más en la superficie. El petróleo tiene

gran influencia en suelos que han sido contaminados, puesto que la cantidad de nitrógeno aumenta significativamente, dando lugar a que las bacterias fijadoras de nitrógeno aumenten su población y contribuyan a la degradación del mismo. Por su parte, el carbono orgánico es uno de los parámetros que más se vio afectado, puesto que, la impermeabilización a causa del petróleo hizo que los carbonos propios del suelo se perdieran.

## Referencias

- Agencia Efe. (25 de junio de 2015). Derrame de petróleo en Tumaco es el peor desastre ambiental en 10 años: Gobierno. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/derrame-de-petroleo-tumaco-el-peor-desastre-ambiental-1-articulo-568408>
- Anónimo. (2001). Los fluidos de perforación y su impacto ambiental en el subsuelo. *Teorema Ambiental Revista técnico ambiental*. Recuperado de [http://www.teorema.com.mx/contaminacion\\_/los-fluidos-de-perforacion-y-su-impacto-ambiental-en-el-subsuelo/](http://www.teorema.com.mx/contaminacion_/los-fluidos-de-perforacion-y-su-impacto-ambiental-en-el-subsuelo/)
- Badii, M., Landeros, J. y Cerna, E. (2007). Papel de los ecosistemas en la sustentabilidad. *CULCyT// Ecología*, 4(21), 19-26.
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
- Bravo, E. (2007). *Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Recuperado de [https://www.inredh.org/archivos/documentos\\_ambiental/impactos\\_explotacion\\_petrolera\\_esp.pdf](https://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf)
- Contreras, P. (2005). *Suelos contaminados con hidrocarburos: RNA16S como indicador de impacto* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). Propiedades físicas del suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Redacción Nacional. (25 de junio de 2015). Extreman medidas para contener derrame de petróleo en Tumaco. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/extreman-medidas-contener-derrame-de-petroleo-tumaco-articulo-568409>
- Urbina, J. (2007). *Mejoramiento del Plan de contingencia para derrames de hidrocarburo en el oleoducto Uchupayaco-terminal Santana entre los municipios de Villagarzon y Puerto Asís en el Departamento del Putumayo* (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Experiencia significativa en el Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo: Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo Universidad de Chile

**Jenny Lucía Huertas Delgado**  
**Mario Alberto Jurado Eraso**  
**Luz Nathalia Torres Martínez**  
Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

## Resumen

La Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo anualmente organiza el Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo, en esta oportunidad el tema central fue contaminación y remediación de suelos. Este evento se desarrolló en la ciudad de Santiago de Chile, en la Universidad de Chile, donde se presentó el trabajo denominado “Efecto de la aplicación de purines de ganado a praderas sobre la calidad del agua subterránea: Una evaluación en suelos derivados de cenizas volcánicas” en modalidad de poster. Este trabajo fue desarrollado por varios investigadores reconocidos a nivel internacional y nacional, entre ellos Dr. Jaime Cuevas, quien pertenece al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Jenny Huertas de la Universidad Mariana de Pasto - Colombia, Dr. José Dörner de la Universidad Austral de Chile y Centro de Investigación en Suelos Volcánicos (CISVo), Dr. José Luis Arumí de la Universidad de Concepción, Dr. Leandro Paulino de la Universidad de Concepción y del CISVo y Dr. Francisco Salazar del INIA; quienes basaron su estudio en el efecto de la aplicación de purines de ganado a praderas, sobre la calidad del agua freática, y las variables respuesta fueron la concentración de nitrato, amonio, nitrógeno orgánico disuelto, nitrógeno total disuelto, fosfato, potasio y calcio en el agua subterránea.

**Palabras clave:** contaminación y remediación, Simposio Nacional de la ciencia del suelo, Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.

## Introducción

La actividad del hombre ha tenido un impacto profundo en el ambiente global, determinando incluso que, la época geológica presente se le denomine Antropoceno, dejando atrás la época del Holoceno (Lewis y Maslin, 2015). Por ello, en el año internacional del suelo (definido por las Naciones Unidas), la Sociedad chilena de la ciencia del suelo y la Universidad de Chile organizaron el Simposio Nacional, bajo la temática de contaminación y remediación de suelos.

De acuerdo a sus principios básicos, la Sociedad de la ciencia del suelo ha mantenido una preocupación constante por el recurso suelo e indivisiblemente por el agua, estrechamente vinculada a éste y a sus funciones en los distintos ecosistemas. Consecuentemente, se espera que, en esta reunión de connotados especialistas se desarrollen discusiones fructíferas en investigación, uso y manejo de ambos recursos, que permitan contribuir a desacelerar el actual ritmo de deterioro.

## Metodología y resultados de la investigación sustentada

La aplicación de purines a las praderas y cultivos es una práctica común a nivel internacional, que tiene como propósito reciclar los nutrientes de lecherías y al mismo tiempo reducir la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, esta práctica tiene el riesgo de contaminar el ambiente

debido a pérdidas potenciales de nutrientes a través de lixiviación, escorrentía y emisiones de gases efecto invernadero.

En este trabajo, se estudió el efecto de la aplicación de purines de ganado a praderas sobre la calidad del agua freática, bajo dosis de más de tres veces los requerimientos anuales de una pradera. Se trabajó en la región de Los Ríos en una terraza aluvial con pasturas, cubriendo las posiciones altas de las lomas, bosque deciduo en una ladera adyacente (35° de pendiente) y una planicie de inundación con árboles nativos colindantes con un arroyo, los suelos son derivados de cenizas volcánicas (Andisoles). De esta manera, se establecieron siete transectos paralelos en los ambientes mencionados, con la instalación de cinco pozos en cada transecto para muestrear el agua subterránea. Las variables respuesta fueron la concentración de nitrato, amonio, nitrógeno orgánico disuelto, nitrógeno total disuelto, fosfato, potasio y calcio en el agua subterránea.

El sistema fue monitoreado por un periodo de 10 meses, antes de la fertilización y 16 meses después de ella. Después de la aplicación de purines que fue parcializada en siete oportunidades, el amonio, potasio y magnesio intercambiables (medidos en el suelo a 0-20 cm de profundidad) aumentaron en concentración en las parcelas fertilizadas en comparación a las de controles. En contraste, las concentraciones medidas en el agua freática no cambiaron, salvo en el caso del nitrógeno orgánico disuelto (NOD), el cual aumentó al doble tras la aplicación de purines de lechería. Además, se discutió sobre los posibles sumideros para los nutrientes analizados, la captura por la pradera efecto dilución por la lluvia, volatilización de amoniaco cuando el purín es aplicado, desnitrificación, absorción microbiana y arbórea, retención por componentes abióticos del suelo y finalmente, la dilución del purín cuando encuentra el agua subterránea (Alfaro et al., 2008).

Se pudo concluir que la aplicación de purines a las praderas bajo las dosis experimentales empleadas, comparables a la fertilización llevada a cabo por los agricultores de la región, no amenaza la calidad del agua subterránea, en lo que respecta a los nutrientes biodisponibles que podrían ocasionar eutroficación de las aguas (Huertas et al., 2016). Sin embargo, un aumento del NOD podría significar un mayor aporte de materia orgánica disuelta, que estimularía el crecimiento y reproducción de las comunidades heterótrofas en los cursos de agua superficiales. Cabe señalar que hasta el momento no existen estándares nacionales ni internacionales sobre los límites máximos permitidos para el NOD en el agua que permitan comparar los resultados obtenidos.

### **Descripción de la experiencia exitosa**

En esta ocasión el Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo solo permitió presentar el resultado de las investigaciones en modalidad de poster (ver Figura 1); también, se presentaron ponencias orales de investigadores magistrales específicas en el tema de contaminación y remediación de suelos. El evento se desarrolló en la ciudad de Santiago de Chile (ver Figura 2), el cual fue organizado, en esta oportunidad por la Universidad de Chile, los días 7, 8 y 9 de octubre del 2015 y contó con participación nacional e internacional. Este evento tuvo como resultado el Boletín N° 27 de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo con ISSN 0716-6192, donde se publicaron los resúmenes en memorias.

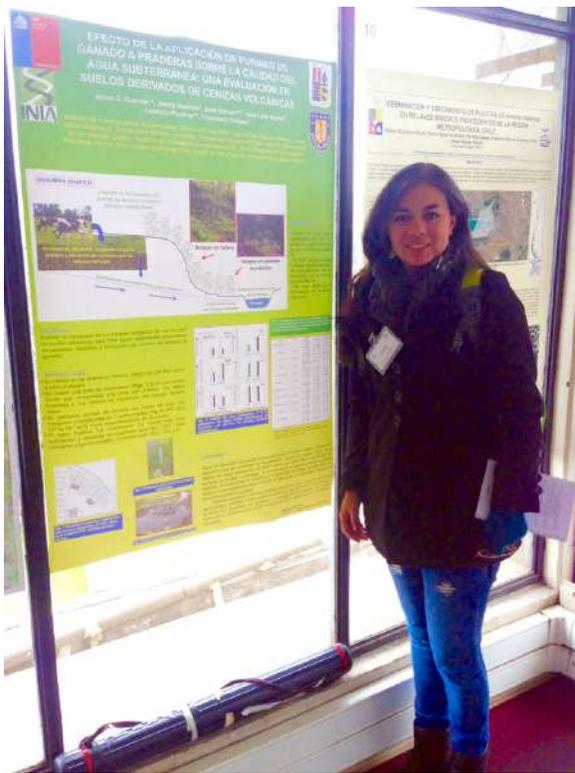


Figura 1. Presentación del póster.



Figura 2. Palacio de la Moneda Santiago de Chile.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados de este trabajo no se encontraron cambios significativos en la concentración de los nutrientes estudiados, después de

realizar el tratamiento de fertilización. Los cambios en concentración de nutrientes de las aguas subterráneas dependen de muchos factores dentro de todo el sistema; uno de ellos es el material que se utiliza para realizar la fertilización, en este caso purines de ganado, debido a que es un biofertilizante que no posee grandes cantidades de materia seca y por ende bajos contenidos de nutrientes.

Continuar con el estudio de la calidad del agua subterránea es de gran importancia en el sur de Chile, ya que en la mayoría de las zonas rurales y agrícolas el uso de esta agua se está volviendo cada vez más importante, tanto para el consumo como para riego. Por lo anterior, se recomienda, considerar evaluaciones a pequeña escala, ya que se demostró que las variaciones de concentraciones de nutrientes, el flujo de agua subterránea y las características físicas y químicas del suelo, se presentan de manera espacial, como temporal en un área relativamente reducida.

La participación en eventos de carácter nacional e internacional es de gran relevancia para propósitos personales, como aumentar conocimientos, fortalecer los grupos de investigación en cuanto a la apropiación social y aumentar la productividad reflejada en la publicación de las memorias.

### Referencias

- Alfaro, M., Salazar, F., Iraira, S., Teuber, N., Villarroel, D. y Ramírez, L. (2008). Nitrogen, phosphorus and potassium losses in a grazing system with different stocking rates in a volcanic soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68(2), 146-155.
- Huertas, J., Cuevas, J., Paulino, L., Salazar, F., Arumí, J. y Dörner, J. (2016). Dairy slurry application to grasslands and groundwater quality in a volcanic soil. *Journal of soil science and plant nutrition*, 16(3), 745-762.
- Lewis, S. y Maslin, M. (2015). Defining the Anthropocene. *Nature*, 519, 171-180.



# Situación de la educación ambiental en el municipio de Pasto

**Ruth Stella Zarama Benavides**

**Nathalia Torres Martínez**

Ingeniería Ambiental

Universidad Mariana

## Resumen

Esta investigación se desarrolla con el propósito de determinar la situación de la Educación Ambiental en el municipio de Pasto, desde tres perspectivas: la conceptual o educación formal, desde el contexto político-económico, es decir, desde la educación no formal y desde la transmisión o educación informal.

Las técnicas de investigación se enfocaron hacia la aplicación de entrevistas semiestructuradas, encuestas y la revisión documental. La población objeto de estudio está limitada hacia las instituciones de educación formal e informal, entes gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación y organizaciones comunitarias.

Con los resultados del proceso investigativo, se establecieron algunos indicadores que promuevan una formación pertinente de la educación ambiental, en aras de lograr mayor coordinación institucional y sectorial, representatividad y posicionamiento en la gestión ambiental local y regional.

Es necesario realizar este tipo de proyectos pues se logra reconocer los aspectos conceptuales, contextuales y proyectivos del devenir de los procesos educativos ambientales y así tener mayores soportes para la construcción de una cultura poblacional, más ética y responsable con el manejo del ambiente en el municipio de Pasto.

**Palabras clave:** cultura ambiental, educación ambiental formal, no formal e informal, PRAE, PROCEDA, PRAE.

## Introducción

Mediante el proyecto de investigación docente denominado “Análisis de la educación ambiental desde la perspectiva estructural, conceptual y de transmisión, en el municipio de Pasto, departamento de Nariño”, se logró determinar la situación de la educación ambiental en el municipio de Pasto desde tres perspectivas, que son: educación formal, no formal e informal; la población objeto de estudio fue las instituciones de educación formal e informal, entes gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación y organizaciones comunitarias.

El proyecto se enmarcó en la problemática actual del país, donde prima una baja cultura ambiental, explotación indiscriminada de recursos naturales, deforestaciones, contaminación del agua, disminución de la calidad del aire, inadecuado manejo de residuos, etc., situaciones que han demostrado la incapacidad para manejar de manera sostenible el medio ambiente. Por lo tanto, la educación ambiental cumple un papel fundamental para contribuir a la solución o mitigación de esta problemática.

La educación ambiental es un proceso que permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que a partir de la apropiación de la realidad

concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente. Sin embargo, hasta el momento, la educación ambiental se ha encaminado al activismo ambiental, lo que ha generado que no se cumpla con el propósito fundamental que se enmarca en las conferencias internacionales, como la Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental de Tbilisi celebrada en 1977 en la cual en su “Declaración final” destaca el enfoque global (holístico) que se da a la educación ambiental, el carácter interdisciplinario y las bases éticas a construir, aspectos orientados hacia la comunidad, fomentando el sentido de responsabilidad de sus miembros, en un contexto de interdependencia de las comunidades nacionales y de solidaridad de todo el género humano.

La investigación, se realizó con el objeto de evaluar el desempeño que han realizado los diferentes actores sociales, como estudiantes, formadores, personas del sector productivo, autoridades, comunidad, funcionarios públicos y personas de los medios de comunicación.

### **Desarrollo**

La alta biodiversidad que posee Colombia, se ve afectada por un sinnúmero de circunstancias y factores de diversa índole, tanto estructural (político, social, económico), como también de aplicabilidad y manejo de parámetros estratégicos de adaptación de la sociedad con el medio natural; la cultura poblacional, que está paulatinamente decreciendo y/o no existe, conlleva al deterioro inconmensurable del ambiente.

La cultura ambiental, baja, por cierto, está direccionada por el desarrollo de procesos formativos, – educativo – ambientales, los cuales, a pesar de los esfuerzos adelantados, tienen ciertas limitaciones y vacíos en sus 3 ejes dinamizadores: conceptual, contextual y proyectivo, identificadas en el contexto nacional y departamental.

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha diseñado lineamientos generales de políticas para guiar la inclusión de la dimensión ambiental en la escuela, mientras que el Ministerio de Medio Ambiente, promueve una política de educación ambiental, principalmente orientada hacia la educación no formal, cuyos destinatarios son los empresarios, las instituciones del gobierno, los parques nacionales, la educación popular, entre otros.

Sin embargo, surgen muchos interrogantes acerca del que hacer de los procesos de educación ambiental, teniendo en cuenta que muchos de los esfuerzos realizados a favor del ambiente, de alguna u otra manera, no cumplen con la esencia de lo que debe ser la educación ambiental. De acuerdo con Scott y Oulton (1999), quienes opinan que, a pesar de todos los desarrollos adelantados por las instituciones gubernamentales o no gubernamentales, nacionales e internacionales, no son claros los logros alcanzados. Los autores dudan del avance en estos procesos para tener ciudadanos ambientalmente más educados, más interesados y responsables.

La educación para el ambiente se ha convertido en la misma educación ambiental y en consecuencia, la mayor parte del trabajo realizado por escuelas, maestros, comunidades e instituciones, ha sido considerado en el mejor de los casos poco importante, cuando no, irrelevante e incluso dañino, porque con el afán de fortalecer el enfoque del ‘para’ es necesario degradar otras formas de concebir e interpretar la educación ambiental, lo cual ha marginado el trabajo de muchas instituciones (González, 2000).

Por su parte, Sánchez (2001), opina que los procesos de educación ambiental deben tener un enfoque holístico, lo cual propone una nueva ética, una nueva concepción del mundo que considere una

visión integradora, así como la reconstitución del conocimiento y el diálogo de saberes. Su filosofía está sustentada en una nueva ética ambiental, cuyos principios y valores están encaminados a la solidaridad, a la integración de una autonomía de participación, que lleve a una armonía y reintegración del ser humano con la naturaleza. De igual manera, expone que la educación ambiental fomenta las capacidades necesarias para que el ser humano forje su saber personal en relación con el ambiente a través de un pensamiento crítico.

En el municipio de Pasto, los procesos de educación ambiental los viene desarrollando actores como el CIDEA y la Alianza Ambiental, consolidando comités de educación ambiental, para la realización de actividades ambientales con la comunidad, con el fin de intentar minimizar las problemáticas ambientales locales, en busca de una cultura ética y responsable en el manejo sostenible del ambiente.

En cuanto a educación ambiental formal se puede decir que, en el municipio de Pasto, desde el año 1994, se llevan procesos relacionados con el ambiente, los cuales han dado las pautas para el desarrollo de actividades comunitarias. En la actualidad, dando cumplimiento a la Política Nacional Ambiental, las instituciones educativas tienen implementado los proyectos ambientales escolares y los procesos de educación ambiental en los niveles superiores, siendo los primeros apoyados por la Secretaria de Educación Municipal y la Secretaria del Medio Ambiente de la alcaldía, sin embargo, aún no se logra articular los procesos de formación, puesto que en la parte conceptual hay diversidad de opiniones, como también desde el punto de vista de las actividades ambientales, las cuales son trabajadas con una tendencia ecologista; Igualmente, en lo concerniente a lo investigativo no se han visto resultados significativos.

Por otra parte, se encontró que entidades públicas y privadas, como Corponariño, EMAS y Empopasto, están comprometidas en los procesos de educación ambiental que desarrollan las instituciones educativas, apoyándolas mediante talleres formativos a docentes y estudiantes, como también prestando sus instalaciones para observar los procesos que se desarrollan en cada una de ellas, por ejemplo, la potabilización del agua, el manejo adecuado de los residuos sólidos y visitas ecológicas a los diferentes parques ambientales, fortaleciendo con ello los procesos educativos en el municipio de Pasto.

Los resultados muestran (ver Figura 1) que en Pasto los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) ejecutan con mayor frecuencia las actividades lúdicas con un 23%, como murales, carteleras, decoración de los salones, realizando actos culturales (canciones, teatro, danzas, etc.); seguidas de las campañas de aseo con un 19%, donde utilizan el material reciclado en la creación de objetos, vestidos; también ubicando canecas de colores para el manejo adecuado de los residuos en los planteles educativos, elaborando ladrillo con botellas plásticas para la construcción de graderías o muros que se necesiten en los colegios; también se encuentran las campañas de sensibilización con un 16%, éstas son importantes, ya que se dictan charlas sobre los temas ambientales y reflexiones en las aulas de clase; y con un 13%, se encuentra la conmemoración de los días especiales del calendario ambiental, como el día mundial del agua, de la biodiversidad, de los humedales, de la energía, de la capa de ozono, del calentamiento global, entre otros. Igualmente, los estudiantes de los grados de preescolar y primaria realizan los semilleros de diferentes plantas y árboles para la siembra y ornamentación en las instituciones, conjuntamente con la producción de compost. Además se realizan salidas ecológicas a los lugares representativos de la región como la laguna de la Cocha, el volcán Azufra, y otras reservas naturales.

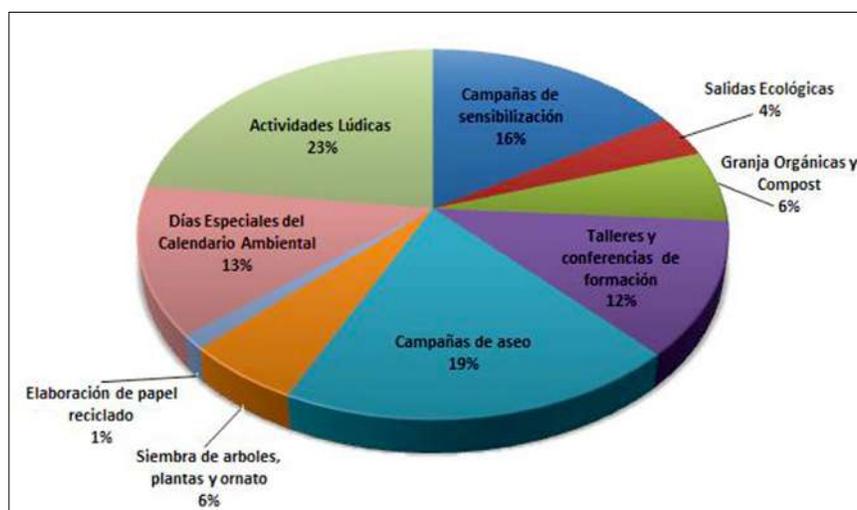


Figura 1. Actividades del PRAE.

Fuente: la presente investigación, 2013.

Según los resultados de la investigación, la entidad que más colabora con la ejecución de los proyectos ambientales es Corponariño, como ente que presta sus servicios ambientales al departamento de Nariño y por consiguiente dicta conferencias relacionadas a los problemas ambientales que tiene el municipio, desplazándose también a las instituciones educativas, igualmente, brinda sus instalaciones naturales del Parque Chimayoy a los establecimientos educativos, para que los estudiantes que carecen de zonas verdes tengan contacto con la naturaleza y se concienticen de la importancia de ésta, además, colaboran con la donación de árboles o plantas del vivero para el desarrollo de las granjas o de las reforestaciones que hacen los planteles educativos.

Otra Institución que también está presente en el desarrollo de los procesos de los PRAE es la Alcaldía Municipal de Pasto, por medio de la oficina de Secretaria de Gestión Ambiental, la cual realiza eventos, foros, conferencias, entrenamientos y documentos sobre temas de educación ambiental, que se desarrollan en el municipio y que van dirigidos para docentes, estudiantes y administrativos de las instituciones, en pro de mejorar la gestión ambiental de cada plantel educativo.

Dentro de esta actividad se encuentran las empresas prestadoras de los servicios públicos, como EMAS y EMPOPASTO, las cuales están vinculadas de manera activa en las actividades de los proyectos ambientales, colaborando con entrega de puntos ecológicos para residuos, dictando charlas a la comunidad educativa sobre el manejo de residuos sólidos y llevándolos a ver el proceso al relleno sanitario Antanas; por su parte, Empopasto con el programa “clubes defensores del agua” colaboran capacitando a los niños en el uso y buen manejo del recurso hídrico, así como también trasladando a las comunidades educativas a la planta de tratamiento para observar el proceso de la potabilización del agua del municipio.

Se concluye que las instituciones educativas (básica primaria, secundaria, centros educativos para adultos y universidades) hacen un esfuerzo para la formulación y puesta en marcha de procesos de educación ambiental, sin embargo, es necesario continuar y avanzar para que la educación ambiental este orientada a la formación de los estudiantes y comunidad estudiantil, para la participación en procesos de gestión en los cuales los individuos y los colectivos se hacen conscientes de las competencias y responsabilidades propias y de los demás, con miras a la toma de decisiones para la resolución de conflictos y para alternativas de solución a dicha problemática.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que los Proyectos Ambientales Escolares son una estrategia del Ministerio de Educación Nacional para incorporar la Educación Ambiental en el sector formal, a partir del reconocimiento de la problemática ambiental local y de la formulación de proyectos integrales e interdisciplinarios que permitan desde la escuela lecturas contextuales para la comprensión y la ejecución de acciones, orientadas a la búsqueda de soluciones compartidas y de posible aplicación y proyección por parte de todos aquellos que están involucrados; proyectos fundamentales, para la movilización de la acción local, más no como una parte del currículo, pues la educación ambiental no se desarrolla, a través de una materia más, ni a través de una cátedra, de una disciplina o de acciones aisladas, sino que se debe realizar desde la investigación pedagógica y didáctica para la comprensión y acción sobre problemas de diagnóstico ambiental particular y desde la idea de formación de dinamizadores ambientales.

Según Torres (2002) los PRAE deben entenderse como proyectos transversales que desde la institución escolar, se vinculan a la exploración de alternativas de solución de una problemática y/o al reconocimiento de potencialidades ambientales particulares locales, regionales y/o nacionales, lo cual les permite generar espacios comunes de reflexión, para el conocimiento significativo, para el desarrollo de criterios de solidaridad; los PRAE son una herramienta importante en la apertura de espacios para el desarrollo de la intervención – investigación, si se tiene en cuenta que el objeto del mismo, es la formación para la comprensión de las problemáticas y/o potencialidades ambientales, a través de la construcción de conocimientos significativos que redunden en beneficio de la cualificación de las actitudes y de los valores, para un manejo adecuado del ambiente.

Desde la perspectiva de las instituciones gubernamentales, empresariales y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) se estableció que dentro de las entidades que promueven la educación ambiental no formal, se destaca la ONG Ambiental, siendo esta una de las entidades que tiene mayor influencia en las zonas urbana y rural del municipio y que a su vez implementan proyectos ambientales enfocados a llevar un proceso educativo y cultural integrado, mediante los cuales se busca que el ser humano contribuya a la transformación progresiva de la utilización de los recursos y de las interrelaciones personales, desde criterios de sostenibilidad ecológica y equidad social.

En cuanto a la educación ambiental no formal impartida por entes gubernamentales y no gubernamentales del municipio se logró determinar que existe un interés en incorporar la educación ambiental dentro de los procesos que estos realizan, sin embargo, se notó la deficiencia que presentan estos actores sociales en la percepción conceptual y en la parte legal, puesto que hay diversidad de opiniones; también, se observa poca reflexión por parte de las entidades empresariales, para considerar la relación entre el concepto de ambiente y desarrollo. Cabe resaltar, que existe falta de equipos de trabajo interdisciplinario e incluso formación técnica y/o profesional, que permitan tener un comportamiento socio-ambiental ético para generar actividades promotoras del mejoramiento del medio ambiente.

El proyecto “Educación ambiental, participación y difusión a la comunidad” desarrollado por Corponariño, permitió la consolidación de los 64 Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental Municipal – CIDEAM, así como también, la formulación del Plan Municipal de Educación Ambiental y la vinculación de la educación ambiental en los planes de desarrollo de los municipios; además se pretende que la educación ambiental sea un proceso de formación planificado para contribuir al cambio de actitudes frente al manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente.

En este punto, es importante aclarar que, a pesar que las entidades empresariales del municipio de Pasto desarrollan proyectos encaminados a mejorar la problemática ambiental y que en muchas

de ellas se hable de gestión ambiental o del ambiente, carecen de un Departamento de Gestión Ambiental, el cual tiene por objeto según el decreto 1299 de 2008

Establecer e implementar acciones encaminadas a dirigir la gestión ambiental de las empresas; velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental; prevenir, minimizar y controlar la generación de cargas contaminantes; promover prácticas de producción más limpia y el uso racional de los recursos naturales; implementar opciones para la reducción de emisiones de gases de efectos invernadero; y proteger y conservar los ecosistemas. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008, p. 2).

En los resultados se evidencio que, si bien es obligación por parte de las empresas a nivel nacional, implementar proyectos encaminados a la preservación del medio ambiente, éstos solo se los realizan porque las empresas se sienten obligadas a cumplir con la normatividad ambiental estipulada por Corponariño; en este sentido, no existe una verdadera concientización por parte de la gerencia.

Además, los procesos de educación ambiental no se están aplicando dentro de los proyectos ambientales que desarrollan las entidades, tan solo un 12% de estos proyectos se caracterizan por tener inmersas actividades de educación ambiental, como aquellos ejecutados por Cámara de Comercio de Pasto, Empresas de Nariño y Muebles Richie, firmas para las cuales la principal solución a los problemas ambientales es la educación ambiental en todos los niveles y sectores de la sociedad, considerando a ésta una herramienta fundamental para lograr un cambio de actitud y de comportamiento, no solo por parte de sus empleados, sino también de sus consumidores.

Por lo tanto, la perspectiva de educación ambiental en las empresas, no ha logrado ser positiva, ya que la falta de sensibilidad por parte de muchas de ellas para adoptar nuevos modelos de gestión empresarial que contemplen la calidad ambiental, ha sido insuficiente, por ende, no se ha conseguido un cambio de comportamiento y actitud en el personal, tal como se establece en la Política Nacional de Educación Ambiental – SINA, “en el sector empresarial es necesario fomentar el desarrollo de un espíritu empresarial protector del medio ambiente y crear los mecanismos concertados para que la Educación Ambiental sea componente importante de la cultura empresarial” (Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación Nacional, 2002, p. 37). Por ello, es importante que la educación ambiental sea agregada como un componente que beneficie no solo a la empresa como tal, sino al trabajador, a su medio social y a la comunidad en general,

Las actividades de educación ambiental no formal que se desarrollen en las empresas deben tener como objetivo mejorar la participación, tanto de sus trabajadores como de la comunidad, realizando actividades sobre manejo de residuos sólidos, disminución de la contaminación del aire, contaminación auditiva, contaminación del recurso hídrico, aplicación de tecnologías limpias, entre otras; utilizando todos los medios disponibles, como: conferencias, seminarios, talleres participativos, colocación de avisos y pancartas, etcétera, que apunten a la formación de una nueva cultura ambiental, pues la educación ambiental se ha convertido en un proceso que busca simplemente incrementar los conocimientos de la población, pero también debe comprender las interacciones fundamentales entre las personas y la naturaleza.

En lo que respecta a ONG ambientales los resultados demuestran que la mayoría de empresas realizan actividades de educación ambiental sobre la conservación de los recursos naturales a través del manejo y conservación del recurso hídrico, debido al uso intensivo directamente por las actividades humanas, entre las cuales, es frecuente el alto crecimiento de la destrucción de las fuentes de agua, por la tala y quema de bosques, el mal manejo de las cuencas, la contaminación de ríos y quebradas, y el desperdicio de agua por uso agrícola. También se destacan las actividades

del manejo de residuos sólidos y manejo/conservación del recurso suelo, dentro de los cuales son característicos la ejecución de proyectos encaminados a la realización de prácticas agroecológicas, especialmente implementando la agricultura limpia y reforestación; y finalmente, las ONG dedicadas netamente a fortalecer la educación ambiental, como fundaciones ECOTERRA y FHADESO, que buscan mediante la educación ambiental sensibilizar y formar a la comunidad, niños, jóvenes y adultos como líderes ambientales.

Se evidencia que la población beneficiada con la realización de este tipo proyectos está directamente relacionada con la comunidad campesina y agrícola, pues el área de influencia está centrada en la zona rural del municipio, tratando temas en la protección de los recursos naturales y las buenas prácticas agrícolas sostenibles. Mientras que el 21% se encuentra dirigida a productores, madres comunitarias e indígenas, es importante destacar la labor de asociaciones como Yupanquiyaco, la ADC y Taita Mavisoy, que buscan la participación de la comunidad indígena a través de la etnoeducación, ya que fomentan la difusión de conocimientos sobre el manejo ambiental y los recursos naturales, rescatando sus conocimientos y respetando las creencias y tradiciones de estos grupos. (Ver Figura 2).

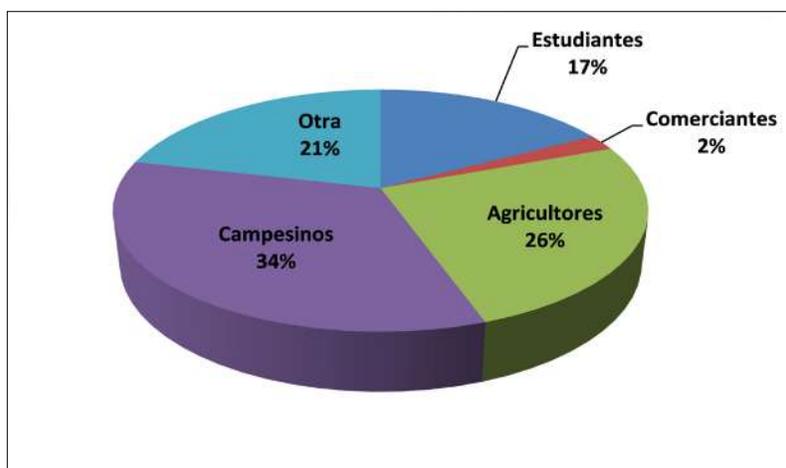


Figura 2. Comunidad beneficiada.

Fuente: La presente investigación, 2013.

Este resultado es significativo, ya que se puede apreciar claramente el rol que cumplen las ONG ambientales en cuanto a la implementación de proyectos, transmitiendo de forma particular los procesos de educación ambiental no formal a estas comunidades y teniendo en cuenta la diversidad cultural y la equidad de género.

En lo concerniente a educación ambiental informal se pudo establecer que los medios de comunicación no cuentan con bases teóricas y metodológicas para abordar los temas ambientales, por esta razón, los pocos programas o pautas que se realizan en pro del medio ambiente pasan desapercibidos en la comunidad.

La Política Nacional de Educación Ambiental:

Considera que para los propósitos de la educación ambiental, es fundamental una estrategia de comunicaciones que desencadene procesos de participación ciudadana en los asuntos ambientales, entendiendo, que la intención educativa de la comunicación debe estar orientada a contribuir en la formación de comunidades críticas y responsables frente a un manejo sostenible del ambiente, que se traduzca en una relación nueva de los individuos y de los colectivos entre sí, y con su contexto. (Presidencia de la República de Colombia, s.f., p. 2).

El municipio de Pasto cuenta con una gran infraestructura en medios masivos de comunicación (radio, televisión y prensa), los cuales tienen en gran medida, la responsabilidad de informar de forma oportuna y eficaz a la población en general. En la aplicación de las encuestas a los medios de comunicación se pudo identificar que el 100% de estos medios no manejan estrategias claras de comunicación en cuanto a la recolección, análisis y transmisión de información, además son escasas las entidades que han asumido compromisos con el ambiente, encaminados al cuidado y conservación del medio ambiente.

Los medios de comunicación encuestados dejan entrever los grandes vacíos y errores que se cometen al momento de abordar los temas ambientales, vacíos en cuanto a la metodología y procesamiento de la información, seguimiento del impacto en la comunidad y falta de investigación y capacitación en temas ambientales.

Igualmente, se identificó que dichos medios cuentan con gran audiencia en la localidad y que sus entidades han asumido compromisos ambientales, encaminados exclusivamente al cuidado y conservación de éste. La programación temática en las emisoras o programas radiales tiende a estar entre los temas favoritos de la comunidad, como los temas de educación (27%), política y economía (25%) y con menos interés los temas de noticias (14%), música (11%) y farándula (5%).

Se detectó que en los medios de comunicación local existe una atención insuficiente e inadecuada de los temas ambientales por diferentes causas, una de ellas es la desigualdad de peso frente a los contenidos tradicionales ya consolidados, que lleva incluso a considerar la información ambiental como un “complemento” fácilmente prescindible. Otra razón apunta a los déficits en el tratamiento informativo, al detrimento de las labores de periodismo frente a las de redacción a partir de lo que genera la prensa. También se destaca el problema de la lectura desenfocada de la realidad ambiental, excesiva atención al suceso y la falta de seguimiento y profundización en los asuntos más cotidianos y menos llamativos.

Es importante señalar que, los medios de comunicación deben ser vehículos de información y a su vez de educación ambiental, no obstante, para que esto sea una realidad es necesario que el receptor intervenga en el propio proceso comunicativo, que se convierta en actor y emisor del mensaje recibido. No basta con implantar una serie de programas educativos, ofrecer bellas imágenes o acomodar el lenguaje periodístico a esa población que enciende el televisor como escape a sus problemas cotidianos o busca en la prensa algo más que la noticia transitoria captada por las cámaras o por las emisoras de radio. Es necesaria una sintonización entre la noticia y el receptor, así como potenciar la participación ciudadana en los medios.

Para concluir se puede expresar que los procesos ambientales desarrollados en las instituciones educativas (educación ambiental formal), desde lo educativo-ambiental, deben tener un componente investigativo-práctico, para permitir una relación con su entorno, que fortalezca los conocimientos ambientales en las personas, con el fin de generar un concepto sistemático del ambiente y dejar de lado el activismo ambiental.

Frente a la educación ambiental no formal se concluye que es una actividad complementaria para obtener una educación ambiental integral, en la que los propios contextos se constituyen en ámbitos de aprendizaje, donde las entidades públicas y privadas, así como la comunidad en general, deben aplicar técnicas y considerar una relación sociocultural, que le permita al individuo ser un sujeto activo y consciente de su propio proceso cognoscitivo para establecer relaciones armónicas y conductas responsables hacia la protección del medio ambiente.

En general se puede decir que en el municipio de Pasto la educación ambiental formal, no formal e informal debe ser soportada en la conceptualización con respecto al ambiente y a la educación ambiental, para no seguir formulando objetivos demasiado generales o desarrollo de estrategias imprecisas; es importante mencionar que los organismos no gubernamentales y gubernamentales y el sector educativo son imprescindibles en la formación de ciudadanos éticos y responsables frente al manejo de los recursos naturales renovables, conscientes de sus derechos y deberes ambientales dentro del colectivo al cual pertenecen y capaces de agenciar la construcción de la cultura.

La Educación Ambiental en cuanto sugiere una reconstrucción de actitudes, valores y prácticas de los individuos y de la sociedad en su conjunto en relación con el entorno, debe verse como un proceso que abarca distintos niveles de sensibilización, concientización y comunicación. La Educación Ambiental debe ser un ir y venir permanente entre la comunidad y la escuela con el fin de que las fronteras entre la educación formal y la no formal se hagan cada vez más tenues. Por consiguiente, debe haber un acercamiento entre la escuela y la comunidad de la cual ella hace parte. Los Proyectos Ambientales Escolares deben servir como referente de los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental que se trabajen con otros grupos y, a su vez, éstos deben servir de referente a los Proyectos Ambientales Escolares con el fin de que se enriquezcan y fortalezcan los procesos de resolución de problemas. Por lo anterior en el Municipio de Pasto es necesaria esa articulación de todos los involucrados en educación ambiental para no atomizar esfuerzos y así generar procesos de educación ambiental precisos para nuestra cultura y para nuestra ciudad. (Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación Nacional, 2002, p. 59)

### **Conclusiones**

Es importante resaltar el papel que desempeñan los grupos ambientales, ya que forman al estudiante en el concepto sistémico ambiental, llevándolo a hacer un dinamizador de los conceptos ambientales, además contribuyen de forma directa en los procesos de educación ambiental desarrollados en las instituciones educativas. Desde la política nacional ambiental, se incluye el programa de servicio social obligatorio, como una herramienta de obligatoriedad para que lo ambiental este presente de alguna manera en el currículo estudiantil.

Las entidades públicas y privadas como la Alcaldía, CORPONARIÑO, EMAS y EMPOPASTO, están comprometidas en los procesos de educación ambiental que desarrollan las instituciones educativas, apoyándolas mediante talleres formativos a docentes y estudiantes, como también prestando sus instalaciones para observar los procesos de forma práctica que se desarrollan en cada una de ellas, por ejemplo, la potabilización del agua, el manejo adecuado de los residuos sólidos y visitas ecológicas a los diferentes parques ambientales, hechos que fortalecen los procesos educativos en el municipio de Pasto.

Otro de los factores importante a mencionar es el poco interés que se pudo observar por parte de las entidades empresariales, demostrando que existen falencias en cuanto a la aplicación de procesos de educación ambiental no formal, generando insuficientes acciones dentro de la entidad para mitigar o minimizar problemas ambientales; esto de alguna manera afectó a esta investigación, ya que no se pudo obtener resultados prevalentes hacia estas entidades.

### **Referencias**

- González, E. (2000). Complejidad en Educación Ambiental, *Tópicos de Educación Ambiental*, 2(4), 21-32.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Decreto 1299*. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2008/dec\\_1299\\_2008.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2008/dec_1299_2008.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Política nacional de educación ambiental SINA*. Recuperado de [http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703\\_152904399\\_919/politi-ca\\_educacion\\_amb.pdf](http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703_152904399_919/politi-ca_educacion_amb.pdf)

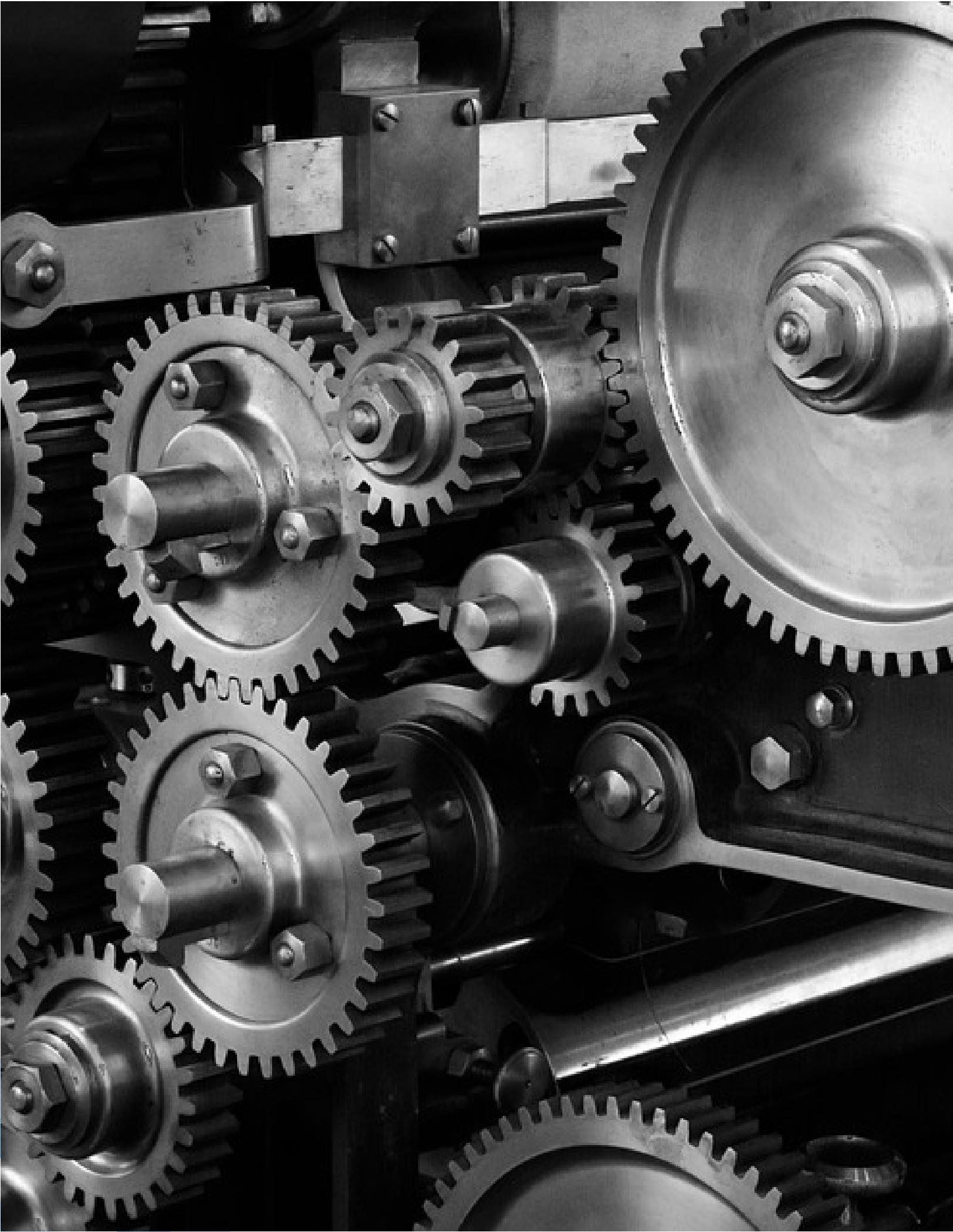
Presidencia de la República de Colombia. (s.f.). *Agenda intersectorial de educación ambiental y comunicación 2010-2014*. Recuperado de [https://www.corporinoquia.gov.co/files/Educaci%C3%B3n%20y%20cultura%20ambiental/AGENDA\\_INTERSECTORIAL\\_2012.PDF](https://www.corporinoquia.gov.co/files/Educaci%C3%B3n%20y%20cultura%20ambiental/AGENDA_INTERSECTORIAL_2012.PDF)

Sánchez, M. (2001). El reto de la Educación Ambiental. *Revista Ciencias*, 64, 42-49

Scott, W. y Aulton, C. (1999). La Educación Ambiental: Un debate desde diferentes perspectivas. *Tópicos de Educación Ambiental*, 1(2), 37-43.

Torres, M. (2002). *Reflexión y Acción: El Diálogo fundamental para la Educación Ambiental*. Bogotá, D. C. Colombia: Ministerio de Educación Nacional- Ministerio del Medio Ambiente.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**





# Capítulo 3.

## Ingeniería de Procesos



# Experiencias de movilidad docente y estudiantil del programa de Ingeniería de Procesos

**Angela Sofía Parra Paz**  
**Jaime Darío Quijano Melo**  
Ingeniería de Procesos  
Universidad Mariana

## Resumen

La movilidad de docentes y estudiantes son estrategias que promueven la cooperación educativa entre instituciones y estructuras gubernamentales, además, se constituye como elemento importante en las políticas de internacionalización de la Universidad Mariana. En el presente artículo se muestran las experiencias de movilidad del programa de Ingeniería de Procesos con la participación de cuatro posters en el XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química en Cusco - Perú, con el objetivo de divulgar los resultados de investigaciones estudiantiles y profesoriales desarrolladas por el programa. Adicionalmente, se presenta la experiencia de movilidad docente a un curso corto de modelación de sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante el software SIMBA#. Este tipo de movilizaciones son una excelente oportunidad para fortalecer el aprendizaje profesional y personal, así como también, lograr dar a conocer una muestra de las potencialidades del personal docente y estudiantil del programa de Ingeniería de Procesos.

**Palabras clave:** CIIQ, eventos de divulgación, ingeniería de procesos, ingeniería química, posters, SIMBA#.

## Introducción

La internacionalización académica es definida como el proceso de integrar la dimensión internacional, intercultural y global en los propósitos, las funciones y la forma de proveer la enseñanza, la investigación y los servicios de la universidad, a través de movilizaciones o intercambios, en los que se incorpora una experiencia intercultural de carácter global, ya sea fuera del país de origen o dentro de la institución; con esto se pretende lograr los siguientes objetivos: percibirse a sí mismo como ciudadano del mundo, con la capacidad de comunicarse y actuar desde una perspectiva global, abrirse a otras ideas y culturas en un marco de respeto y tolerancia a la diversidad cultural, la formación de profesionales con visión de universalidad, capacidad de confrontar saberes con diversas comunidades, el fortalecimiento de lo propio, desde la identidad institucional, con visión global y en alteridad (Universidad Mariana, 2017).

El programa de Ingeniería de Procesos de la Universidad Mariana, tratando de ser consecuente con estas políticas, propicia la movilidad de estudiantes y docentes a través de su participación en eventos, seminarios, encuentros, relacionados con las áreas de desempeño del programa, donde se propende por una formación integral y el desarrollo de la capacidad de interactuar e intercambiar saberes y paradigmas con diferentes culturas (Universidad Mariana, 2016). En ese sentido se han logrado diversas movilizaciones, aquí se citarán dos de ellas: la participación de docentes y estudiantes con cuatro posters en el XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química en Cusco - Perú y la participación docente en un curso corto de Modelación de sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante el Software SIMBA# en la Universidad del Valle, Cali.

## Trabajos exitosos de Ingeniería de Procesos en el XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química – Perú

El programa de Ingeniería de Procesos siempre está en la búsqueda de oportunidades de movilidad para sus docentes y estudiantes, en este sentido se buscó la posibilidad de participar en el XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química en Cusco – Perú, evento realizado con el objetivo de “difundir nuevos conocimientos científicos y tecnológicos en el área de la Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos y de profesiones afines con énfasis en la optimización de procesos y recursos para un desarrollo sostenible” (Universidad Libre, s.f., párr. 3). Para ello, se enviaron cuatro resúmenes correspondientes a los resultados de un proyecto integrador, dos trabajos de grado y un proyecto de aula; trabajos en las áreas temáticas de avances en biotecnología, en la industria de alimentos y seguridad y gestión ambiental en procesos industriales. Los cuatro trabajos fueron aceptados por el comité organizador en modalidad poster, por lo cual, una docente y cinco estudiantes viajaron al evento, entre el 10 y el 12 de octubre de 2016 en representación del programa de Ingeniería de Procesos de la Universidad Mariana.

En el evento se hizo la presentación de los posters y se asistió a las ponencias magistrales, a una visita industrial y otros eventos de carácter cultural, que fueron de gran aprendizaje para los participantes.

A continuación, se presenta un breve resumen de los trabajos aceptados y presentados en el congreso:

### Evaluación de la cinética de color en la fritura de maní (*Arachis hypogaea*) variedad Virginia

Esta investigación corresponde a los avances del trabajo de grado de los estudiantes Carlos Julio Gordillo Covalada y Jorge Cifuentes Guzmán (ver Figura 1), cuyo objetivo fue identificar los cambios de color provocados en el maní durante el proceso de fritura en diferentes condiciones de tiempo y temperatura, a través de estudios de cinética de cambio de color usando el modelo de Arrhenius.

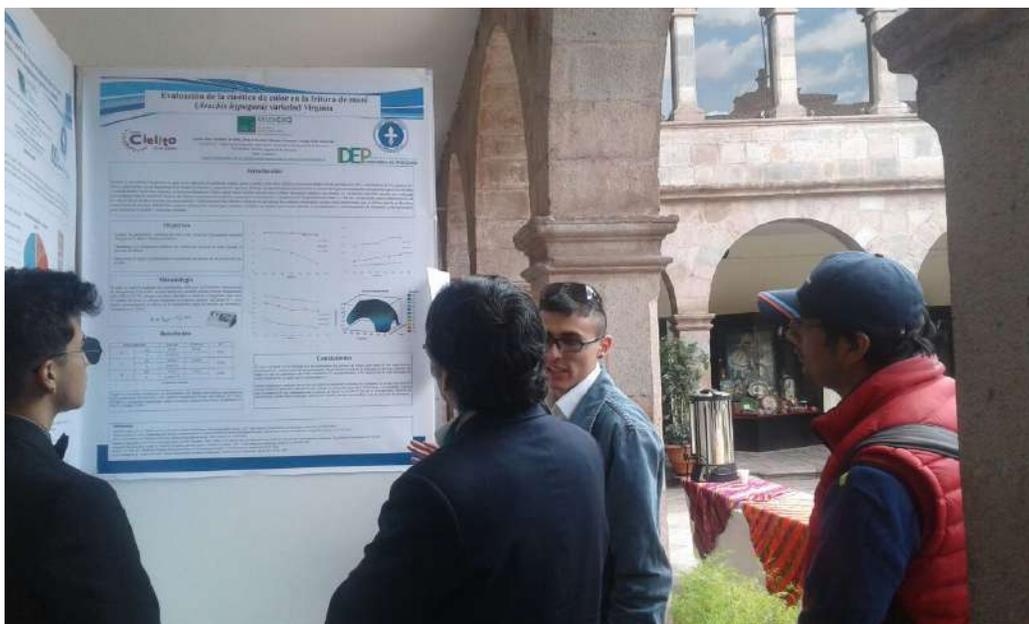


Figura 1. El estudiante Carlos Gordillo presentando su póster.

Fuente: Este documento, 2017.

### **Evaluación de condiciones de pretratamiento escaldado para la inactivación enzimática en ají (*Capsicum Pubescens*) para alargar la vida útil de la salsa de ají con maní**

Esta investigación corresponde a los avances del trabajo de grado de los estudiantes Cristhian Danilo Chaves Canchala y Brayan Héctor Benavides Casanova (ver Figura 2), cuyo objetivo fue evaluar el efecto del tiempo y temperatura del proceso de escaldado de ají en la inactivación de peroxidasa y polifenoloxidasas, enzimas que juegan un papel importante en reacciones de oxidación, causantes de la alteración de las propiedades organolépticas y nutritivas de esta materia prima, la cual es usada en la elaboración de salsa de maní con ají; aderezo tradicional del departamento de Nariño, el cual es consumido a nivel doméstico y en los restaurantes de comida típica.



*Figura 2.* Los estudiantes Danilo Chaves y Brayan Benavides durante la presentación de su póster.  
Fuente: Este documento – 2017.

### **Obtención de harina a partir de vísceras abdominales de cuy (*Cavia porcellus*) como complemento proteico animal**

Esta investigación corresponde a los resultados de un proyecto integrador realizado por los estudiantes Juan José Andrade (ver Figura 3), María Camila Guerra Medina y Carlos Hernán Acosta Mozo, el cual tuvo como objetivo el aprovechamiento de un residuo, como son las vísceras de cuy para la elaboración de concentrado animal, para ello, se realizó un estudio sobre los componentes nutricionales presentes en este material y su uso potencial en alimentación animal. Los resultados globales de este trabajo fueron publicados por Parra, Acosta, Andrade y Guerra (2016).



Figura 3. El estudiante Juan Andrade durante la presentación de su póster.

Fuente: Este documento – 2017.

### La Ecología Industrial como herramienta de gestión ambiental empresarial: Traspasando las fronteras de la academia

Este fue un trabajo de aula realizado por la docente Ángela Sofía Parra Paz (ver Figura 4), como parte de la asignatura Ecología Industrial, impartida a estudiantes de noveno semestre, donde se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos, en dos estudios de caso, aplicados en dos empresas de la ciudad de Pasto. En ese sentido, se realizó un diagnóstico inicial ambiental en dichas empresas, a través de ecomapas, análisis de flujo de materiales, diagramas de sinergia y análisis de huella de carbono. Con los resultados obtenidos se planteó, para cada empresa, un plan de Ecología industrial con metas cuantificables, el cual tuvo en cuenta aspectos, como: uso racional de materiales, reducción de consumo de agua y energía, gestión integral de residuos sólidos con énfasis en simbiosis industrial, control de olores, ruidos y vibraciones y gestión del bienestar empresarial. Los resultados de la ejecución de estos planes demostraron que es posible relacionar la academia con el sector

productivo, articulando los conocimientos impartidos en clase con el entorno real.

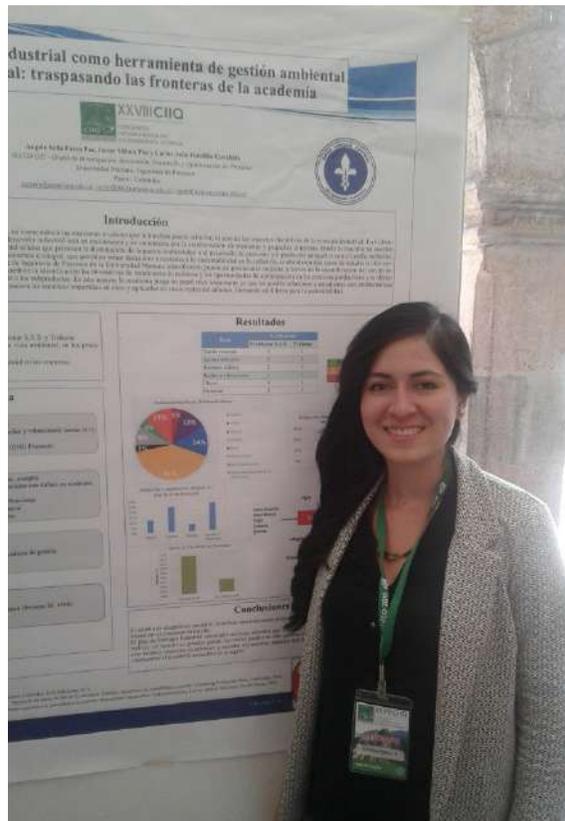


Figura 4. La docente Ángela Sofía Parra durante la presentación de su póster.

Fuente: Este documento – 2017.

### Participación docente en curso corto de modelación de sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante el software SIMBA#

En aras de fortalecer la formación de los estudiantes y egresados del posgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, la Universidad del Valle ofreció entre el 4 y 5 de noviembre de 2016 el curso titulado “Modelación de Sistemas de Tratamiento Aguas Residuales mediante el software SIMBA#”, dictado por el Dr. Manfred Schütze del ifak - *Institut fuer Automation und Kommunikation* de Alemania, experto en esta área del conocimiento. Por su parte, la docente Ángela Sofía Parra, egresada de la Universidad del Valle, fue seleccionada para participar en este curso, contando con el apoyo de la Universidad Mariana.

SIMBA# es un programa de simulación basado en funciones de control y programado en el lenguaje C#, que permite la consideración de sistemas de drenaje de agua, plantas de tratamiento de agua residual, tratamiento de lodos - producción de biogás, ríos, análisis de flujos (agua, residuos sólidos, entre otros) en áreas urbanas y sistemas de energía eléctrica (Smart-grid) (inCTRL, 2017). En el curso se validaron los conocimientos teóricos impartidos con el uso y aprendizaje de la interfaz del software y la aplicación de casos de estudio. (Ver Figura 5).

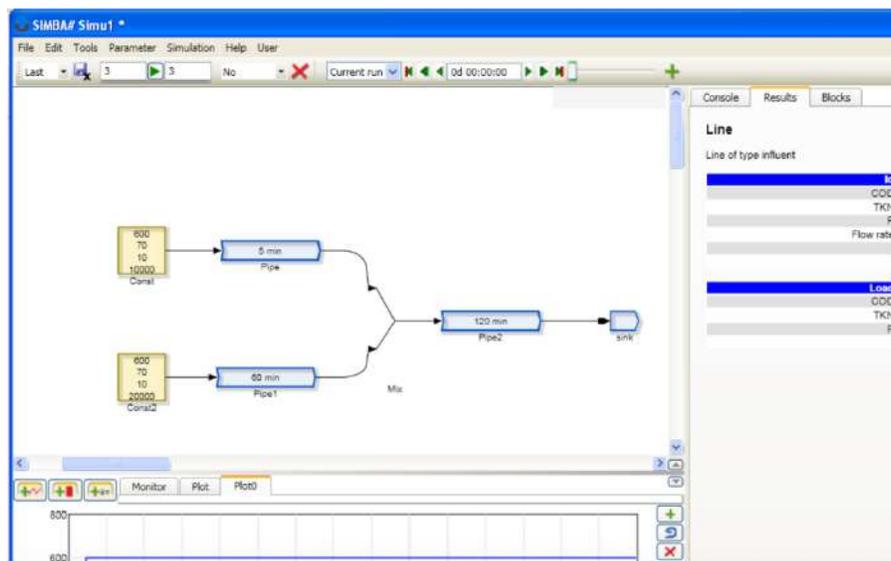


Figura 5. Interfaz de SIMBA#.

Fuente: Este documento – 2017.

### Conclusiones

Los posters participantes del XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química recibieron buena acogida por parte del público asistente, donde se recibieron recomendaciones y se estrecharon lazos con otros profesionales de la Ingeniería. Gracias al apoyo de la Universidad Mariana a través de sus políticas de internacionalización, se logró dar a conocer una muestra de las potencialidades del personal docente y estudiantil del programa.

Las moviidades docentes y estudiantiles se constituyen en experiencias exitosas que logran que el programa de Ingeniería de Procesos se proyecte hacia otros sectores diferentes de la Universidad, permitiendo no sólo aprendizaje académico y cultural, sino también estrechar lazos con otras instituciones y profesionales de la Ingeniería, dejando abierta la posibilidad de generar alianzas estratégicas y colaboración interinstitucional.

### Referencias

inCTRL. (s.f.). *SIMBA# – The Next Generation of Water, Wastewater and Biogas Simulators!* Recuperado de <https://www.inctrl.ca/software/simba/>

Parra A., Acosta H., Andrade J., Guerra M. (2016). Análisis proximal, perfil de ácidos grasos de las vísceras del cuy (*Cavia porcellus*) y su uso potencial en alimentación animal. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(2), 124-134.

Universidad Libre. (s.f.). *Informe de asistencia al XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Química*. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/bogota/ul/noticias/noticias-universitarias/noticias-ingenieria/noticias-ambientales/noticias-home-ing-ambiental/2655-informe-de-asistencia-al-xxviii-congreso-interamericano-de-ingenieria-quimica>

Universidad Mariana. (2016). *Ingeniería de Procesos – IDEP Documento Maestro para renovación de Registro Calificado*. San Juan de Pasto.

Universidad Mariana. (2017). *Unidad de servicios internacionales Universidad Mariana*. Recuperado de <http://www.umariana.edu.co/internacionalizacion/launidad.html>.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**

**mexichem.**

# Mexichem: Una puerta abierta para prácticas profesionales

**Juliana Estefanía García Caicedo**

**Hugo Andrés Gomajoa Enríquez**

Ingeniería de Procesos

Universidad Mariana

## Resumen

“Mexichem: Una puerta abierta para prácticas profesionales” nace de la importancia de buscar maneras prácticas y eficientes para desarrollar capacidades, destrezas y habilidades profesionales y personales en los estudiantes. Por lo tanto, la experiencia de la estudiante de Ingeniería de Procesos Juliana García, inicia en el mes de junio del año pasado, quien viajó a la ciudad de Bogotá para iniciar su práctica profesional en la Multinacional “Mexichem S.A.S”, empresa líder de múltiples sectores de petroquímica para la construcción, la infraestructura, la agricultura, la salud, el transporte, las telecomunicaciones y la energía, además de ser una empresa productora de tubos de plástico y conexiones en todo el mundo.

La práctica profesional se desarrolló en una de las plantas de producción de Geosintéticos en PAVCO “Geosistemas”, donde se lidero actividades en el Sistema Integrado de Gestión, dejando experiencias, como el desarrollo de aptitudes del buen manejo del personal en actividades de direccionamiento y apoyo a grupos de trabajo en planta, además de mejorar competencias propias de un Ingeniero de Procesos. Finalmente, se concretó un convenio entre la empresa y la Universidad Mariana dejando puertas abiertas a todo estudiante emprendedor que busque crecimiento profesional y personal.

## Introducción

En busca de potencializar la calidad de la formación integral de los estudiantes para brindarles la oportunidad de interpretar y actuar en el medio laboral, se optan por metodologías, como las prácticas profesionales, donde el estudiante logra aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación académica. Con base a esto, nace la historia vivida “Mexichem: Una puerta abierta para las prácticas profesionales”, protagonizada por la estudiante de Ingeniería de Procesos Juliana García Caicedo, con el acompañamiento y asesoría del docente Hugo Andrés Gomajoa, quienes iniciaron a tocar puertas de aprendizaje en industrias a nivel internacional.

Por su parte, Mexichem S.A.S, empresa líder en múltiples sectores de petroquímica para la construcción, la infraestructura, la agricultura, la salud, el transporte, las telecomunicaciones y la energía; además, es una empresa productora de tubos de plástico y conexiones en todo el mundo, con marcas, como: Plastubos, Vestolit, Colpozos, Dura-Line, Bidim, Wavin, Plastigama, Amanco y PAVCO. En esta compañía se llevó a cabo el proceso de selección para la realización de la práctica profesional de la estudiante en mención.

De lo anterior, se obtuvo como resultado la realización de la pasantía en una de las plantas de producción de Geo-sintéticos, denominada “Geo-sistemas” ubicada en PAVCO de la ciudad de Bogotá D.C, donde se lidero actividades en el Sistema Integrado de Gestión; esta experiencia mejoro en la estudiante las competencias propias de un ingeniero de procesos, asimismo, permitió ampliar su visión de superación profesional y personal. Finalmente, se concretó un convenio entre la empresa y la Universidad Mariana dejando puertas abiertas para todo estudiante emprendedor que busque crecimiento profesional.

## Desarrollo

Uno de los principales objetivos del programa de Ingeniería de Procesos es lanzar a sus estudiantes a desarrollar nuevas actividades de aprendizaje, poniendo en práctica sus conocimientos frente a situaciones reales del sector industrial. Por lo tanto, en noveno semestre, los estudiantes llevan a cabo el desarrollo de la práctica profesional en las diferentes áreas de desempeño del ingeniero de procesos.

Además, es importante el emprendimiento de los estudiantes y el compromiso de la parte administrativa y el brazo docente del programa, para formar caminos de superación personal y profesional. En este caso en mención, de la estudiante Juliana García Caicedo, la cual desarrolló su práctica profesional en una de las plantas de producción de Geo-sintéticos denominada “Geo-sistemas” ubicada en PAVCO de la ciudad de Bogotá, en un periodo comprendido entre junio hasta diciembre de 2016; donde se lidero actividades en el Sistema Integrado de Gestión, tales como: el seguimiento y cierres de condiciones y actos sub-estándar, actualización de procedimientos, instructivos y manuales de trabajo, gestión de actividades de bienestar e inducción al personal y contratistas, gestión ambiental, inspección y aseguramiento de orden en planta, análisis de causa y efecto de tiempos perdidos y generación de residuos. (Ver Figura 1).



*Figura 1.* Laboratorios de Geo-sistemas, PAVCO. Bogotá D.C, 2016.

Fuente: Este documento – 2017.

Esta práctica, dejó experiencias, como el desarrollo de aptitudes del buen manejo del personal, puesto que la planta productiva contaba con alrededor de 70 personas, en su mayoría de sexo masculino; también, en actividades de desarrollo de direccionamiento y apoyo a grupos de trabajo en la planta; además de mejorar las competencias propias de un Ingeniero de Procesos; a la vez, permitió ampliar las relaciones interpersonales y conocer las capacidades intelectuales y las actitudes éticas del profesional de la Universidad Mariana.



Figura 2. Certificación Mexichem prácticas profesionales de la estudiante Juliana García Caicedo, Bogotá D.C.

Fuente: Este documento – 2017.

## Conclusiones

La práctica profesional es el inicio de la extensa carrera que todo profesional debe realizar, a través de ésta se logra el desarrollo de múltiples aptitudes y capacidades que van ligadas al crecimiento, tanto académico como ético y personal.

La experiencia vivida en PAVCO- Mexichem por la estudiante Juliana García, es una demostración de cómo se pueden lograr grandes retos, con emprendimiento, persistencia, dedicación y disciplina, saliendo de los límites y buscando siempre un mejoramiento continuo, obteniendo resultados como reconocimiento en empresas de talla internacional, además del crecimiento profesional y personal que esto deja sobre los futuros profesionales.



# Emprendimiento Industrial en Nariño desde la Ingeniería de Procesos

**Javier Mauricio Villota Paz**

**Jaime Darío Quijano Melo**

Ingeniería de Procesos

Universidad Mariana

## Resumen

En la actualidad es realmente un reto crear empresa, sobretodo en una sociedad tan competitiva y con recursos cada vez más limitados; por ello, la Ingeniería de Procesos propone liderar, gestionar y crear empresa desde lo operativo, teniendo en cuenta los distintos factores: económico, financiero, ambiental, técnico y de mercado. En cuanto al emprendimiento industrial del departamento de Nariño, teniendo en cuenta que es una región aislada del centro del país, motivo por el cual en muchos casos, los insumos, materias primas, recursos, entre otros, suben considerablemente sus costos y con esto se afecta la competitividad. Sin embargo, se debe destacar empresas que pese a estas dificultades han logrado romper barreras, crecer y llegar a competir a nivel nacional; en el desarrollo de este escrito se enseñará el caso de Probionar S.A.S, empresa que está en la lucha continua por crecer y posicionarse en el mercado regional y en un futuro destacarse a nivel nacional.

**Palabras clave:** emprendimiento, industria, ingeniería, operativo, Probionar.

## Introducción

En una sociedad cada vez más competitiva es preocupante que el departamento de Nariño se encuentre en una posición por debajo del nivel de competitividad industrial a nivel nacional. Por su parte, la capital “San Juan de Pasto”, centra sus actividades económicas en un gran porcentaje al comercio, este aporta al valor agregado \$ 577,7 miles de millones de pesos corrientes, lo cual equivale a un 14,4% del total; en seguida se encuentran las actividades de hoteles, restaurantes y bares con un aporte de \$ 432,6 miles de millones (10,8%); la administración pública y de defensa \$ 390,5 miles de millones (9,7%); la educación en un cuarto lugar con \$ 375,4 miles de millones (9,4%), y en el caso particular, la industria manufacturera aparece en la sexta posición con un aporte de \$ 339,6 miles de millones lo cual representa un 8,5% (DANE y Banco de la República, 2011).

El sector de la industria manufacturera en el municipio de Pasto, no ocupa una buena posición, no obstante, se debe resaltar que esta es la actividad económica que más valor agregado genera, gracias a los encadenamientos o etapas que supone el proceso de transformación de las materias primas e insumos en bienes finales, ya sea para la inversión o para el consumo (Red de Observatorios Regionales del Mercado de Trabajo [ORMET], 2012). Así mismo, se observa que la mayoría de empresas de tipo industrial se dedican a la transformación de primer nivel, de las cuales se destacan las de productos agrícolas, de estos se deriva la producción de queso, yogur, leche pasteurizada, crema de leche, conservas, mermeladas, postres, dulces, entre otros. En cuanto al sector de la industria química en el municipio se tiene pocos antecedentes, sin embargo, se destaca “Laboratorios OSA”, que inició sus actividades productivas y comercializadoras en la capital nariñense, tiempo después trasladó su planta principal a Yumbo Valle del Cauca (Laboratorios OSA, 2015).

Por otra parte, el mercado de detergentes y cosméticos en la actualidad se encuentra saturado por distintas marcas de empresas multinacionales y nacionales, empresas que en su mayoría son de la misma organización y generan monopolios a nivel mundial, logrando así tener el poder del mercado

y con ello el de los precios. Gracias a estudios ambientales en la historia, se ha logrado identificar los distintos impactos ambientales negativos que estas empresas generan en todo el mundo.

La oportunidad de crear detergentes amigables con el medio ambiente, de fácil adquisición para todo público y que además aporte al desarrollo socioeconómico de la región, ha generado que se fomenta el emprendimiento, creando así la empresa Probionar S.A.S., empresa nariñense que se dedica a fabricar y a comercializar detergentes líquidos, amigables con el medio ambiente; ésta cuenta con el apoyo de entidades, como el SENA, especialmente el Fondo Emprender. En el año 2015 logró acceder a un recurso que suma: \$ 94'242.000, monto que fue aprobado gracias a tres años de arduo trabajo, este esfuerzo se vio reflejado en el año 2014, en el cual se aprobó el proyecto empresarial.

### Desarrollo

La creación de empresa ha sido un tema muy discutido por distintos profesionales, dirigentes y empresarios, convirtiéndose en un tema de bastante discusión y por ende, susceptible a distintas interpretaciones; en el caso de Probionar S.A.S, todo comenzó como un sueño y una motivación continua, lo cual llevó, en el año 2012, a una familia a dejar de trabajar para otros y empezar a construir su propia empresa; encaminada a ser sostenible, que permitiera mejorar su situación económica y que dejara una huella imborrable en la sociedad.

La iniciativa de emprendimiento comenzó con la simple idea de crear productos de aseo para la limpieza del hogar, **más tarde**, con la asesoría de un Ingeniero Químico, se perfeccionaría convirtiéndose en productos de gran efectividad. Tras probar muchas fórmulas y compartir los productos con familiares y amigos, se decidió empezar a fabricar volúmenes más grandes los cuales se pudieran comercializar entre el **círculo social**.

La tarea no fue fácil, ya que existe un mercado saturado, exigente y de mucha competencia, por ello, se debía crear una planta que permitiera estandarizar los procesos, a partir de esto, primero se debía obtener todos los permisos legales para fabricar y comercializar; otro punto clave fue el deseo y la visión de crecer como empresa; por lo que fue necesario buscar distintas fuentes de financiamiento, entre ellas: préstamos con bancos, inversionistas, préstamos con fondos de ahorro, etc.

En consecuencia y por motivación de un familiar que cuenta con un caso exitoso de emprendimiento, se propuso como meta aplicar el proyecto al Fondo Emprender a través del SENA; después de varios años de esfuerzo y tras participar en tres convocatorias, finalmente, en el año 2014 se recibió la noticia que el proyecto fue aprobado, contando con una inversión de \$ 94'248.000 COP; de esta manera nació el Proyecto PROBIONAR S.A.S. (Productos Biodegradables de Nariño).

Algunos de los principales motivos para que el proyecto fuera aprobado, consistieron en: mostrar una idea innovadora, evidenciar productos de alto rendimiento y que sean amigables con el medio ambiente en todo su ciclo de vida. Asimismo, se tuvo en cuenta un equipo multidisciplinario, que se encargó de sustentar el proyecto ante los jurados, quienes argumentaron que la empresa podía cubrir los distintos campos de direccionamiento; dentro de este grupo es importante mencionar a Ana Carolina Villota, quien aplicó como emprendedora frente al Fondo Emprender, cuenta con un título de Diseñadora Gráfica y Multimedia; se encarga de la gerencia y administración de la empresa (PROBIONAR S.A.S.), así como también de la imagen, creación del logo, eslogan, diseño de etiquetas, catálogos, mercadeo y publicidad. En cuanto a la parte financiera, se encuentra el señor Luis Alfredo Villota, Contador Público, quien cuenta con 33 años de experiencia en el manejo de: contratación, contabilidad de costos, inventarios, constitución de empresa, pago de impuestos, entre otras competencias. Por el lado de la fabricación está la señora Carmen Liliana Paz, quien se convirtió en la

concedora de fórmulas, ella es quien fabrica los productos que se desea comercializar, además de esto, ayuda en la parte de ventas, compras, cuentas y otros quehaceres que la empresa requiere.

Por su parte, Javier Mauricio Villota Paz, egresado del programa de Ingeniería de Procesos (ver Figura 1), que desde primer semestre logró aplicar todas las competencias adquiridas en favor de la empresa (PROBIONAR S.A.S.); de esta manera, se han visto realizado distintos “sueños”, inspirados en diseños, ideas, prototipos recreados en la imaginación; un ejemplo claro de esto es la creación de la planta de producción, el diseño del proceso y de los productos, el control de calidad, la logística industrial, creación de manuales, control de la producción, planes de manejo ambiental, entre otros.



Figura 1: Javier Mauricio Villota Paz, Cofundador Probionar S.A.S.

Fuente: Este documento – 2017.

A partir de agosto de 2015, Fondo Emprender empezó su proceso de evaluación y con ello se recibió el presupuesto asignado al proyecto para poder iniciar con lo que respecta a procesos de almacenamiento, operación, etc., teniendo en cuenta todos los procesos que se requerían para la puesta en marcha del proyecto fue necesario disponer de un lugar para realizar dichas actividades; por lo cual, se buscó un área cercana donde se pudiera trabajar bajo la normatividad legal vigente.

Después de varias solicitudes para el acondicionamiento de un lugar en el municipio de Pasto y tras encontrar puertas cerradas, se tomó la decisión de trasladar la idea del proyecto al municipio de Buesaco, donde se empezó a tramitar todos los permisos con la Alcaldía del municipio en mención; al obtener una respuesta positiva, gracias a la colaboración de manos amigas, se comenzó a construir la planta de producción, exactamente en la vereda El Palmar, ubicada a solo 15 kilómetros de la capital nariñense.

La creación de la planta de producción fue una tarea ardua, esta labor a cargo de Carmen Liliana Paz, duro 9 meses, tiempo en el cual cada vez se hacía más complicado buscar recursos para culminar la obra, pero gracias a distintos esfuerzos y a la colaboración de familiares y amigos, la construcción se finalizó en el mes de diciembre de 2015 (ver Figura 2). Al mismo tiempo, el manejo de la plataforma del Fondo Emprender, las interventorías, rendición de cuentas, estuvieron a cargo de Ana Carolina Villota y Javier Mauricio Villota Paz, además de hacer efectivo lo presupuestado; por lo anterior,

en el mes de febrero de 2016, la empresa estuvo lista para recibir la visita del Instituto Nacional de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).



*Figura 2.* Planta producción El Palmar, Probionar S.A.S.

Fuente: Este documento, 2017.

Esta visita era de suma importancia para el funcionamiento de la empresa, por ello, es necesario recalcar que desde el proceso de formación universitaria como futuros Ingenieros de Procesos, la universidad prepara para asumir este tipo de visitas, además de manejar toda la normatividad que exigen los funcionarios para poder recibir su aprobación; no obstante, los manuales, la revisión de los términos legales, las capacitaciones, fueron temas inquietantes, pero gracias a la formación recibida y a la asesoría permanente de distintos profesionales se logró conseguir la aprobación del INVIMA y con ello la capacidad de producción de la planta.

Hay que mencionar, también que después de realizar la investigación, la asesoría, el trabajo, continuo, varias correcciones y tras dos meses de arduas labores, se logró recibir las Notificaciones Sanitarias Obligatorias, las cuales dieron luz verde para fabricar y comercializar 8 de nuestros productos a nivel nacional. De esta manera, para el mes de mayo se contrató 2 vendedores de tiempo completo, 3 vendedores de medio tiempo y por comisiones, además de las contrataciones de distribuidores, jefe de producción, operarios y una Ingeniera Química (MSc. Ángela Sofía Parra) como directora técnica; esto demuestra la generación de alrededor 10 empleos en un primer año de funcionamiento.

Otra gran labor que se debía cumplir, fue dar a conocer este proyecto a estudiantes de escuelas, colegios, universidades, institutos, establecimientos y empresas, lo cual permitió llegar a muchos lugares, entre ellos las universidades más grandes de la región donde se realizaron varias charlas motivacionales; a raíz de esto y gracias a la unidad de emprendimiento y al programa de Ingeniería de Procesos de la Universidad Mariana, se recibió la invitación para participar en el Segundo Campamento de Emprendimiento e Innovación Social, en calidad de ponentes y mentores; este evento se llevó a cabo en el mes de abril, en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi – Ecuador. (Ver Figura 3).



Figura 3. Ponentes participantes frente a 2.500 espectadores, Coliseo UPEC.

Fuente: Este documento, 2017.

El Campamento fue una experiencia enriquecedora, ya que se contó con la presencia de profesionales exitosos en temas de emprendimiento e innovación de países, como: Chile, España, Venezuela, Colombia y Ecuador. Asimismo, el evento permitió que el proyecto fuera asesorado por los demás ponentes y que más de 2.500 asistentes conocieran acerca de él. También es importante señalar que el Campamento fue significativo, ya que un grupo que contó con nuestra asesoría ocupó el segundo lugar como mejor idea innovadora.

Por otra parte, cabe mencionar que se han recibido varias visitas a la planta de producción, entre ellas: familiares, amigos, docentes del programa de Ingeniería de procesos, funcionarios del SENA, estudiantes de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra-Ecuador). Por lo anterior, la empresa ProbioNar S.A.S en la actualidad ha logrado el calificativo de condonación frente a los recursos aprobados, lo cual es un motivo para seguir trabajando arduamente por el crecimiento empresarial, buscando nuevos mercados y continuando con las distintas alianzas institucionales y empresariales.

### Conclusiones

El crear empresa es una actividad compleja, que requiere de dedicación, de trabajo permanente y principalmente de una gran motivación; también es importante tener presente el verdadero valor del trabajo en equipo, ya que éste es primordial para alcanzar las metas propuestas y crecer cada día más.

La invitación es a crear empresa y a creer en sí mismos, salir de la zona de confort para empezar a aportar al desarrollo socioeconómico de la región. Estudiar una carrera profesional debe ser puente para construir un mejor mañana.

### Referencias

Alcaldía Municipal de Pasto. (2016). Plan de desarrollo municipal "Pasto educado constructores de Paz". Recuperado de file:///C:/Users/UMARIANA/Downloads/acuerdo\_012\_plan\_de\_desarrollo\_2016\_2019%20(1).pdf

DANE y Banco de la República. (2011). *ICER Informe de Coyuntura Económica Departamento de Nariño 2010*. Recuperado de [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/icer\\_nar\\_2010.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/icer_nar_2010.pdf)

Laboratorios OSA. (2015). *Historia*. Recuperado de <http://laboratoriososa.com.co/quienes-somos/>

Red de Observatorios Regionales del Mercado de Trabajo – ORMET. (2012). *Diagnóstico socioeconómico y del mercado de trabajo Ciudad de Pasto*. San Juan de Pasto, Nariño: Editorial Universitaria.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Inigualable experiencia en México

**Diana Sofía Segovia Arévalo**  
**José Faruk Rojas Navarro**  
Programa de Ingeniería de Procesos  
Universidad Mariana

## Resumen

La experiencia sobre el Verano de la Ciencia en el Estado de San Luis de Potosí en México fue enriquecedora; todo comenzó con la inscripción para optar por una beca, donde se tiene en cuenta el promedio del estudiante y el interés por la investigación. De esta manera, se logró ganar la beca para formular y ejecutar el proyecto denominado “Aprovechamiento de aguas residuales tratadas para la implementación en elementos de concreto”, en el país de México. Esta práctica o experiencia fue reconfortante y muy gratificante, ya que permite un crecimiento personal y profesional, aunque, viajar a otro país no siempre resulta fácil, acercarse a otra cultura, intercambiar conocimientos y saberes son alicientes para sobrellevar la distancia. Una vez en México, por un periodo de siete semanas, se compartió hostel con 10 estudiantes de diferentes Estados de México, esto gracias a la Universidad Mariana y a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

**Palabras clave:** beca, experiencia, México, Verano de la Ciencia.

## Introducción

Para acceder a la beca del Verano de la Ciencia, la cual consistía en formular y ejecutar un proyecto, se tuvo la posibilidad de aplicar a seis tipos de proyectos; gracias al esfuerzo y dedicación logre obtener la beca en la ciudad de Rioverde, en el Estado de San Luis Potosí. El recibimiento al llegar a este país fue muy acogedor, los mexicanos son personas atentas y no existe por parte de ellos ningún tipo de discriminación. En cuanto al proyecto para el cual fui seleccionada, tuvo como título “Aprovechamiento de aguas residuales tratadas para la implementación en elementos de concreto”, en este proyecto se trabajó en conjunto con estudiantes de Ingeniería Civil de semestres avanzados, quienes de la manera más atenta aportaron y explicaron sobre las temáticas que desconocía; desde la formación académica de la Ingeniería de Procesos aporté al proyecto sobre temas de: producción, ejecución de proyectos, calidad, química y demás competencias relacionadas directamente con la carrera en cuestión.

A nivel personal, el apoyo fue incondicional por parte de los compañeros del hostel, 10 mexicanos de diferentes Estados del país, quienes me permitieron conocerlos de cerca, destacándose por su amabilidad, respondiendo de la mejor manera a los múltiples interrogantes acerca de su cultura, idiosincrasia, gastronomía, etc., gracias a esto puedo afirmar que se crearon realmente lasos de amistad.

## Desarrollo

La experiencia comenzó al inscribirme para ganar la beca del Verano de la Ciencia en San Luis Potosí (México), este proceso fue un largo y complejo, en el cual se tuvo en cuenta mi promedio académico (Diana Segovia Arévalo) y mi interés por la investigación. Tras recibir la carta de aceptación de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, un sinfín de emociones y sentimientos me embargaron, amigos y familiares manifestaron su apoyo y felicitaciones, ya que esto es la recompensa por mi esfuerzo al mantener un excelente promedio desde la entrada a la universidad.



Figura 1. Diana S. Segovia Arévalo en la UASLP - Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, Rioverde, San Luis Potosí, México.

Fuente: Este documento, 2017.

El día 3 de junio de 2017, empezó esta travesía, tres días largos, durmiendo donde se podía, abordando diferentes aviones, donde el cansancio por momentos quería ganar la batalla, pero finalmente, se logró llegar al destino, junto con cuatro compañeras, una de ellas de la misma carrera de Ingeniería de Procesos, las otras compañeras de diferentes programas Contaduría, Enfermería y Derecho. Al bajar del avión (desde Panamá hasta Ciudad de México), muchas emociones me embargaron y lo único que me venía a la mente era la infinidad de cosas y cultura que se iba a aprender.

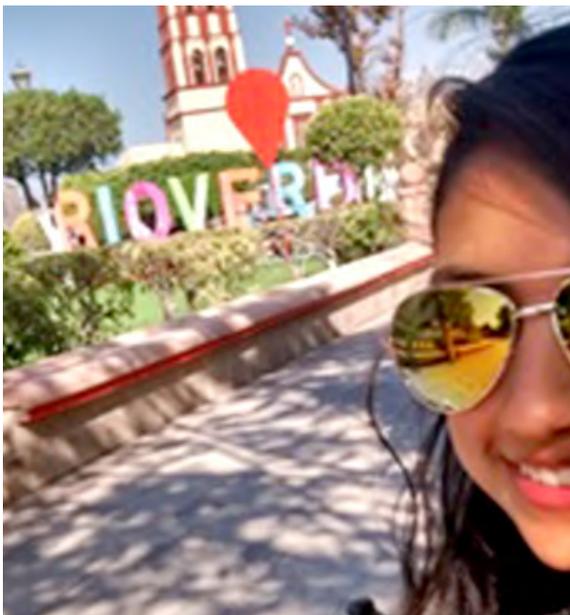


Figura 2. Diana S. Segovia Arévalo en la plaza principal de Rioverde, San Luis Potosí, México.

Fuente: este documento – 2017.

El recibimiento en Rioverde, San Luis Potosí, donde estaría las 6 semanas del programa fue grandioso, la acogida y la forma en que reciben al extranjero fueron perfectas. En ocasiones el pensamiento que se tiene sobre otra cultura u otro país es completamente diferente cuando ya se tiene contacto o se vive la experiencia. Al principio es difícil, todo cambio implica sacrificios, separarse de la familia y amigos no es fácil, y tan solo comunicarse por llamadas o chat no es lo mismo, sin embargo, el calor y cariño por parte de los mexicanos fue el aliciente para continuar, ya que ellos siempre tratan de ayudarte, de hacerte sentir en casa, realmente se hacen amigos verdaderos.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí - Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, se preocupó desde el primer momento por mi bienestar (Diana Segovia); asimismo, en los laboratorios donde tuve la oportunidad de trabajar, me acogieron como una estudiante más, otorgándome **múltiples** beneficios. Por otra parte, está el proyecto para el cual fui seleccionada, ya que la beca concretamente trataba de la investigación y gestión de un proyecto en específico: “aprovechamiento de aguas residuales tratadas para la implementación en elementos de concreto”; aunque el proyecto estaba apoyado por el programa de Ingeniería Civil, logre aportar algunos conocimientos sobre química, calidad, producción y demás **áreas que tienen que ver con la Ingeniería de Procesos. Dentro de este proceso, se incursiono** sobre otros temas que evidenciaron fácilmente como el rol del Ingeniero de Procesos puede solventar sin dificultad.



Figura 3. Diana S. Segovia Arévalo en la presentación del proyecto. Rioverde, San Luis Potosí, México.

Fuente: Este documento, 2017.

Al presentar los avances del proyecto, recibí por parte de los Peritos, quienes tienen un amplio conocimiento en el tema, y por parte de Ingenieros Civiles muchos comentarios positivos; las felicitaciones por parte de ellos fueron muy gratificantes, ya que llegue con conocimientos mínimos acerca del proyecto, pero en poco tiempo logré aprender todo lo relacionado a éste, generando en mi satisfacción personal y profesional.

A parte de la experiencia académica, también es importante mencionar la experiencia personal; llegué a un hostel donde se compartió estadía con 11 personas, yo era la única persona internacional y las demás de diferentes Estados de México, en los tiempos libres o horas de comida, podíamos compartir e intercambiar conocimientos, además de conocer su forma de pensar, de ser, su cultura, en fin, muchas cosas que ayudan al crecimiento personal, evidenciar algunos errores y a crear verdaderos lazos de amistad, sobre todo cuando se conoce personas extraordinarias.



Figura 4. Diana S. Segovia Arévalo junto con las 10 personas que se hospedaron en el mismo lugar. San Luis Potosí, México.

Fuente: Este documento, 2017.

Sin lugar a dudas lo mejor de esta experiencia, aparte del crecimiento intelectual y el acercamiento a otra cultura, fue conocer personas maravillosas con quienes compartí momentos únicos e inolvidables, solo quedan palabras de agradecimiento, por tanto cariño, por enseñarme y compartir todos sus conocimientos y saberes. También, es importante recalcar el papel de

la Doctora María Concepción Vásquez, persona encargada de la dirección del proyecto, ya que fue comprensiva, paciente y una excelente profesora, de la misma manera a los estudiantes de Ingeniería Civil, quienes me ayudaron incondicionalmente en las prácticas de laboratorio, compartiendo sus conocimientos y experiencias.



Figura 5. Diana S. Segovia Arévalo, Anahí Coronado y Mariana Moreno en San Luis Potosí. Amigas de Hermosillo, Sonora, México.

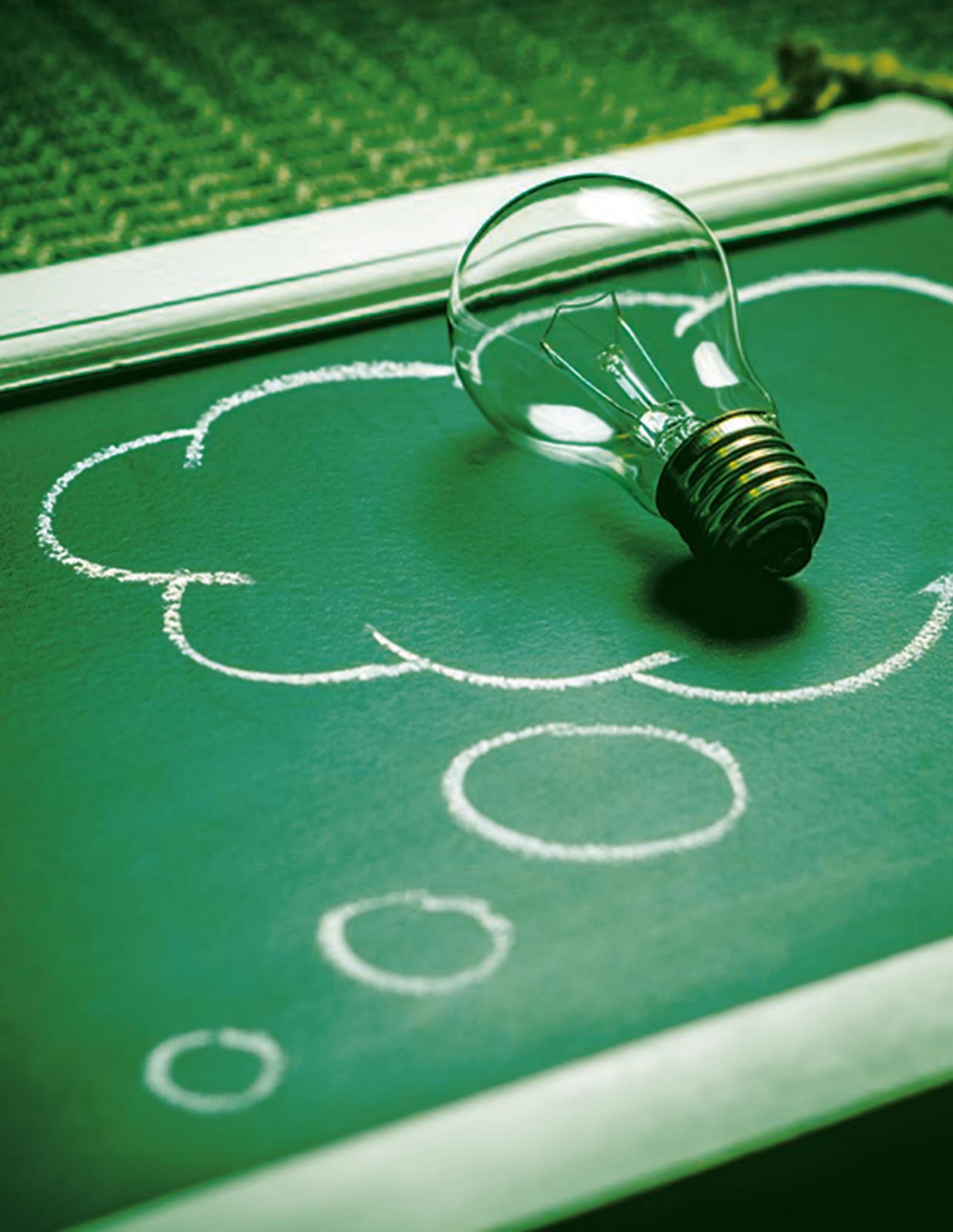
Fuente: Este documento, 2017.

Este tipo de experiencias permiten el intercambio de conocimiento entre culturas, donde los colombianos tenemos mucho que enseñar y mucho que aprender; de manera personal recomiendo estos programas porque permiten un crecimiento personal y profesional, donde se premia con becas el buen desempeño académico, becas que sin lugar a dudas sirve como medio para alcanzar las metas propuestas. Con respecto a la formación humana y humanística propia de la Universidad Mariana, ésta facilita la convivencia en otras latitudes, convirtiéndose en una impronta que evidencia el cumplimiento de la misión institucional.

## Conclusión

Este tipo de experiencias permiten al estudiante crecer personal y profesionalmente, al estar en otro país, con otra cultura, otras situaciones se aprenden de cierta manera a ser independientes y mucho más responsables.

Ganarse este tipo de becas no es una tarea fácil, requiere de esfuerzo y pasión por la investigación, por ello, se recomienda a los docentes y demás administrativos divulgar este tipo de oportunidades a estudiantes de primeros semestres, para que se motiven y generen desarrollo social y económico, además de amor por su carrera.



# Innova la U, desde la interdisciplinariedad formando futuros empresarios

Ángela Sofía Parra Paz  
Jaime Darío Quijano Melo  
Ingeniería de Procesos  
Universidad Mariana

## Resumen

Con el fin de participar con la realización de eventos de divulgación académico y cultural en la Universidad Mariana, se desarrolló un proyecto denominado “Innova la U”, el cual surge como iniciativa del programa de Ingeniería de Procesos y el programa de Mercadeo por Ciclos Propedéuticos. El objetivo es fomentar el trabajo interdisciplinar de los estudiantes que hacen parte de estos programas mediante el diseño y creación de productos innovadores con una acertada identidad corporativa y la aplicación de estrategias de *marketing* que permitan un desarrollo comercial del producto desarrollado. Este proyecto se realiza cada semestre académico en cuatro etapas principalmente: 1. Ideación, 2. Trabajo en equipo, 3. Desarrollo de trabajo interdisciplinar, y 4. Divulgación de los resultados con sectores productivos y académicos. Hasta la fecha se han realizado dos eventos de Innova la U, con la participación de 21 proyectos interdisciplinarios, que tuvieron gran acogida por parte de la población académica y empresarial. Con esto se logró propiciar un acercamiento entre estudiantes y empresarios, permitiendo así, que los estudiantes recibieran valiosa retroalimentación de sus ideas de negocio. Adicionalmente, la mayoría de estos proyectos tuvieron ventas e intenciones de compra, lo cual es una gran motivación para los estudiantes, fortaleciendo su formación desde el ser, hacer y saber.

**Palabras clave:** diseño de productos, eventos de divulgación, ideas de negocio, innovación, Innova la U interdisciplinariedad, proyección social.

## Introducción

Las actividades de proyección social o extensión tienen como propósito el desarrollo de procesos continuos de interacción e integración con los agentes sociales, gubernamentales, productivos y comunitarios, con el fin de aportar en la solución de sus principales problemas, a participar en los requerimientos del sector productivo, entre otros (Ministerio de Educación Nacional, 2007). En ese sentido, la interdisciplinariedad es una herramienta indispensable en la solución de dichas problemáticas del entorno, las cuales requieren de la intervención de diversas disciplinas. Este tipo de acciones no sólo se pueden dar a nivel profesional, sino también a nivel educativo, donde la aplicación de la interdisciplinariedad permite que los estudiantes conciban el mundo de una manera más global y holística, lo cual hace posible que se formen desde el saber, hacer y ser; resolviendo problemas desde lo procedimental y actitudinal (Díaz, Anacona y Marín, 2014). Por ello, los centros educativos, como el caso de la Universidad Mariana, dentro de sus políticas, quiere favorecer la interdisciplinariedad desde el quehacer profesional, con la estructuración y ejecución de proyectos interdisciplinarios de investigación aplicada, así como también, fortalecer la capacidad de emprendimiento y empleabilidad en los educandos (Universidad Mariana, Unidad Académica de Proyección Social, 2016).

El programa de Ingeniería de Procesos de la Universidad Mariana no ha sido ajeno a esta política, por ello, tiene claro que el compromiso social del estudiante empieza en su entorno más cercano, como

es la propia universidad, y que se amplía a sectores de la comunidad, como: empresas industriales, micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), juntas de acción comunal, fundaciones, organizaciones no gubernamentales, alcaldías municipales y otras instituciones del sector público, que requieran la intervención en problemas, cuyas soluciones, generalmente, sean de carácter interdisciplinario y sobre las cuales se pone en práctica los conocimientos construidos a lo largo de los diez periodos académicos del programa (Universidad Mariana, Ingeniería de Procesos [IDEP], 2016). Algunos de los mecanismos empleados en este programa académico para lograrlo, lo constituyen la formulación y desarrollo de proyectos integradores y proyectos profesoriales para la resolución de problemáticas locales y regionales, los cuales se fundamentan en dos ejes: el diseño de procesos que incluye no sólo nuevos procesos, sino el mejoramiento de aquellos que ya existen en el entorno y el diseño de productos incluyendo los nuevos y el mejoramiento en aspectos de calidad, conservación y empaque de productos que ya existen en el mercado (Universidad Mariana, IDEP, 2016).

Por lo anterior, se vienen implementando en el programa algunas estrategias, como la búsqueda de espacios para la promoción, divulgación, circulación y comunicación del conocimiento, por ejemplo, la realización de la primera Expoferia de Ingeniería de Procesos (Diario del Sur, 2016), en la cual se dieron a conocer los proyectos estudiantiles desarrollados como parte de la asignatura de Diseño de Productos, impartida a estudiantes de octavo semestre. En ella, los estudiantes parten de la identificación de un problema o necesidad de su entorno con el fin de elaborar productos innovadores, pasando por la definición de las especificaciones técnicas, el desarrollo del proceso de producción hasta la relación con los clientes. De esta experiencia y dada la gran acogida del evento, ya que los estudiantes desarrollaron productos sobresalientes, muchos de ellos con potencial para convertirse en empresa, es necesario emplear estrategias de *marketing* y publicidad como herramientas indispensables para aumentar el potencial de los productos y mejorar el acercamiento con los clientes. Por estas razones se estableció una alianza con el programa de Mercadeo con el fin de fortalecer este componente, así como también el componente técnico de diseño de productos en ambas disciplinas.

En respuesta a lo anterior, en el mes de febrero de 2016, se consolidó el proyecto interdisciplinar con el nombre de “Innova la U”, contando con la participación de docentes de los dos programas, logrando así integrar seis materias a saber: Diseño de Productos, Logística Industrial, Innovación de Producto, Publicidad, *Marketing* Internacional y Logística y DFI, vinculando de esta manera a estudiantes de octavo semestre de Ingeniería de Procesos y estudiantes de sexto semestre de Mercadeo. Posteriormente, al desarrollo de espacios de integración, al trabajo en equipo, desarrollo de creatividad, manejo del proceso interdisciplinario, los equipos de trabajo que se conforman visualizan los resultados y los comparten con los sectores productivos y académicos en un evento donde los estudiantes exponen el resultado de este proceso, el cual lleva dos versiones hasta la fecha; la primera versión se llevó a cabo el 26 de mayo de 2016 en la Cámara de Comercio de Pasto y la segunda versión el 17 de noviembre de 2016 en MiCITio, eventos que contaron con la presencia de jurados evaluadores externos altamente calificados para el propósito y pertenecientes a diversas disciplinas. Las dos versiones culminaron de forma exitosa, recibiendo muy buenos comentarios por parte de los jurados evaluadores y demás asistentes, por tanto, la puerta queda abierta para continuar con el proyecto los próximos semestres, haciendo hincapié en la necesidad de impulsar procesos interdisciplinarios en la región, demostrando que este tipo de iniciativas contribuyen a la formación integral del educando.

## Desarrollo

Innova la U tiene como objetivo aplicar lo interdisciplinar en el quehacer académico, potencializando las competencias individuales y colectivas del educando, y permitiendo romper las barreras entre la

teoría y práctica, estos aspectos se visualizan a través del desarrollo de productos innovadores o de valor agregado, pero para lograr esto se requiere de una serie de etapas, las cuales necesitan del trabajo de docentes y educandos, tanto individual como conjuntamente, tal como se detallan a continuación:

### Planificación previa

Antes de dar a conocer a los estudiantes el proceso de Innova la U, los docentes involucrados se reúnen en la semana de planificación de cada semestre con el fin de establecer los criterios de evaluación, proponer las fechas y actividades a realizarse, así como también definir aspectos logísticos del evento de divulgación al final del semestre.

Como producto se obtiene un cronograma de actividades, documentos, como: **rúbricas, presentaciones, entre otros**, y tareas asignadas a cada docente. Adicionalmente se abre un espacio en Google Classroom para favorecer la comunicación entre docente-educandos (Ver Figura 1).

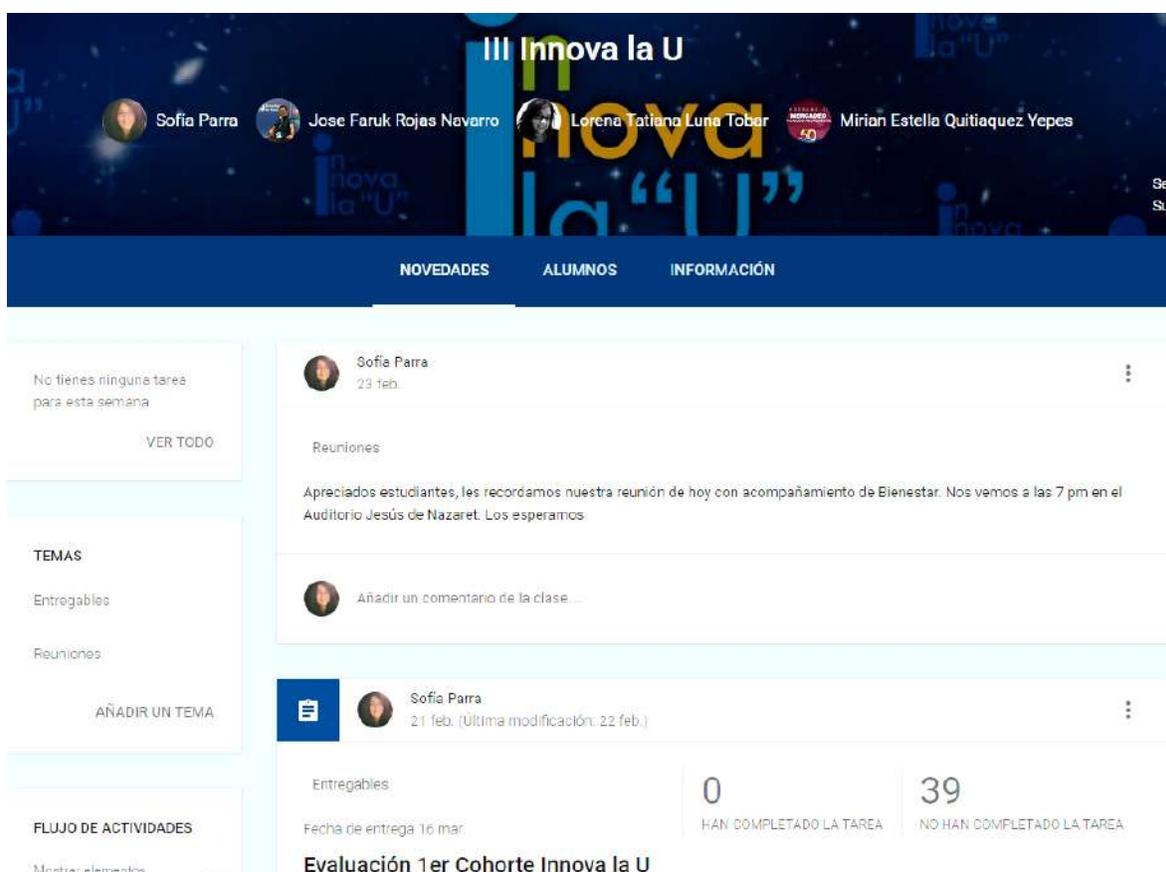


Figura 1. Uso de la plataforma Google Classroom para la comunicación docentes-educandos.

Fuente: Este documento, 2017.

### Ideación

En esta etapa los estudiantes deben identificar e investigar un problema o necesidad insatisfecha en su entorno, posteriormente, proponer ideas para dar solución a dichos requerimientos. Una vez los estudiantes tienen una idea de lo que quieren realizar se abre un espacio para que los estudiantes de los dos programas académicos en cuestión se reúnan y expongan sus ideas (ver Figura 2). La

exposición se hace de tipo Elevator Pitch (O’Leary, 2008) usando como herramienta la metodología de Lean Canvas (Maurya, 2012), donde presentan el problema, la solución, las propuestas de valor y el cliente potencial. Cabe resaltar que esto lo realizan en su mayoría los estudiantes de Ingeniería de Procesos, puesto que en la materia de Diseño de Productos es un paso obligatorio para cumplir con las competencias del microcurrículo, mientras que para los estudiantes de Mercadeo no lo es, sin embargo, no se deja de lado que ellos también pueden generar ideas.



Figura 2. Ideación, exposición de educandos de Ingeniería de Procesos del semestre A, 2017.

Fuente: Este documento, 2017.

Después de la socialización de las ideas, los estudiantes de Mercadeo deciden cuál proyecto de Ingeniería apoyar, en el caso de que haya dos o más grupos interesados en un solo proyecto se hace un desempate mediante la presentación de propuestas de los estudiantes de Mercadeo. Posteriormente se conforman los equipos de trabajo interdisciplinar y se hace conocer a los estudiantes los compromisos comunes y de cada disciplina en particular; como evidencia de lo pactado y compromisos adquiridos quedan las firmas de cada integrante de los grupos conformados en un acta de compromiso. También se les hace conocer y firmar un acta de propiedad intelectual con el fin de evitar posibles roces entre ellos.

### **Integración**

Se organizan al menos dos actividades de integración en el semestre con los estudiantes de Ingeniería de Procesos y Mercadeo para que se conozcan mejor, entiendan la razón del trabajo interdisciplinar y de esta manera se fortalezca el trabajo en equipo, esto se hace mediante lúdicas organizadas por Bienestar Universitario. (Ver Figura 3).



Figura 3. Reunión de integración y trabajo en equipo.

Fuente: Este documento, 2017.

### Desarrollo de trabajo interdisciplinar

Una vez que los equipos de trabajo se han conformado los estudiantes deben programar reuniones extracurriculares con el fin de cumplir con las actividades que son asignadas por los docentes, por ejemplo, un docente de Ingeniería de Procesos les deja una actividad para lograr alguna o algunas de las competencias del microrrúnculo del espacio académico que le corresponde, esta actividad la deben realizar los estudiantes de forma interdisciplinar, así los estudiantes de Mercadeo no tengan mucho conocimiento del tema y viceversa. Esto se hace con el fin de fortalecer las competencias de una disciplina a otra, para que al final el equipo de trabajo tenga conocimiento de todo el proceso y no se vean trabajos separados. Estas actividades se desarrollan durante todo el semestre, cuyos entregables son trabajos escritos, presentaciones, entre otros. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplo de entregables por cada equipo interdisciplinar.

Momento académico	Actividad/es
Durante primer cohorte	Segmentación de cliente: Realización de entrevistas y encuestas
	Segmentación de cliente: Tamaño del mercado
	Especificaciones iniciales de diseño: Establecer las características medibles que debe tener el mínimo producto viable de cada equipo
	Otras actividades

Evaluación de primer cohorte	Presentación de Lean Canvas que contiene el problema, solución, segmento de clientes propuestas de valor, canales y competencia
Durante segundo cohorte	Diagrama de procesos
	Evaluación de las especificaciones de diseño: Validar con pruebas de mercado y de concepto las especificaciones iniciales
	Imagen corporativa
	Otras actividades
Evaluación de segundo cohorte	Presentación del primer prototipo o mínimo producto viable
Durante Tercer cohorte	Validación de mercado y de concepto del prototipo
	Publicidad: Marca
	Diseño detallado
	Elevator Pitch
	Otras actividades
Evaluación de tercer cohorte	Presentación del producto final en evento de Innova la U

### **Divulgación de resultados**

Antes de que los estudiantes continúen en el proceso de divulgación de resultados con la comunidad externa, se hace una presentación tipo Elevator Pitch en la que los docentes de Ingeniería y de Mercadeo hacen las veces de jurado; esto se hace como ejercicio de simulación para que los estudiantes se preparen antes de ir al evento. Al finalizar este proceso los docentes evalúan criterios conjuntos y se da una puntuación a cada equipo interdisciplinar. Aquellos equipos que no sobrepasan el puntaje mínimo, no continúan en el evento de divulgación, los equipos que tienen o sobrepasan el puntaje mínimo deben prepararse para el evento final (ver Figura 4), que se realiza generalmente en un lugar abierto al público, donde hay confluencia de empresarios y de comunidad en general. El evento generalmente dura alrededor de 5 horas y se planifica en horas de la tarde-noche para favorecer la asistencia de empresarios.



Figura 4. Participantes de la primera (a) y segunda versión (b) de Innova la U.

Fuente: Este documento, 2017.

En la Tabla 2 se observa un ejemplo de cronograma de un evento tipo Innova la U.

Tabla 2. Programación del día, tomando como ejemplo del segundo evento de Innova la U.

Programación del día	Hora
1. Organización del Stand	3:30 pm – 4:45 pm
2. Palabras de apertura a cargo de un docente de Innova la U o de un representante del lugar donde se realiza el evento	5:00 pm – 5:15 pm
3. Exposición de proyectos	5:15 pm – 8:30 pm
4. Refrigerio	8:30 pm – 8:45 pm
5. Palabras de cierre a cargo de un docente de Innova la U	8:45 pm – 9:00 pm
6. Marcha final	9:00 pm

Durante la exposición de proyectos asisten jurados evaluadores expertos en cada proyecto particular, a quienes se les da un formato de evaluación, el cual será utilizado para la retroalimentación de los proyectos y como insumo de la nota final de cada materia involucrada. Adicionalmente en cada stand se ubican listados de asistencia para hacer un seguimiento de las personas que acuden al evento.

## Retroalimentación

Los docentes organizan después del evento un espacio para la socialización de los resultados de los jurados evaluadores y se hace un reconocimiento a los mejores proyectos en tres categorías: mejor producto innovador, mejor trabajo en equipo y mejor identidad visual corporativa. El reconocimiento se hace a través de certificados (ver Figura 5). Posteriormente se les pide a los estudiantes que compartan sugerencias y/o recomendaciones para el avance del programa en forma anónima. Finalmente se hacen unas palabras de agradecimiento y reflexión por parte de los docentes organizadores.



Figura 5. Entrega de reconocimientos.

Fuente: Este documento, 2017.

## Conclusiones

La resolución de problemas desde el punto de vista interdisciplinar favorece la formación integral de los educandos, desde el saber-ser, saber-hacer y saber-saber, fortaleciendo en ellos una visión más global del entorno, lo cual les permite aportar sus conocimientos en la cotidianidad.

Esta experiencia de trabajo interdisciplinar deja grandes enseñanzas para los docentes y estudiantes involucrados, por parte de los docentes se logró consolidar un buen trabajo en equipo, en cuanto a la organización y planeación de las actividades; por su parte, los estudiantes recibieron retroalimentación muy valiosa de los jurados para mejorar sus proyectos, quedando satisfechos por el trabajo interdisciplinar realizado y afirmando que esta experiencia fue de gran aprendizaje para su desarrollo personal y profesional.

Adicionalmente, de los resultados de los dos procesos de Innova la U, es posible concluir que es un espacio que permite el desarrollo de capacidades de emprendimiento y de generación de futuras empresas, ya que muchos de los proyectos que se presentan en el evento resultan con ventas o intenciones de compra, lo cual hace que el educando se motive a darle continuidad a su idea de negocio.

Estos espacios donde se hace una vinculación de la comunidad con los saberes universitarios, son muy importantes y de gran relevancia en los indicadores de Proyección Social de la universidad, donde se hace necesaria la interdisciplinariedad, puesto que desde el objeto disciplinar de cada profesión se aporta al desarrollo de soluciones a problemáticas locales, necesarias para el crecimiento empresarial y desarrollo de la región.

### Referencias

Díaz, C., Anacona, A. y Marín H. (2014). *La interdisciplinariedad a través de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física* (proyecto de investigación). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/641/1/2014%20-%20La%20interdisciplinariedad.pdf>

Maurya, A. (2012). *Running Lean: Iterate from plan A to a plan that works*. Estados Unidos: O'Reilly Media, Inc.

Ministerio de Educación Nacional – MEN. (2007). *Glosario de la Educación Superior*. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-213912\\_glosario.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-213912_glosario.pdf)

O'Leary, C. (2008). *Elevator Pitch Essentials: How to create an effective elevator pitch*. Washington: The Limb Press.

Proyectan Expoferia de Ingeniería de Procesos. (15 de febrero de 2016). *Diario del Sur*. Recuperado de <http://diariodelsur.com.co/noticias/local/proyectan-expoferia-de-ingenieria-de-procesos-186769>

Universidad Mariana, Ingeniería de Procesos – IDEP. (2016). *Documento Maestro para renovación de Registro Calificado*. San Juan de Pasto.

Universidad Mariana, Unidad Académica de Proyección Social – UAPS. (2016). *Lineamientos de Proyección Social o Extensión*. San Juan de Pasto: Editorial UNIMAR. Recuperado de <http://www.umariana.edu.co/docinstitucionales/lineamientos-proyeccion-soialUNIMAR.pdf>



# La argumentación como herramienta epistémica para la enseñanza de la biología

**Carlos Pantoja Agreda**

Programa de Ingeniería de Procesos  
Universidad Mariana

**Zulma Estela Muñoz Burbano**

Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental  
Universidad de Nariño

## Resumen

El presente escrito presenta la fase inicial del proyecto de investigación que asume: la argumentación como herramienta epistémica para la enseñanza de la Biología, en la Facultad de Educación de la Universidad de Nariño. Se parte del reconocimiento de un contexto donde existen prácticas repetitivas de contenidos declarativos, que en el mejor de los casos se enfoca el aprendizaje en experiencias poco contextualizadas y productivas. De esta manera, se plantea como objetivo el diseño de una propuesta metodológica que desarrolle la argumentación como herramienta epistémica, dentro de un paradigma cualitativo. Para ello, se utilizan como técnicas e instrumentos para la recolección de información la observación estructurada y las entrevistas semiestructuradas. En cuanto al marco teórico se desarrolla la conceptualización sobre argumentación, enseñanza de la biología y herramienta epistémica. Finalmente, se transcriben algunas conclusiones las cuales son el fruto de una primera fase del proyecto investigativo, describiendo la actitud pasiva por parte de los estudiantes frente al aprendizaje de la biología.

**Palabras clave:** argumentación, biología, herramienta epistémica.

## Introducción

En forma tradicional, el aprendizaje de las Ciencias Naturales, y en especial, el de la Biología, se ha circunscrito dentro del ámbito de lo experimental, seguido de un trabajo formativo basado en la explicación de los contenidos de los programas curriculares; situación que no sólo ha llevado a limitar el desarrollo y fortalecimiento de competencias y capacidades de tipo analítico, interpretativo y argumentativo, sino también, ha restringido el pensamiento crítico de los educandos.

El trabajo investigativo que se desarrolla en la Facultad de Educación de la Universidad de Nariño con estudiantes que se forman para ser maestros de ciencias naturales en educación básica, se proyecta como referente de trabajo para los futuros licenciados, quienes deben aprender, entre otras construcciones mentales a recrear y relacionar distintos aspectos propios de la didáctica con el saber específico de la biología. Esta situación antes descrita, conlleva una doble vía de impacto generado por la investigación: por un lado, motivar una enseñanza y un aprendizaje de la Biología distintos a las prácticas tradicionales en el campo universitario, un proceso dialógico que responda a las exigencias de la sociedad actual y que disminuya, en sumo grado, las manifestaciones de apatía y poca productividad frente a las complejidades científicas; y por otro lado, la investigación como la posibilidad de que esos mismos educandos (que son maestros en formación), reconozcan, se acerquen, y si es el caso, validen en sus futuras prácticas pedagógicas la argumentación como herramienta epistémica.

Se sabe que el contexto actual, en los campos: educativo, político, social, e incluso, ambiental, exige analizar las prácticas pedagógicas. Ya no se trata de enseñar o aprender Ciencias Naturales, desde la repetición de contenidos, por el contrario, la formación académica en ciencias debe responder a los requerimientos de un mundo global, intercomunicado, industrializado, sistematizado y relativo, cargado de información y enfocado en lo que se ha denominado: sociedad del conocimiento. Lo importante en esta colectividad es aprender a reconocer la información que circunda para

analizarla, interpretarla y argumentar con ella, distintos juicios de valor que permitan acercarse a la comprensión, en este caso de la biología.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone investigar, para: a) analizar las estrategias pedagógicas y didácticas que se desarrollan en el proceso enseñanza - aprendizaje de la Biología en el programa de licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; b) determinar las estrategias argumentativas de los docentes y estudiantes del área de Biología en la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; c) diseñar un modelo de estrategia didáctica que facilite la utilización de la argumentación como herramienta epistémica en el proceso enseñanza – aprendizaje del área de Biología en el programa ya mencionado.

Por lo cual, la investigación se desarrolla dentro del paradigma de investigación predominantemente cualitativa, sin descartar datos cuantitativos; esto con el fin de indagar, de manera integral, el problema de investigación.

Dentro de este estudio se aplica el enfoque de investigación interpretativo comprensivo; el cual conlleva una serie de procedimientos para estudiar experiencias directas a través de la auscultación de fenómenos, en este caso en particular, las interacciones de los profesores y los maestros en formación del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Facultad de Educación - Universidad de Nariño, en el contexto de la enseñanza y aprendizaje de la biología.

Como técnicas e instrumentos para la recolección de información se cuenta con el diseño de entrevistas en profundidad, las cuales, según Robles (2011) “consiste en construir paso a paso y minuciosamente la experiencia del otro” (p. 40); el proceso de triangulación lo completa las encuestas y observaciones sistematizadas, donde la observación constituye un escenario fructífero para conocer las prácticas pedagógicas de los docentes y la forma cómo responden a ellas los estudiantes de la facultad.



Figura 1. Participantes en evento de Brasil, Chile, Argentina, México y Colombia.

Fuente: Este documento, 2017.

## Referentes teóricos

### La Argumentación

La pretensión investigativa es generar, entre otros elementos, una propuesta pedagógica para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de la Facultad de Educación. Para tal fin, el colectivo investigador tomó como base a Plantin (2001), quien manifiesta que:

Para llevar a cabo un recorrido analítico y sintético, se estructura un material; después se examina un problema, se reflexiona, se explica y se demuestra, a través de argumentos, de razones, de pruebas. Se proporcionan causas. La conclusión de la argumentación es un descubrimiento, que produce una innovación o, al menos, conocimiento. (p. 25).

Como se infiere de la cita anterior, el proceso de aprendizaje que se pretende desarrollar, dista de ser un asunto sencillo de repetición de información; por ello, es necesario con los estudiantes crear espacios para leer y reflexionar sobre argumentos científicos propios de la biología; para que luego, cada educando elabore sus propias redes argumentativas sobre la información que se le presente.

La argumentación es una movilización de recursos cognitivos que va más allá de la comunicación de un mensaje. De acuerdo con Adam (1992) (como se citó en Ramírez, 2012) “la argumentación tiene una identidad propia, lo cual se puede entender como una persuasión” (p. 90). Continuando con la perspectiva de Ramírez, (2008), quien manifiesta que: “la argumentación implica jugar con el lenguaje de tal manera que afirmaciones, negociaciones, concesiones, resarcimientos y refutaciones pueden configurar un mismo tejido textual que apuntala un propósito o intención común” (p. 91). Este entramado conceptual permite evidenciar la complejidad de habilidades que el cerebro humano debe usar para construir un argumento; de lograrse la creación de espacios comunicativos para tal fin, por ejemplo, en el contexto de Biología, dinamizaría la construcción de conocimiento, bajo la posibilidad de un verdadero protagonismo por parte del estudiante.

Convertir la didáctica que se usa en los espacios universitarios en una promotora de la autonomía de las personas, mediante estrategias que favorezcan el desarrollo de la argumentación, es cumplir con el objetivo de usar herramientas epistémicas, construcciones dialécticas para la comprensión de la síntesis de los opuestos (Marx y Engels, 1973), la capacidad argumentativa entra en el juego del saber para rescatar el valor epistémico al aprender, mediante el convencimiento y la persuasión.



Figura 2. Ponencia en ejecución.

Fuente: Este documento, 2017.

## La argumentación en la enseñanza de la Biología

La argumentación en la enseñanza de las ciencias ha sido ampliamente desarrollada, Jiménez y Díaz (2003) la definen, como: “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes”(p. 361); esta alternativa es tomada dentro del aprendizaje del núcleo temático de la Biología, cuando, además de estudiar el fenómeno científico, se crean espacios para plantear preguntas, encontrar razones, causas y consecuencias, comprender las distintas informaciones y usarlas en el momento exacto de las prácticas pedagógicas que tienen los estudiantes de licenciatura. Se busca interpretar el sentido del fenómeno para luego aprender a comunicarlo a otros.

Las investigaciones de Kuhn, Iordanou, Pease y Wirkala (2008), permiten reconocer que, en la actualidad, existe la necesidad de generar escenarios que permitan aprender a argumentar para desarrollar un pensamiento científico, lo cual es necesario para posibilitar escenarios dialógicos, entender posturas epistemológicas y desarrollar la capacidad de comprometerse argumentativamente por parte del estudiante.

Por su parte, Muñoz y Cerón (2013), plantean como alternativa de trabajo en el aula partir de la lectura de los saberes ancestrales para hacer comparación con los avances científicos y generar reflexiones argumentativas sobre dos tipos de saberes cotidianos: el ancestral y el científico. Esta situación se desarrolló a través de una experiencia de aula, en la que además se establece como alternativa, el trabajo interdisciplinar entre el aprendizaje de la biología y el de la lengua castellana.

## La argumentación como herramienta epistémica

Al trasladarse al plano epistémico y continuando con la perspectiva de Jiménez y Díaz (2003), las operaciones epistémicas son “los procedimientos explicativos, definiciones, clasificaciones, relaciones causales, apelaciones a analogías o comparaciones, o construcción de datos” (p. 366), todas ellas de gran aplicabilidad en la enseñanza de la Biología. En este sentido, se hace énfasis en la clasificación, por ejemplo, no como actividad, pero si como una habilidad del pensamiento, al igual que la posibilidad de generar relaciones causales, que pueden estar enmarcadas dentro del contexto de la bioética, del impacto ambiental e incluso del autocuidado.



Figura 3. Intercambio de Experiencias.

Fuente: Este documento, 2017.

La argumentación es una herramienta epistémica, que desde la complejidad de su construcción deriva en muchas más operaciones que posibilitan la transformación de la enseñanza y del aprendizaje. La posibilidad de desarrollar un pensamiento crítico que permita el análisis de datos y resultados en el aula de ciencias, reconocería adentrarse en la naturaleza misma de la ciencia y de su construcción. Un estudiante, capaz de hacer preguntas sobre el por qué, cómo y para qué de la actividad científica, podrá trasladar estas inquietudes a su cotidianidad y buscar la construcción de una posición bien fundamentada frente a una sociedad icónica, arrolladora, donde las individualidades parasen desvanecerse.

### Conclusiones

Se observa que algunos docentes que acompañan los procesos de aprendizaje de los estudiantes universitarios, no trabajan la argumentación como estrategia didáctica; en su lugar, crean espacios para la lectura, poco interpretativa de los contenidos declarativos. El mayor énfasis didáctico para la enseñanza de la Biología se da a través de prácticas de laboratorio y clase magistral.

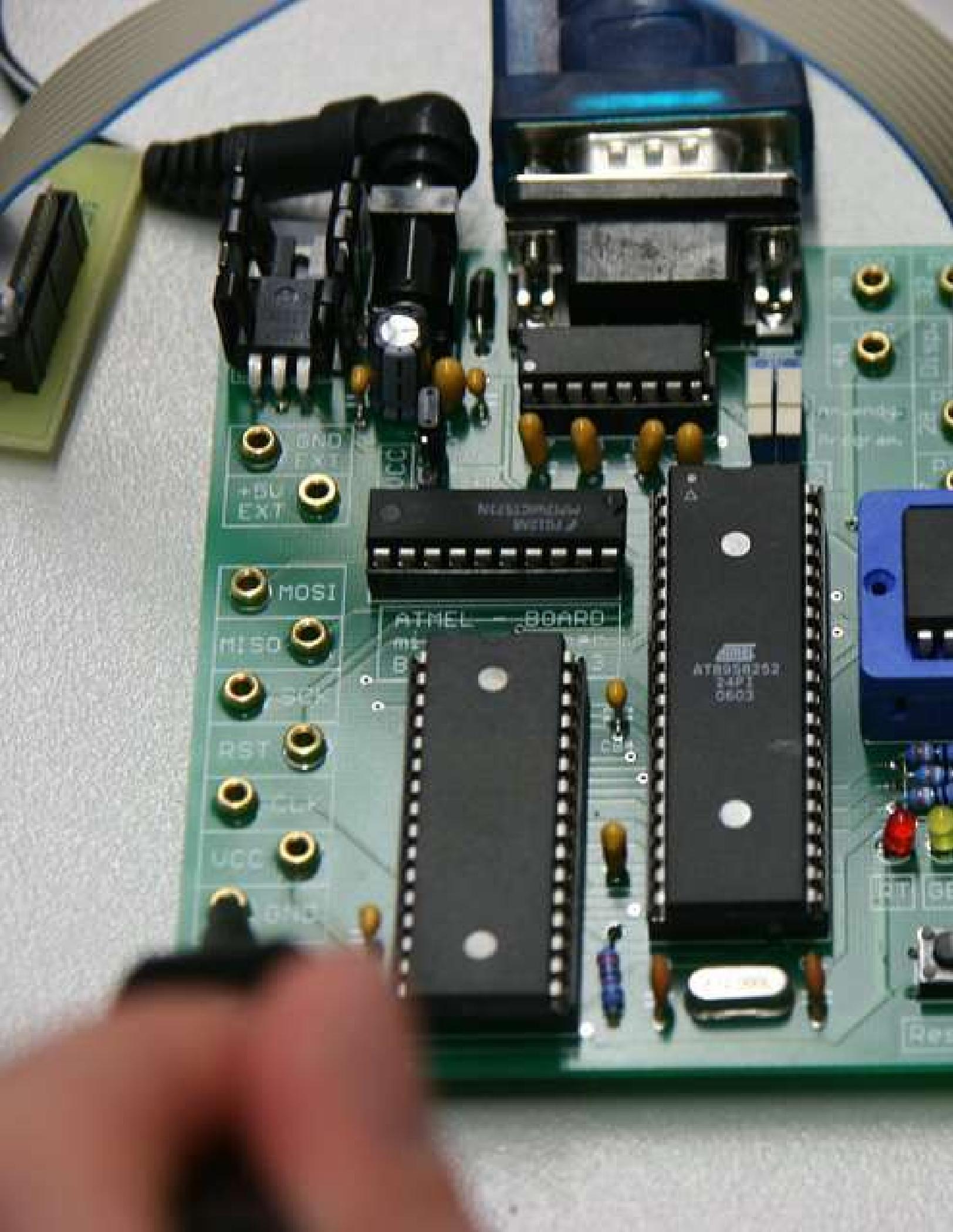
Se observa, que los estudiantes del programa de licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, asimilan aspectos relacionados con Biología de una manera pasiva; asimismo, se evidencia que no siempre hay una movilización de recursos cognitivos para una construcción argumentativa.

Los maestros en formación que hacen parte del programa de licenciatura desarrollan sus clases de la misma manera como las aprenden; es decir, con pocas posibilidades de trabajar con herramientas epistémicas, como es el caso de la argumentación. Centran su práctica pedagógica en la repetición bulímica de los contenidos y conceptos.

La enseñanza de la Biología supone un terreno fértil para la construcción de la argumentación como herramienta epistémica, pues ofrece un campo de estudio que impacta al estudiante en su ser biológico, social, cultural y ecosistémico. A través de la argumentación como herramienta de aprendizaje se construyen nuevos saberes, con un profundo sentido ético, estético y humano, donde se busca la construcción de una ciudadanía responsable.

### Referencias

- Jiménez, M. y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Kuhn, D., Iordanou, K., Pease, M., & Wirkala, C. (2008). Beyond control of variables: What needs to develop to achieve skilled scientific thinking? *Cognitive Development*, 23(4), 435-451. doi: 10.1016/j.cogdev.2008.09.006
- Marx, C. y Engels, F. (1973). *Obras escogidas en tres tomos*. Moscú: Editorial Progreso.
- Muñoz, Z. y Cerón, S. (2013). La ciencia y los saberes del abuelo, un pretexto para el desarrollo de la competencia Argumentativa. *II Coloquio Internacional de Evaluación de Aprendizajes*. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Nariño.
- Plantin, C. (2001). *La argumentación* (2<sup>da</sup> ed.). Barcelona: Editorial Ariel.
- Ramírez, R. (2008). *Breve Historia y Perspectivas de la Argumentación*. Pasto: Editorial Universitaria Universidad de Nariño.
- Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. *Cuicuilco*, 18(52), 39-49.



GND EXT  
+5V EXT

MOSI  
MISO  
SCK  
RST  
CDK  
UCC  
GND

NE555 timer  
11C0117

ATMEL BOARD

AT89C51D32  
34P1  
0603

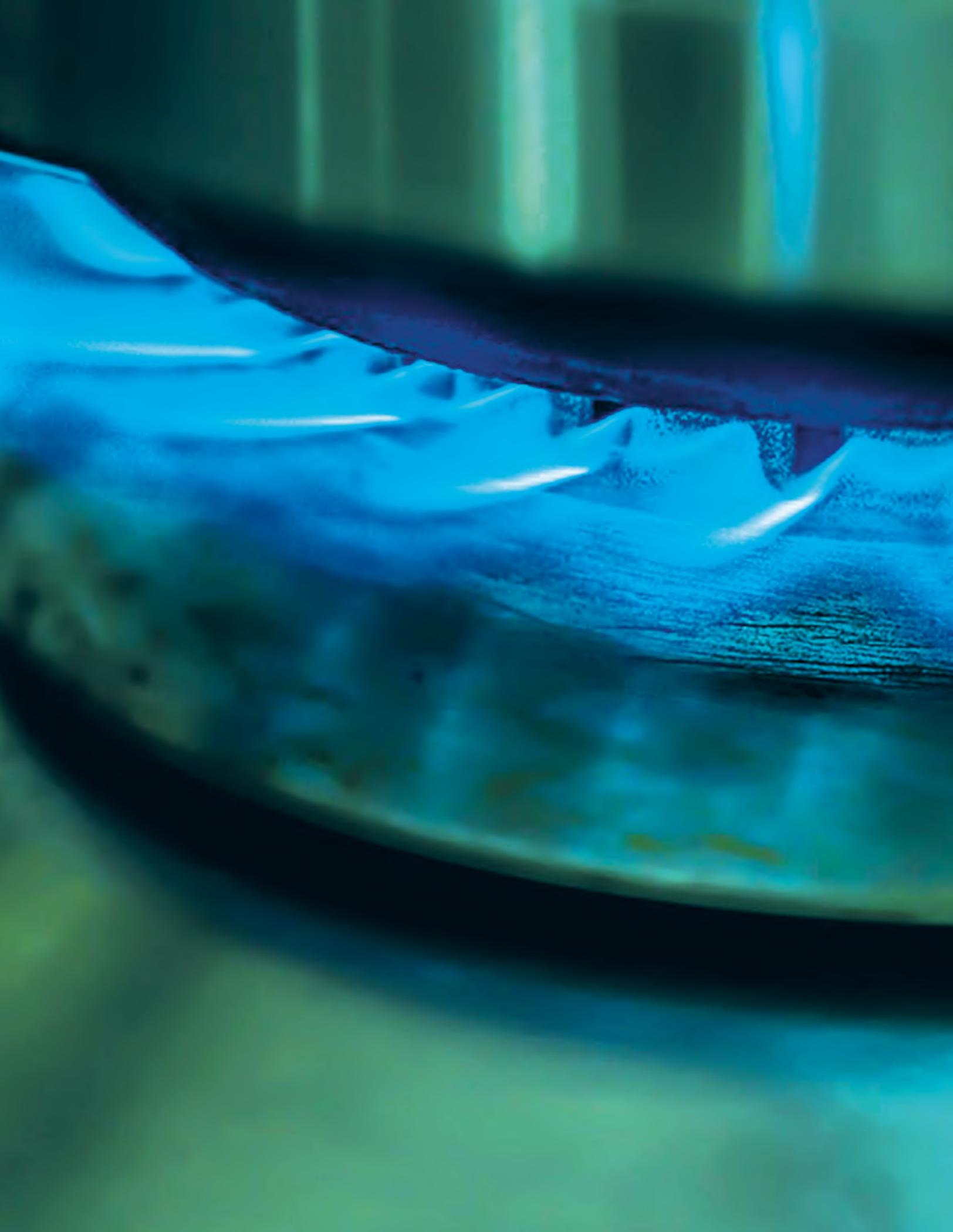
AT89C51D32  
34P1  
0603

RT GE  
Res



# Capítulo 4.

## Ingeniería de Mecatrónica



# Producción de gas metano a partir de residuos de materia orgánica en una finca ganadera del municipio de Aldana en el departamento de Nariño

Jorge Andrés Chamorro Enríquez  
Fredy Alexander Guasmayan Guasmayan  
Nathalia Andrea Bravo Rodríguez  
Herman Hamilton Guerrero Chapal  
Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Mariana

## Resumen

En Aldana, algunas familias dependen económicamente de la ganadería, contando con un número pequeño de ganado vacuno, porcino y avícola. El proyecto, consiste en el diseño y construcción de un biodigestor que se alimente del estiércol generado, con el fin de producir biogás y biofertilizante.

Para el diseño del biodigestor, se presentan dos situaciones, la primera, está dada en función de la temperatura del municipio, la cual está alrededor de 10 a 15 grados Celsius, valores inadecuados en la producción de gas metano, sabiendo que las bacterias producen más gas a mayor temperatura, por lo cual, se hizo un sistema de control que mejore estas condiciones.

En una segunda instancia, se realiza un modelo de programación lineal multi-objetivo que permita maximizar la producción de gas metano. Asimismo, se plantea una segunda función objetivo que permita maximizar la producción de biofertilizante con las mejores condiciones nutricionales para el suelo.

El modelo está restringido al espacio o volumen del biodigestor, la cantidad de materia orgánica, cantidad de agua, tipo y cantidad de animales y permanencia de estos en los corrales. Los costos de producción se realizan en función de gastos operativos y servicios públicos de la finca.

**Palabras clave:** anaeróbico, bacteria, biodigestor, granja autosostenible, granja inteligente, modelo matemático, programación lineal multi-objetivo.

## Introducción

El municipio de Aldana está ubicado en la altiplanicie de Túquerres-Ipiales, situada en el nudo de los Pastos, del departamento de Nariño, su economía se basa principalmente en la agricultura, con cultivos de papa, cebada, trigo y maíz, también cuenta con actividad ganadera y elaboración de artículos en lana. Las viviendas de Aldana en la zona urbana y rural presentan diseños y costumbres semejantes (Aldana, Lansing y Botero, 2010), tienen corrales para la adecuación de sus ganados, los cuales generan un gran volumen de desechos de materia orgánica; ésta se almacena para uso, como abono en los diferentes cultivos, sin embargo, este tipo de manejo genera contaminación por proliferación de moscas, crecimiento de bacterias y hongos que pueden ser transmitidos, tanto a los animales como a las personas. Además, el ganado productor de leche presenta condiciones poco favorables de higiene debido al contacto directo con el estiércol en los corrales, lo que incide principalmente en la calidad de la leche que se produce y se oferta en el mercado.

Otro sector importante en la economía del municipio está dado por la agricultura, la cual según estudios realizados en el municipio, genera un deterioro ambiental provocado por el uso de

fungicidas y productos agroquímicos, contaminando las cuencas hidrográficas. Siendo este un factor importante para hacer uso de productos orgánicos que atenúen dicha contaminación.

Por ello, se desarrolla un estudio en el que se dé una alternativa de manejo de los excrementos producidos por el ganado bobino, que a su vez, presente un beneficio energético por la producción de biogás a través de la biodigestión, teniendo en cuenta que geográficamente las características de la región no presentan condiciones óptimas para la producción eficiente del biogás. El municipio de Aldana se encuentra a 3.013 metros sobre el nivel del mar y la temperatura promedio es de 10 grados Celsius, factor determinante en la producción de biogás, por lo tanto, se requiere una adecuación y diseño particular de un sistema que permita obtener el gas a partir de la materia orgánica, con lo que se podrá atenuar la contaminación por desechos de origen animal, se aprovechará la materia orgánica como fuente de energía de bajo costo para diferentes usos, como la cocción de alimentos, calefacción, iluminación, entre otros (Osorio, Ciro y González, 2007). Además, de los residuos de la biodigestión se puede obtener fertilizantes y abonos orgánicos para los cultivos en la región.

Por otra parte, las costumbres y comportamientos de las familias respecto a la preparación de alimentos, se hace de manera ancestral, usando la madera (leña) como combustible, esto hace que exista un alto grado de deforestación en el municipio, además de la afección a la salud por absorción de residuos tóxicos producidos por la quema de madera, generando problemas en el sistema respiratorio de las personas. Por lo anterior, se pretende ofrecer una fuente adicional de energía que minimice los problemas mencionados.

### **Beneficios de la Construcción de un Biodigestor**

Los beneficios que presenta un sistema de producción de biogás, están dados como apoyo a la economía familiar, en el ahorro reflejado al dejar de consumir madera y la producción de abono orgánico (Universidad Politécnica de Catalunya, s.f.).

Además,

Mejorará la capacidad fertilizante del estiércol. Todos los nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio así como los elementos menores son conservados en el efluente.

En el caso del nitrógeno, buena parte del mismo, presente en el estiércol en forma de macromoléculas es convertido a formas más simples como el amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), las cuales pueden ser aprovechadas directamente por la planta. Debe notarse que en los casos en que el estiércol es secado a la intemperie, se pierde alrededor de un 50 % de nitrógeno.

El efluente es mucho menos oloroso que el afluente.

Control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobrevive el proceso de biodigestión. En condiciones de laboratorio, con temperaturas de 35°C los coliformes fecales fueron reducidos en un 50 - 70% y los hongos en un 95% en 24 horas. (Zuñiga, 2007, pp. 31-32) .

También se obtienen beneficios sociales de esta tecnología, ya que disminuye las enfermedades provocadas por el humo. Según los resultados de una encuesta realizada por el Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social (CIPRES) en una zona rural, un porcentaje bastante alto, 70,8 % de las mujeres habían sido afectadas por enfermedades bronco-pulmonares y/o relacionadas con la vista y con dolores de cabeza. Por su parte, los niños padecen enfermedades como bronquitis e infecciones en un 30 % de casos. En cuanto a los hombres, en un 62,5 % de casos tuvieron problemas como dolor de espalda o de huesos como consecuencia de la carga de leña.

Un beneficio adicional es el control de los excrementos de los animales en los alrededores de las viviendas. (Agustín, 2008, párr. 7).

## Resultados

Se ubicó el biodigestor en un lugar apropiado, es decir, donde tenga las condiciones que faciliten la alimentación con el estiércol y el agua; para esto se tiene el corral (ver Figura 1), en el cual se guarda seis vacas en la primera mitad del corral, en la segunda mitad, se cuenta con un lote de 8 metros de ancho y 15 metros de largo; siendo este el sitio donde se ubica el biodigestor.

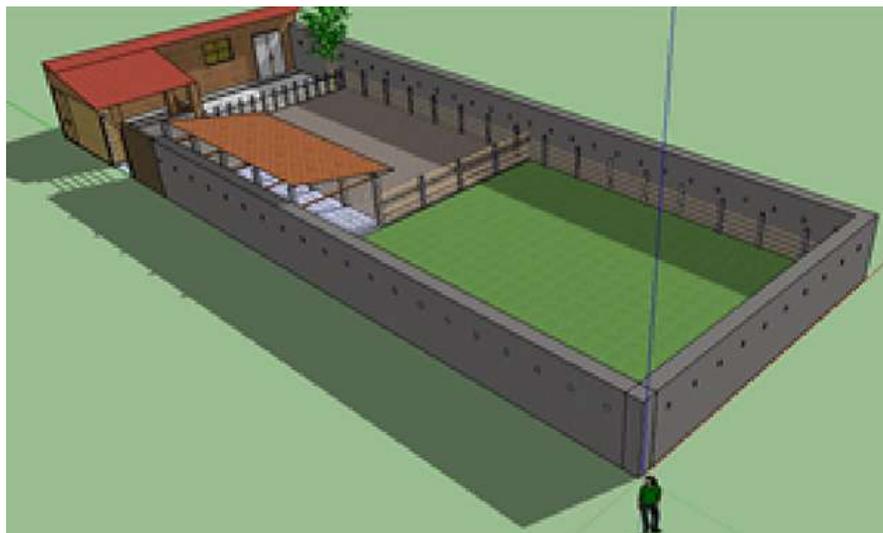


Figura 1. Sitio de ubicación de biodigestor.

El lote permite tomar el estiércol cada mañana en el momento en que se asea el corral, este se mezcla con agua y parte de este volumen, según los cálculos anteriores se ingresa 30 litros de estiércol y 90 litros de agua.

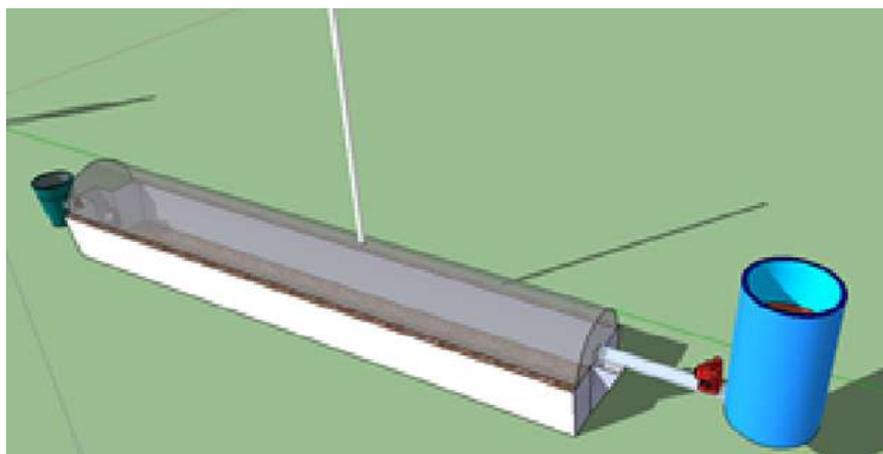


Figura 2. Diseño de biodigestor.

En la Figura 2, se tiene el diseño del biodigestor tipo Taiwán (J.E.Coto, J.J. Maldonado, R. Botero, 2007), el que cuenta con un recipiente de entrada para la mezcla de estiércol y agua, un cilindro en plástico donde se da el proceso de biodigestión y un tanque a la salida para la recolección del fertilizante.

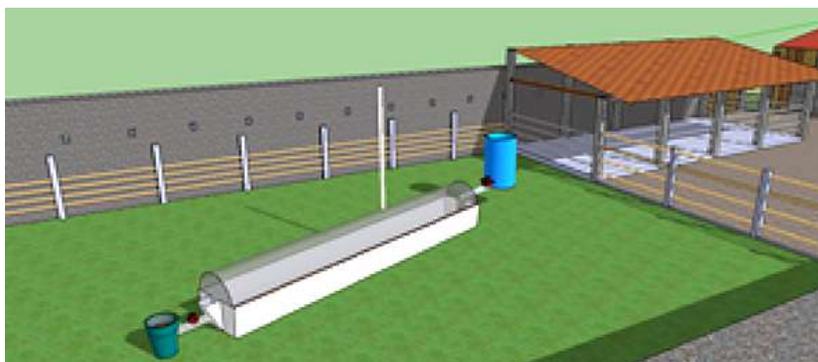


Figura 3. Adecuación de Biodigestor.

La Figura 3, indica la disposición del biodigestor en el corral, de tal manera que se tenga el mayor aprovechamiento de sol durante el día, para esto se toma como referencia la orientación, es decir, que la mayor área posible del biodigestor esté ubicada al Norte, con el fin de que el sol que sale del oriente durante todo el día irradie calor sobre el biodigestor hasta que se oculte en el occidente (Comité Español de Iluminación, 2005).



Figura 4. Implementación de Biodigestor.

En la Figura 4, se nota la instalación del sistema del biodigestor, para esto se considera cubrir en forma de invernadero, con el fin de aumentar la temperatura externa y que las bacterias tengan mejores condiciones para la producción de gas metano. Además, se ubica el sistema en un canal semisubterráneo para conservar su temperatura.

### **Modelo óptimo de biodigestor**

En primer lugar, se establece un modelo de programación lineal cuyo objetivo representa dos objetivos. El primero se refiere a la maximización de la producción de gas y el segundo se encamina a

la minimización de la contaminación ambiental, esto se logra, en la medida que se minimice la producción de gas, usando al biodigestor como purificador de agua en el cual las bacterias se encargan de consumir la mayor cantidad de materia orgánica, permitiendo que la salida del biodigestor, es decir agua, pueda ser vertida al exterior. Lo anteriormente descrito permite describir al sistema, como un modelo de optimización multiobjetivo puesto que se considera el objetivo uno opuesto al dos, es decir, que por una parte se desea producir mayor cantidad de gas metano generando biofertilizante el cual puede contaminar el medio, mientras que el segundo objetivo es cuidar el medio ambiente, pero para ello no se puede incrementar la producción del fertilizante y del gas metano. Por lo anterior, se requiere encontrar un óptimo de Pareto (Batista, Silveira, Alves y Rodrigues, 2016) que beneficie los dos objetivos.

El modelo encontrado por medición directa en el sitio de instalación del biodigestor presenta las dos funciones objetivo, dadas por el aporte de materia orgánica de la finca, por ganado vacuno, porcino y avícola, además de los porcentajes de aporte de estas materias orgánicas a la producción de gas metano y biofertilizante. También, se encuentra un conjunto de restricciones dadas por: cantidad de recursos disponibles de materia orgánica, agua y volumen del biodigestor construido. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Modelo para biodigestor

TIPO DE MO <sup>a</sup>	BIOGÁS	BIOFERTILIZANTE	DISPONIBILIDAD KG/DÍA	COSTO \$/KG
<b>VACAS</b>	20%	8%	100	0.53
<b>CERDOS</b>	15%	1.7%	20	0.2
<b>AVES</b>	5%	0.3%	5	0.05
<b>AGUA</b>	60%	90%	200	10
<b>UTILIDAD VENTA \$/M3</b>	263	110		

Las variables utilizadas y mostradas en la anterior tabla se describen de la siguiente manera:

$X_{ij}$ : Variable de decisión binaria

i: 1,2,3,4 (tipo de Materia orgánica, vacas, cerdos, aves y agua)

j: 1,2 (Biogás, Biofertilizante)

La primera función objetivo indica la ganancia por la venta de biogás y biofertilizante con la mezcla de materia orgánica y agua, menos el costo por producirla de acuerdo con la Tabla 1. A continuación, se muestra la ecuación correspondiente a la primera función objetivo.

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \rightarrow f_1 = & 263(X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41}) \quad (1) \\
 & + 110(X_{12} + X_{22} + X_{32} \\
 & + X_{42}) - 0.53(X_{11} + X_{12}) \\
 & - 0.2(X_{21} + X_{22}) \\
 & - 0.005(X_{31} + X_{32}) \\
 & - 10(X_{41} + X_{42})
 \end{aligned}$$

La ecuación correspondiente a la segunda función objetivo se muestra a continuación:

$$\text{Max} \rightarrow f_2 = 0.65X_{11} + 0.65X_{21} + 0.60X_{31} \quad (2) \quad (2)$$

La segunda función objetivo indica el porcentaje de aporte de la materia orgánica en la producción de gas metano de acuerdo al tipo de ésta, ya sea de ganado vacuno, porcino o avícola. Para el caso del biodigestor se encontró por experimentación que la materia orgánica de origen vacuno y porcino aporta el 65% y el de las aves en un 60%. El resto del porcentaje se debe a la producción del óxido de azufre y consumo por parte de las baterías generando crecimiento de éstas.

De acuerdo con la solución del modelo planteado se encuentra una región óptima de Pareto, dada por una ponderación en la que se establece un factor  $m$  que permite suavizar dicha región.

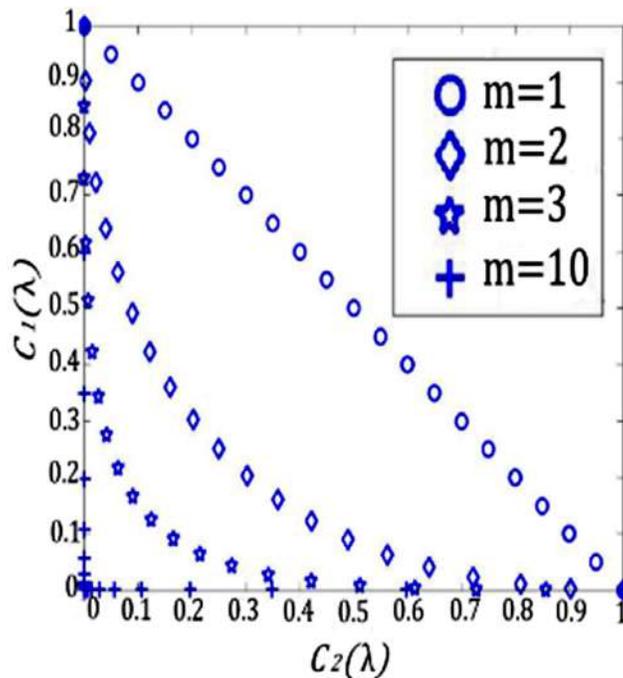


Figura 5. Comportamiento óptimo de Pareto para las dos funciones objetivo.

De acuerdo con simulaciones el factor  $m$  permite que la ponderación sea de tipo lineal para el caso de  $m = 1$  y exponencial suavizado para el  $m = 2, 3, \dots$ . En el caso particular se encuentra un óptimo de Pareto balanceado con mayor eficiencia en la producción de biogás para un  $m = 2$ .

### Divulgación de resultados

Se participó en dos eventos, el primero fue realizado en la ciudad de Bogotá, denominado CONIITI 2015, I Congreso Internacional de Innovación y Tendencia de Ingeniería, en la Universidad Católica de Colombia, siendo la actual ingeniería electrónica Natalia Bravo, la ponente de su proyecto de grado (ver Figura 6), donde planteaba el objetivo “el control de temperatura y presión existente en la bolsa plástica que contiene el gas generado”, obteniendo excelentes resultados.



Figura 6. Divulgación del proyecto en el CONIITI 2015, Santa Fe de Bogotá.

También se participó en el CICI 2016, Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería, realizado en la ciudad de Villavicencio (Meta), donde el ingeniero Jorge Andrés Chamorro fue el expositor (ver Figura 7), quien dio a conocer la calidad de trabajos que se vienen adelantando en el sur de Nariño, mostrando la pertinencia del mismo, ya que para el entorno llanero, la implementación de un biodigestor en tierras, en las cuales abunda el ganado vacuno, generando grandes cantidades de estiércol, es y será la implementación del diseño propuesto una gran solución a los efectos secundarios que causan este tipo de desechos.



Figura 7. Divulgación del proyecto en el CICI 2016, Villavicencio (Meta).

## Conclusiones

El diseño de un biodigestor en geografías en las que la temperatura es baja, se puede implementar apoyado en recubrimiento bajo invernadero, con el fin de mantener la temperatura constante.

El sistema de biodigestión, presenta gran aporte energético a cualquier finca ganadera, permitiendo incursionar en el uso de energías limpias y de bajo costo en iluminación, calefacción y cocción de alimentos, además permite cambiar algunos hábitos no saludables, como el consumo de madera utilizada como combustible y así contribuir a la reducción de deforestación, con ello la reducción de enfermedades respiratorias causadas por el contacto directo de humo.

Se espera que en análisis siguientes sobre fertilizante, se pueda obtener mejores cultivos ecológicos y mayor eficiencia en la producción de biogás.

En cuanto a la optimización multiobjetivo, existen grandes posibilidades de exploración en cuanto al uso de funciones polinómicas y exponenciales en los coeficientes de ponderación de las funciones objetivo, encontrando resultados con mayor eficiencia en la producción de biogás.

## Referencias

- Agustín. (16 de septiembre de 2008). Buenas Prácticas. Biodigestores II. [Blog]. Recuperado de <https://esfnicaragua.blogspot.com/2008/09/buenas-prcticas-biodigestores-ii.html>
- Aldana, L., Lansing, S. y Botero, R. (2010). Suplementación de biodigestores con vinaza y su efecto sobre la producción y calidad del biogás y sus efluentes. *Tierra Tropical Sostenibilidad, ambiente y sociedad*, 6, 233-240.
- Batista, J., Silveira, M., Alves, N. y Rodrigues, R. (2016). A Hybrid Multiobjective Evolutionary Algorithm for Truck Dispatching in Open-Pit- Mining. *Transacciones IEEE Latinoamérica*, 14(3), 1.329-1.334. doi: 10.1109 / TLA.2016.7459617
- Comité Español de Iluminación. (2005). *Guía técnica aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. Madrid, España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Osorio, J., Cirio, H. y Gonzáles, H. (2007). Evaluación de un sistema de biodigestión en serie para clima frío. *Facultad Nacional de geografía*, 60(2), 4.145-4.162.
- Universidad Politécnica de Catalunya. (s.f.). *Manual de diseño y manejo de biodigestores familiares Instrucciones para la implementación y el manejo de una planta piloto en Baños del Inca, Cajamarca, Perú*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14522638/manual-de-diseno-y-manejo-de-biodigestores-familiares-de-bajo->
- Zúñiga, I. (2007). *Biodigestores* [monografía]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# I muestra de proyectos de ingeniería mecatrónica y automatización 2016

**Edison Viveros Villada**  
**Fabio Camilo Gómez Meneses**  
**Dagoberto Mayorca Torres**  
**Ingeniería Mecatrónica**  
Universidad Mariana

## Resumen

Desde los proyectos electromecánicos realizados en los primeros semestres, hasta los sistemas autómatas y de control domótica realizado por los semestres más avanzados, se expone la Primera Feria Proyectos de Automatización y Mecatrónica, donde la imaginación de los educandos ha dejado una huella perdurable e imborrable para continuar mejorando los proyectos futuros.

En la feria participaron los estudiantes de los últimos semestres de tecnología en automatización electrónica y los estudiantes de los primeros semestres de Ingeniería Mecatrónica; quienes presentaron proyectos en las ramas de electrónica, mecánica, control y programación, cubriendo aspectos importantes de la mecatrónica. Además, se trabajó en la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), la cual genera aprendizajes significativos, ya que el estudiante aprende haciendo; esta metodología permite plantear objetivos, metas, retos, y al final se entrega un producto tangible de la investigación realizada.

**Palabras clave:** ABP, automatización, electrónica, mecánica, mecatrónica, programación.

## Introducción

En esta primera feria se expone los trabajos realizados por los estudiantes de la facultad de ingeniería de la Universidad Mariana de Pasto, programa de tecnología en automatización electrónica e ingeniería mecatrónica, donde se puede observar proyectos de: robótica, automatización, control, visión artificial, entre muchos proyectos más, que hacen deleite de la habilidad de los participantes.

Esta feria está dirigida y coordinada por el grupo de docentes del programa que cuentan con amplia experiencia en desarrollo de proyectos tecnológicos, quienes apoyaron y pulieron las ideas de los estudiantes para su posterior implementación.

## Muestra de proyectos

Desde el inicio de cada semestre se planean proyectos para ser desarrollados en el aula en diferentes etapas; en esta oportunidad varios grupos de estudiantes de cada semestre con la guía del tutor encargado se aseguraron de la planeación y desarrollo de cada proyecto. Estas propuestas son presentadas ante el comité de programa, donde cada grupo es responsable de presentar evidencias del progreso del trabajo, que junto con la ayuda del grupo de docentes y el tutor encargado culminan las ideas para la presentación en la feria de proyectos.



Figura 1. Muestra de Proyectos Jesús de Nazaret (2016).

Fuente: Fuente propia..

Los proyectos que se presentaron el día de la feria se enfatizaron en los 4 pilares de la mecatrónica, como son: electrónica, mecánica, control y computación. Los estudiantes de los primeros semestres, por ser jóvenes que recién empiezan a recibir conocimientos en áreas de mecatrónica, presentaron variedad de proyectos orientados a dar solución a las necesidades que la sociedad e industria requieren. Algunos de estos proyectos demuestran la creatividad de los estudiantes al utilizar todo tipo de material para el diseño de cada proyecto.

Dentro de los proyectos presentados se destacan algunos, como una banda transportadora para la selección de objetos por color, proyecto que es una réplica de los innumerables equipos industriales que se usan en la actualidad en la industria; con un poco de diseño fácilmente se lo puede implementar en cualquier selección de objetos o alimentos. Otros proyectos interesantes fueron los sistemas robóticos autónomos o manuales, como brazos controlados por sistema de servomotores o motores paso a paso, instrumento de gran versatilidad, que permite mover o seleccionar todo tipo de objetos con movilidad milimétrica.

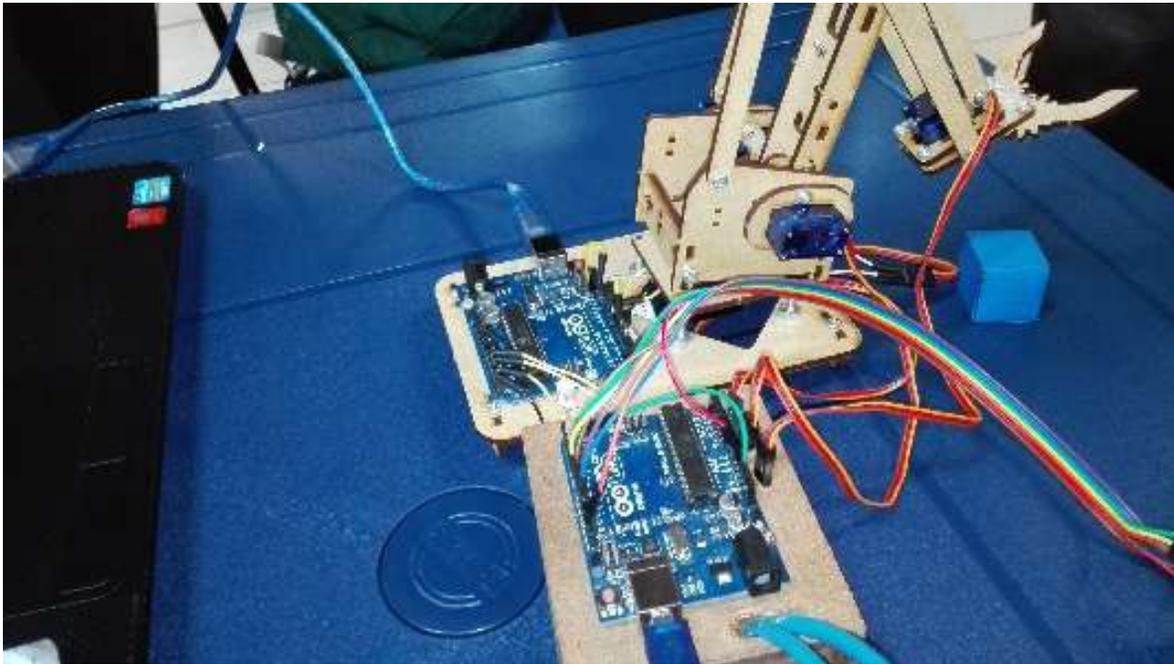


Figura 2. Brazo Robot (2016).

Fuente: Fuente propia.

Los carros a control remoto tipo oruga y de control autónomo fue otra innovadora propuesta expuesta en la feria, donde primó el aprovechamiento de los recursos regionales y aplicación del reciclaje, este tipo de carros pueden ser usados en infinidad de aplicaciones, como rastreo, navegación autónoma, monitoreo, desactivación de bombas, control remoto; muchos de estos carros tienen cámara wifi incorporada, la cual brinda mayor versatilidad en la exploración.

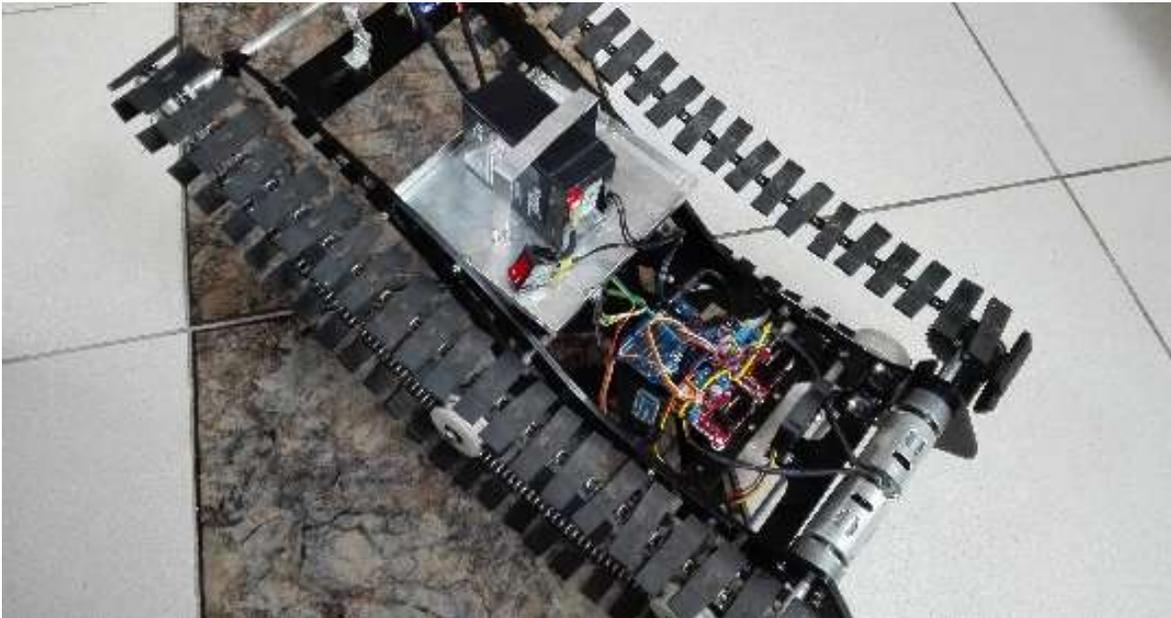


Figura 3. Carro Oruga (2016).

Fuente: Fuente propia.

Además, en esta feria se observó varios diseños de máquinas CNC, y no solo aquellas de manejo industrial, también diseños desde una mini CNC que realizaba dibujos en papel, hasta una CNC que tallaba madera; ésta es una excelente herramienta usada para el modelado de figuras, taladrado y tallado. La visión que los estudiantes tuvieron de la aplicación de estas máquinas industriales, hace que cada día se pueda pensar en mejorar los procesos que de alguna manera son repetitivos y ser optimizados con el uso de estos equipos.

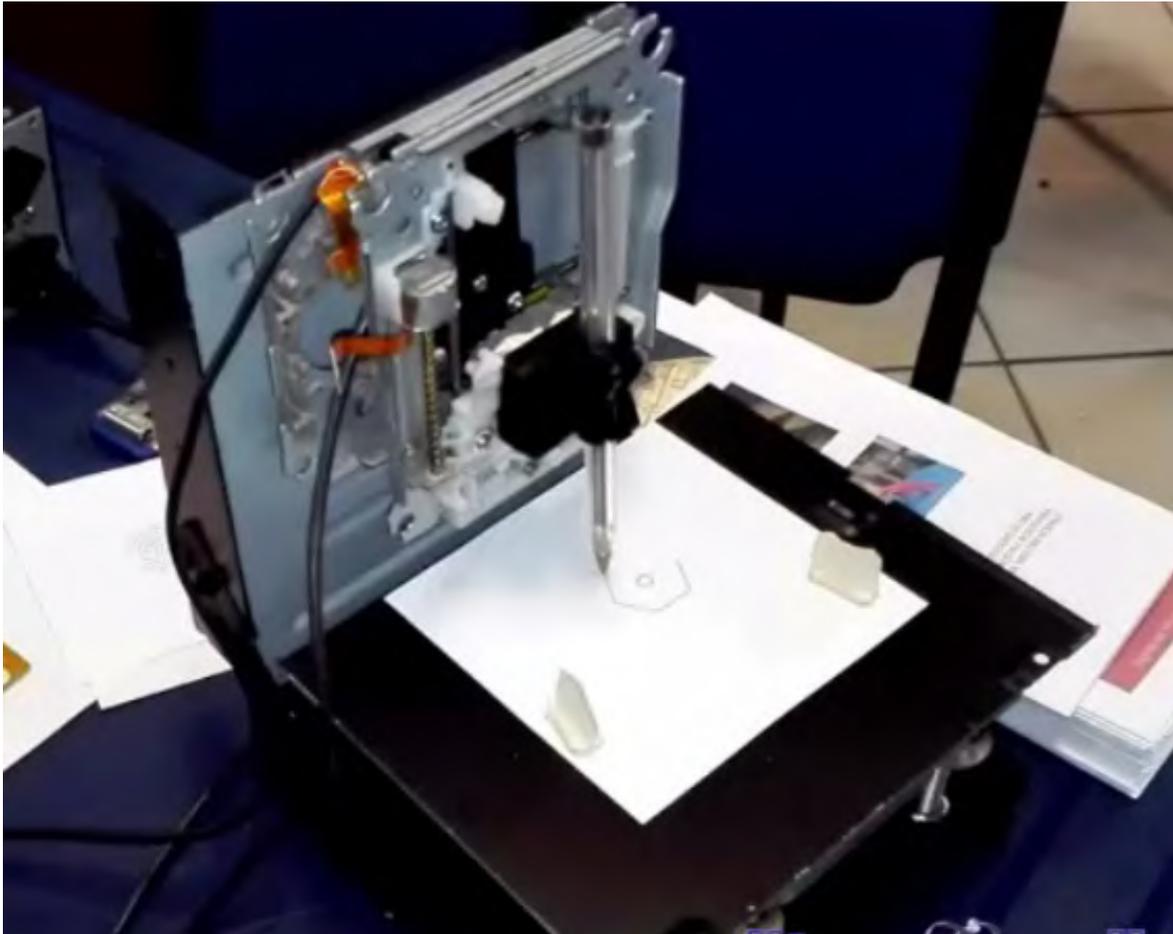


Figura 4. Mini CNC (2016).

Fuente: Fuente propia.

La visión artificial fue uno de los temas que varios grupos de estudiantes aprovecharon **fácilmente** al usarlos en sus proyectos electrónicos, uno de sus aplicaciones se observó en un carro controlado por visión artificial para lograr su posicionamiento; brazo robótico que detecta colores por visión. Cada uno de los participantes se mostró incentivado en conocer más sobre la técnica para futuros proyectos, abriendo grandes posibilidades de desarrollo y aplicación en diferentes ramas de la ciencia y la tecnología.

También es importante nombrar otros proyectos que fueron presentados en la feria, como: casa domótica, detector de calor, lectores de señales musculares, principios de drones, llenadora automática de líquido, carros de zumo, compactadoras de latas, cortadoras eléctricas automatizadas, carros seguidores de línea, bobinas de tesla, robot B8, control por bluetooth, seguidores de luz, entre otros.

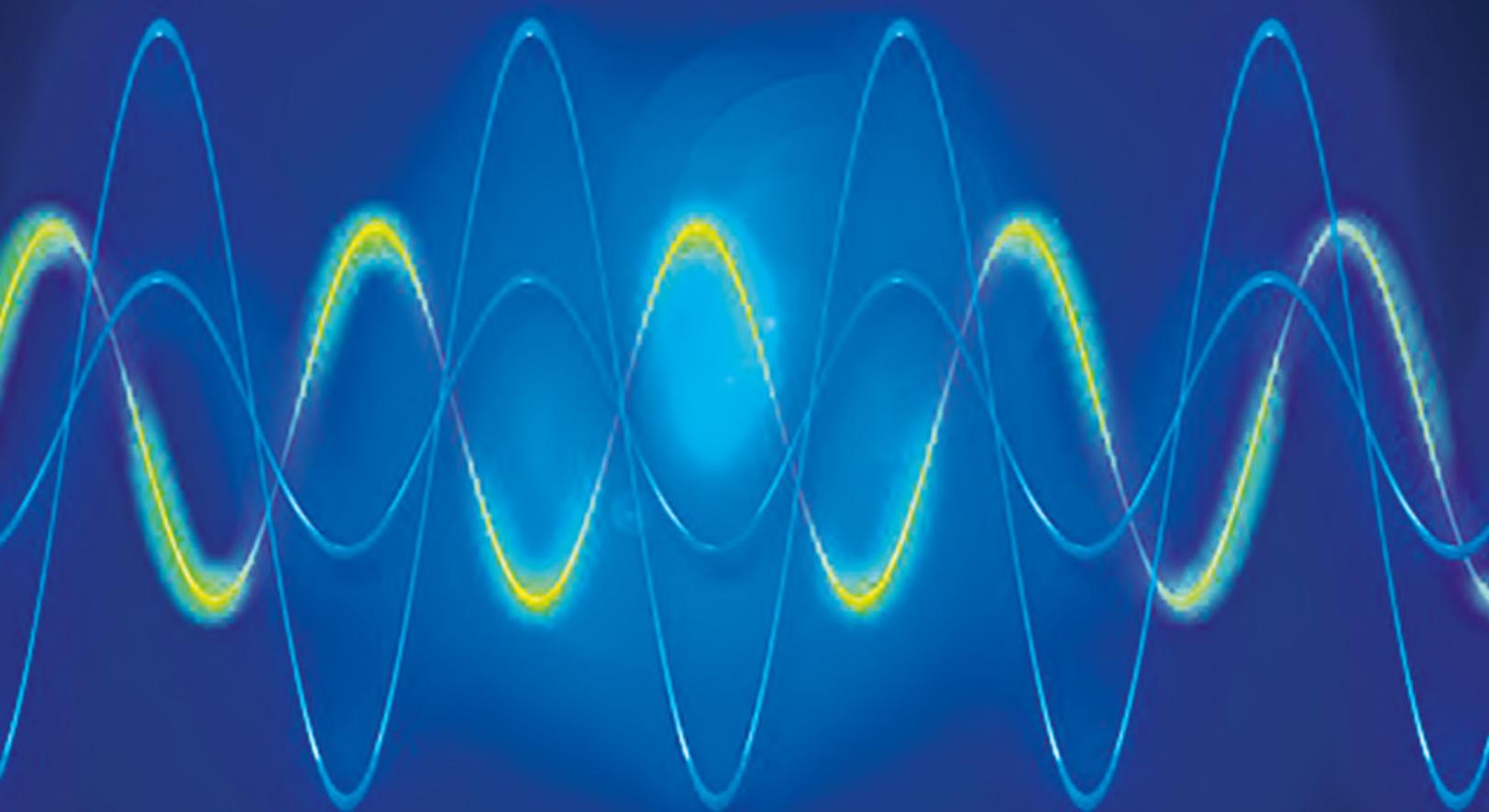
## Conclusiones

Como resultado de la feria, es posible concluir que existe una relación estrecha entre la motivación generada en clase y la culminación exitosa del proyecto basado en problemas.

La mecatrónica al ser una carrera multidisciplinar ayuda a diversificar proyectos que se pueden desarrollar.

Este tipo de actividades ayudan a desarrollar proyectos innovadores para la solución de problemas cotidianos.

Sin importar el grado de conocimiento en mecatrónica con el apoyo necesario, los educandos pueden crear diferentes tipos de proyectos encaminados a la optimización de procesos o desarrollo de nuevos equipos.



# Estimación de frecuencia de señales continuas con muestreo sub-nyquist: un aporte académico en el CICI 2016

Herman Hamilton Guerrero Chapal  
Edison Viveros Villada  
Jorge Andrés Chamorro Enríquez  
Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Mariana

## Resumen

En el presente artículo se muestra los parámetros importantes para la estimación de frecuencia de señales continuas, a través del método propuesto y presentado en la ponencia realizada en el Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería CICI 2016.

**Palabras clave:** congreso, educación, evaluación, pedagogía.

## Introducción

En la actualidad, la demanda de servicios de comunicaciones inalámbricas ha crecido de manera exponencial, presentando una saturación del espectro en determinadas bandas (Mediatelecom Policy & Law, 2013), mientras que otras se encuentran subutilizadas (M. McHenry, 2005), el ejemplo más evidente son las bandas asignadas para la prestación del servicio de televisión.

Lo anterior ocasiona la presencia de huecos espectrales que en algunos casos son permanentes, y en otros, se producen en determinados momentos sobre algunas bandas de frecuencia; lo cual implica un dilema, por un lado, los usuarios de algunos servicios como los móviles, no cuentan con la suficiente cantidad de espectro para transmitir, pero por otra parte, algunas bandas espectrales no se encuentran completamente en uso (Shared Spectrum Company, 2005).

Por tal motivo, bajo los nuevos paradigmas de comunicación inalámbrica, como la radio cognitiva (CR) surge la importancia de los métodos de detección de espectro (SS) (Mitola, 2001). Teniendo en cuenta lo anterior, se propone un método de estimación de frecuencia de portadora de señales continuas (Guerrero y Astaiza, 2016) descrito a continuación de forma breve y resumida.

## Método propuesto

El método propuesto, consta de las siguientes etapas:

- **Señal Adquirida:** Esta se compone de la señal a la cual se le estimará la frecuencia de portadora  $x(t)$ , más ruido blanco aditivo gaussiano  $r(t)$  (Shannon, 1998).

$$y(t) = x(t) + r(t) \quad (1)$$

- **Muestreo:** La señal es muestreada con una frecuencia  $f_s$  menor a la establecida por el teorema de Nyquist, es decir, con una frecuencia menor que doble de la frecuencia de portadora de dicha señal (Ecuación 1) Obteniendo como resultado un vector de muestras, presentado en la Ecuación 2:

$$y[m] = x[m] + r[m] \quad (2)$$

- **Autocorrelación:** A partir del vector de muestras, Ecuación 2, se calcula la matriz de autocorrelación (Proakis y Manolakis, 1996), Ecuación 3

$$y[m] \rightarrow R_{yy} = R_{xx} + R_{rr} \quad (3)$$

Teniendo en cuenta las propiedades implícitas en el ruido blanco gaussiano (ruido no correlacionado con la señal), la matriz obtenida presenta valores relacionados principalmente con la señal a detectar, siendo los valores relacionados al ruido cercanos a cero (Ecuación 4), permitiendo realizar un filtrado implícito al proceso de autocorrelación.

$$\begin{aligned} \text{como } R_{rr} &\rightarrow 0 \\ R_{yy} &= E \{yy^H\} \approx E \{xx^H\} \quad (4) \end{aligned}$$

- **S.V.D:** Se aplica el método de descomposición en valores singulares a la matriz de autocorrelación. Posteriormente, se obtiene su máximo valor singular (Ecuación 5).

$$R_{xx} = U\Sigma V^H \rightarrow \lambda_1 = \max(\Sigma) \quad (5)$$

- **Comparación:** El valor  $\lambda_1$  es comparado con la media de las distribuciones de probabilidad que presentan los máximos valores singulares, obtenidos a diferentes frecuencias sub-Nyquist, comprendidas en el intervalo  $[fc, 2fc]$  con  $fc = f$  de portadora, y con la misma SNR (Ecuación 6).

$$\lambda_1 \approx VS(i) \quad (6)$$

- **Estimación:** Según la ubicación del valor de media próximo al valor , se estima la frecuencia de portadora de la señal. A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso de estimación. (Ver Figura 1).

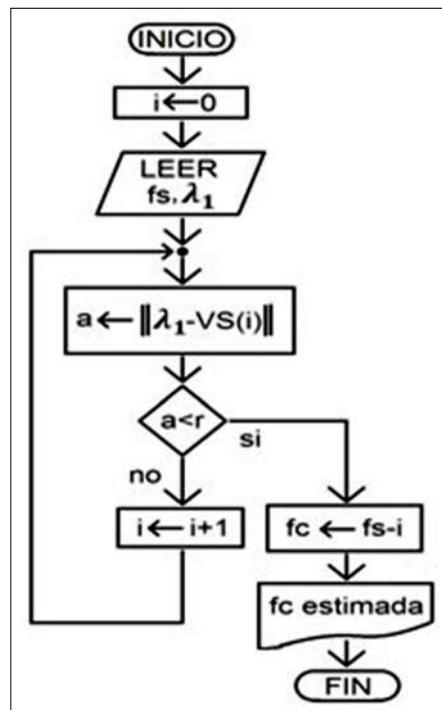


Figura 1. Estimación de frecuencia.

Fuente: Autor.

## Divulgación de resultados en Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería 2016

El método propuesto fue presentado en la categoría de ponencia oral en el CICI 2016, realizado los días 19, 20 y 21 de octubre de 2016, el cual fue publicado como artículo de memoria del evento. (Ver Figura 2).



Figura 2. Divulgación del método propuesto en el CICI 2016

Fuente: Autor.

### Conclusiones

El método de estimación basado en el muestreo sub-Nyquist, demostró que es posible realizar la función de sensado de espectro utilizando una cantidad de muestras menor a las obtenidas con la tasa de Nyquist.

Los resultados presentados en el CICI 2016 fueron:

- Los porcentajes de error, se encuentran dentro de parámetros aceptables, teniendo en cuenta el submuestreo realizado y el número de muestras de la señal adquirida.
- Para disminuir dichos porcentajes, se requiere mayor número de muestras de la señal, es decir, extender el tiempo de adquisición de la señal sin necesidad de modificar las frecuencias de submuestreo.
- El método propuesto, puede implementarse en sistemas de bajo rendimiento, obteniendo así, sistemas de sensado monobanda con muestreo sub-Nyquist de bajo costo.
- El método de descomposición en valores singulares se presenta como una gran herramienta matemática dentro del análisis de señales, estableciendo un nuevo campo de investigación.

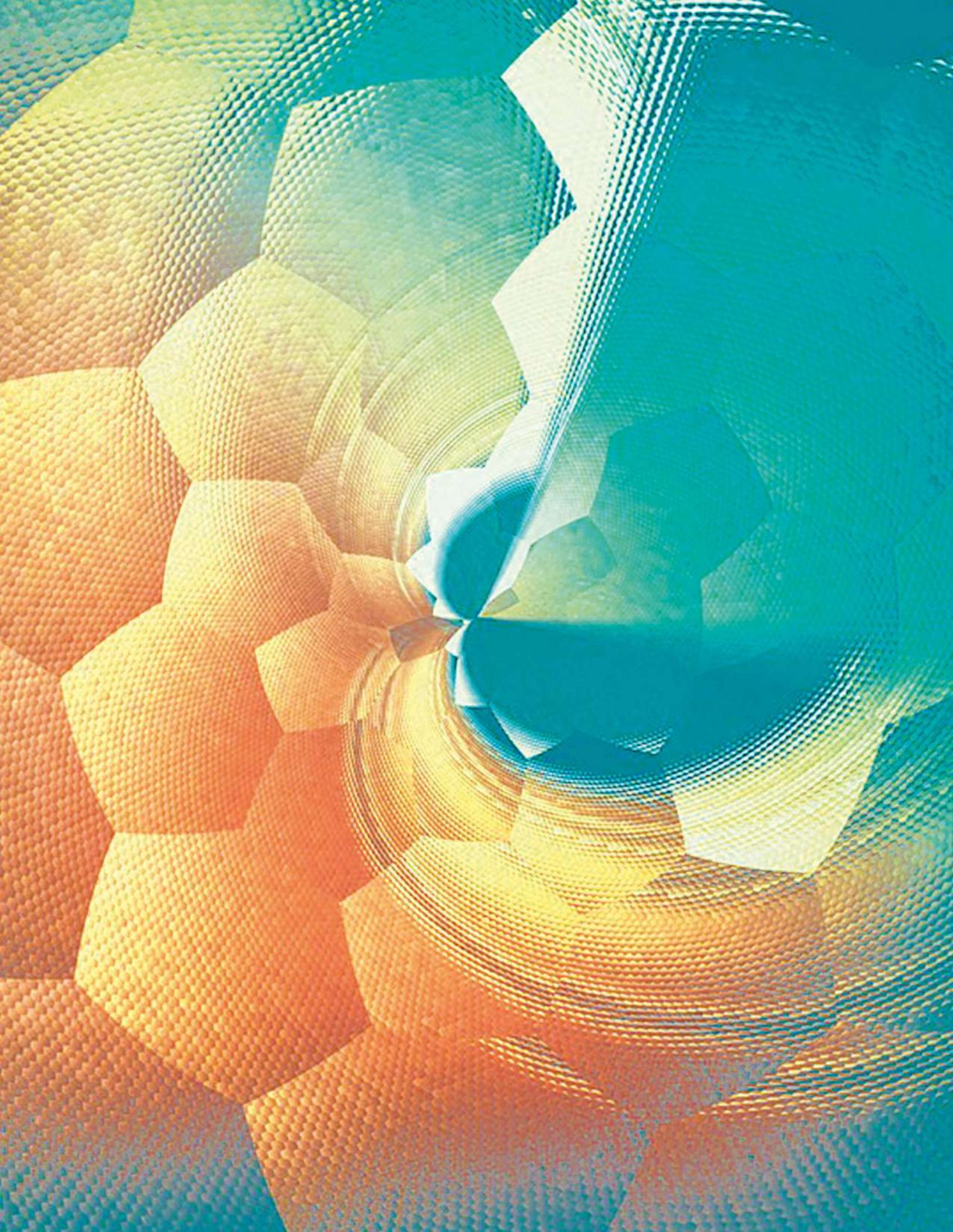
### Referencias

Guerrero, H. y Astaiza, E. (2016). Método para la estimación de frecuencia de portadora de señales continuas con muestreo Sub-nyquist, a través de su máximo valor singular. *Revista Politécnica*, 12(23), 57-64.

Mediatelecom Policy & Law. (2013). *Spectrum Crunch a la Vuelta de la Esquina*. Recuperado de <https://issuu.com/mediatelecom/docs/spectrumcrunch>

- Mitola, J. (2001). Cognitive radio for flexible mobile multimedia communications. *Mobile Networks and Applications*, 6, 435–441
- Proakis, J. y Manolakis, D. (1996). *Digital Signal Processing Principles, Algorithms, and Applications*. México: Prentice Hall International Inc.
- Shannon, C. (1998). Communication in the presence of noise. *Proceedings of the IEEE*, 86(2), 447-457.
- Shared Spectrum Company. (2005). *Spectrum Occupancy Measurements Chicago, Illinois*. Recuperado de [http://www.sharespectrum.com/wp-content/uploads/NSF\\_Chicago\\_2005-11\\_measurements\\_v12.pdf](http://www.sharespectrum.com/wp-content/uploads/NSF_Chicago_2005-11_measurements_v12.pdf)

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Aplicación de las técnicas de la visión artificial en la identificación de características biométricas del espermatozoide humano

**Dagoberto Mayorca Torres**  
**Karol Valentina Muñoz**  
**Fabio Camilo Gómez Meneses**  
**Herman Hamilton Guerrero Chapal**  
Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Mariana

## Resumen

Las aplicaciones de la visión artificial en la microbiología son numerosas, dada la cantidad de información que puede llegar a ser extraída por color, formas y tamaños. En la actualidad muchos laboratorios de fertilidad en Colombia usan técnicas de asistencia visual para la evaluación del espermatozoide humano, por ende, el objetivo de este trabajo de investigación propone el desarrollo de una herramienta computacional de apoyo al bacteriólogo, que permita el análisis objetivo de una muestra de espermatozoides humanos y de esta manera lograr realizar una valoración de la calidad del espermatozoide; para el desarrollo de la investigación fue necesario realizar las etapas de segmentación, extracción de características y desarrollo de algoritmo de reconocimiento de las trayectorias de los espermatozoides. El sistema permitió la identificación y clasificación para una base de datos de 200 espermatozoides mediante MSV, obteniendo una exactitud en los resultados para la identificación de espermatozoides normales del 89.4%, para el conteo de espermatozoides muertos del 91.1%.

Además, el software evidenció un buen desempeño en relación a los datos obtenidos por el experto y muestra ser una herramienta de apoyo viable por su fácil uso y bajo costo; estos resultados fueron socializados en el Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería, CICI 2016, uno de los eventos internacionales más importantes de la región de la Orinoquía colombiana.

**Palabras clave:** espermatozoides, espermograma, microscopía, morfología, movilidad.

## Introducción

Las formas de construir conocimiento y aportar a la ciencia van cambiando con los años, muchos aportes a las ciencias utilizaron solo descripciones de las características de imágenes observadas al ojo humano desnudo o al microscopio óptico o electrónico. En los últimos años se exige más allá del solo saber cómo es, se requiere cuantificar, conocer posición y ubicación, este es un trabajo arduo y complejo que no lo puede hacer el ojo humano; requiere de máquinas para tratar las imágenes y lograr discriminar los objetos en cantidad y posición; se precisan de datos numéricos para obtener conclusiones. Hoy en día para muchas investigaciones es relevante la información de los datos obtenidos del tratamiento de imágenes, ya que se requiere reconocimiento de patrones gráficos y procesamiento de imágenes. En tal sentido, el presente trabajo tiene como objetivo aplicar la técnica de visión por computador para la determinación de características morfológicas del espermatozoide humano. El espermograma es el examen de diagnóstico más importante y sencillo para iniciar el estudio de la fertilidad masculina, en él se evalúan los aspectos físicos del semen, como volumen, pH, viscosidad, color y todos los aspectos celulares que se estudian en el espermatozoide, en relación con la concentración de los mismos, movilidad, morfología y vitalidad; este estudio requiere una valoración detallada por personal especializado, en la actualidad se realiza en clínicas

especializadas (Cardona, 2010). La implementación de métodos eficaces para conocer la fertilidad en el hombre, se ha convertido en uno de los ámbitos de estudio a nivel mundial, donde los sistemas asistidos por computador son los más usados debido a la rapidez y confiabilidad de los datos suministrados. En gran parte de países del mundo, incluido Colombia, a pesar de las ventajas que proporcionan los métodos asistidos, ésta continúa siendo realizada de forma manual, debido principalmente a la poca accesibilidad y el alto costo que tienen estos sistemas en el mercado (Berdugo, Andrade y Cardona, 2009).

Este proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar un método alternativo de análisis del esperma humano, utilizando técnicas de procesamiento de imágenes y visión artificial, y así superar algunas limitaciones identificadas de los métodos cualitativos de la morfología y la movilidad espermática, ya que son factores determinantes en la detección de la fertilidad masculina. En el presente artículo se describe el diseño, implementación y validación experimental del algoritmo de extracción de características y movilidad de espermatozoides mediante el uso de vídeos de muestras seminales, los resultados son validados mediante supervisión por un experto y son ajustados a los estándares y criterios establecidos por la OMS (Vásquez y Vásquez, 2007 ).

### **Materiales y métodos**

En la búsqueda de fortalecer el grupo de investigación de la Universidad Mariana y la interdisciplinariedad de los proyectos, se realizó un acercamiento con la unidad de microscopía de la Universidad del Cauca, laboratorio que cuenta con los equipos necesarios para el análisis de espermograma, para ello fue necesario realizar una interfaz entre el microscopio óptico Nikon-Eclipse y la digitalizadora Leica a través del puerto USB del computador de la Unidad de Microscopía de la Universidad del Cauca, el estudio se realizó para un total de 5 voluntarios sanos, con edades entre 20-35 años, bajo todos los cuidados y recomendaciones establecidos por la OMS. El método de tinción usado para el realce de las características de forma y para mejorar el proceso de identificación de los espermatozoides fue el método de tinción simple, que consiste en adicionar una mezcla de eosina al 5% con una gota de semen, para añadir seguidamente dos gotas de nigrosina (World Health Organization, 2010).

Una de las ventajas que tiene la tinción mediante eosina-nigrosina es que los espermatozoides muertos son permeables a los colorantes a causa de la trituración de la membrana, mientras que los vivos y activos no permiten el paso de los colorantes. Este estudio contó con la colaboración de integrantes del grupo de semilleros de Ingeniería Mecatrónica quienes realizaron la socialización del consentimiento, informado a 5 voluntarios sanos con edades entre los 20-35 años de edad, la recolección se realizó bajo todas las recomendaciones dadas por la unidad de microscopía y la bacterióloga, quien se encargó que las muestras estuvieran en las condiciones adecuadas para el estudio. A cada uno de los voluntarios se le informó en qué consistía el procedimiento, luego se procedió a la captura de una serie de videos en formato MPG con una resolución de 1920 x 1080 píxeles. Dentro de los criterios de éxito para la toma de los videos se estableció que los espermatozoides debían encontrarse debidamente enfocados, la coloración debía permitir la separación de los objetos del fondo y principalmente cubrir un área donde el número de espermas fuera suficiente para caracterizar de manera morfológica la muestra.

Dentro de las variantes del experimento se encontraba la técnica de iluminación y el tipo de objetivos, de los cuales se tomaron dos objetivos 40x y 100x, en cada uno de los escenarios se colocó un patrón de testigo, a fin de determinar las proporciones y relación de mediciones de las muestras. Para realizar una valoración óptima del esperma, es necesario que la muestra sea recolectada de 2 a 5 días de abstinencia.

Los resultados de los análisis seminales son un componente central de las pruebas de fertilidad masculina. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la infertilidad masculina basándose en el volumen, concentración de espermatozoides, porcentaje de espermatozoides normales y características de movilidad, para el análisis de la muestra seminal es necesario la preparación de dos mezclas a fin de garantizar un porcentaje de confiabilidad del 95%, los resultados son comparados con tablas que permiten establecer la fiabilidad de la valoración, si el error es mayor habrá que hacer dos nuevas preparaciones y empezar de nuevo. Dentro de las características importantes que permiten establecer el grado de fertilidad de la muestra es la motilidad, la proporción de espermatozoides vivos y muertos, este proceso se obtiene mediante el análisis de 200 espermatozoides en 2 muestras distintas en 5 campos diferentes, a fin de establecer la fiabilidad del examen.

La OMS clasifica la movilidad en cuatro categorías: Los tipo A son aquellos que tienen un movimiento progresivo y rápido, los tipo B son aquellos que realizan movimientos circulares, los tipo C cuyo desplazamiento es lento y los tipo D aquellos que se encuentran inmóviles (Vásquez y Vásquez, 2007). Por último, es posible realizar una clasificación a partir de la morfología del espermatozoide, donde se puede identificar alteraciones en regiones localizadas, como: cabeza, cuello, flagelo y combinadas, según algunos criterios se acepta como normal una morfología con 30%, lo cual es una de las variables que explican el porcentaje alto de infertilidad que hoy existe; cuando no se cumple con el porcentaje de formas normales se denomina teratozoospermia (Vásquez y Vásquez, 2007). Teniendo en cuenta los valores morfométricos y la forma del espermatozoide éste se puede clasificar como normal o anormal de forma automática (Gravance, Vishwanath, Pitt y Casey, 1996).

### **Procesamiento de imágenes**

La visión artificial, también conocida como visión por computador (del inglés Computer Vision) o visión técnica, es un subcampo de la inteligencia artificial. El propósito de la visión artificial es programar un computador para que “entienda” una escena o las características de una imagen. (Anónimo, 2011, p. 17).

Dicho de otro modo, la visión artificial es un análisis de imágenes a través de computadoras para obtener una descripción de los objetos físicos que son captados por la cámara, aportando datos que pueden ser utilizados para hacer análisis cuantitativos y/o cualitativos.

El análisis de imágenes por computador proporciona elementos importantes de las imágenes en estudio; estos elementos darán las categorías e indicadores que permitirán emitir conceptos teóricos dicentes sobre el objeto real, físico, objeto de investigación. Es decir, un análisis riguroso y sistemático, debe proporcionar en el investigador el concepto de cómo es el objeto estudiado, para que pueda crear en su pensamiento la imagen real del objeto y pueda con ella analizar y explicar teóricamente la pregunta en cuestión. Con este tratamiento de las imágenes se logra discriminar los objetos en cantidad y posición, ya que se requiere de datos numéricos para obtener conclusiones. Es importante reconocer que:

Hoy por hoy la visión por computador a veces no siempre es la mejor solución a un problema. Existen muchas ocasiones en las que el problema es tan complejo que la solución humana sigue siendo lo ideal (...). A veces, las soluciones humanas tienden a ser inexactas o subjetivas y en ocasiones lentas y presentan una ausencia de rigor así como una pobre percepción. (Suárez, 2009, p. 11).

Por lo anterior, es importante tener claro que la calidad en análisis de cualquier información depende del investigador.

Para el desarrollo software de la herramienta de análisis de esperma fue necesario la realización de las siguientes etapas; la primera etapa, consistió el procesamiento de las imágenes, filtrado de ruido debido a brillos indeseados y cambios de iluminación. Una de las principales problemáticas de la técnica de microscopía usada es que el contraste de las imágenes es alto, por lo cual se hace pertinente aplicar un suavizado a las imágenes sin perder información de los bordes, como es el caso del filtro Kuwahara, un filtro no lineal, donde se atenúan las componentes de alta frecuencia que no pertenecen a los bordes (González y Woods, 2008); la segunda etapa describe el proceso de segmentación e identificación de los espermatozoides mediante método de acumulación de fondo (Mixture of Gaussians) modelo que permite acceder a los valores de intensidad de cada píxel y determina las intensidades más probables que permiten establecer el fondo. De esta manera se obtiene una imagen de probabilidades, donde el valor 1 corresponde al valor mayor de probabilidad (100% de que el píxel sea el objeto en movimiento) y 0 la probabilidad de que el objeto sea el fondo. El filtrado previo permite minimizar el efecto del ruido sobre las imágenes, sin alterar el borde externo de las regiones que componen la imagen y además mantienen las regiones conectadas de la misma que describen detalles significativos.

De esta manera, es necesario la identificación de los espermatozoides individuales mediante búsqueda de los contornos y asignación de una etiqueta a cada objeto encontrado, a fin de determinar aquellos candidatos que tienen las características más probables de un espermatozoide. Para esto se procede a extraer características de color y textura, que permita diferenciación de los espermatozoides vivos de muertos. Otras características como la textura (entropía y similaridad) permite la separación de espermatozoides de los demás objetos presentes en la muestra. Luego de este proceso se realizó la tercera etapa, encargada de extracción de características morfológicas (largo, ancho, área, perímetro, regularidad, elongación y rugosidad); la cuarta etapa consiste en el desarrollo de algoritmo de seguimiento de espermatozoides individuales para determinar parámetros cinemáticos, como frecuencia, velocidad promedio, velocidad media, rapidez, desplazamiento y espacio recorrido. Como etapa final se realiza validación estadística por parte de los expertos y entrenamiento de una red mediante una máquina de soporte vectorial (Katz et al., 2005).

## **Resultados**

Una vez obtenida la imagen segmentada se procede al filtrado morfológico para eliminar las partículas presentes en las imágenes, es decir, aquellas que tienen tamaños inferiores al objeto de interés. Una vez identificado el centro de masa de movimiento se procede a realizar una segmentación multinivel, con el fin de realizar la separación de cabeza y pieza media del espermatozoide; para el cumplimiento de este objetivo se procede a usar el espacio de color HLS (hue, luminance, Saturation) donde se puede realizar una segmentación por rangos de color; mediante la técnica de crecimiento de regiones se obtienen los siguientes resultados:

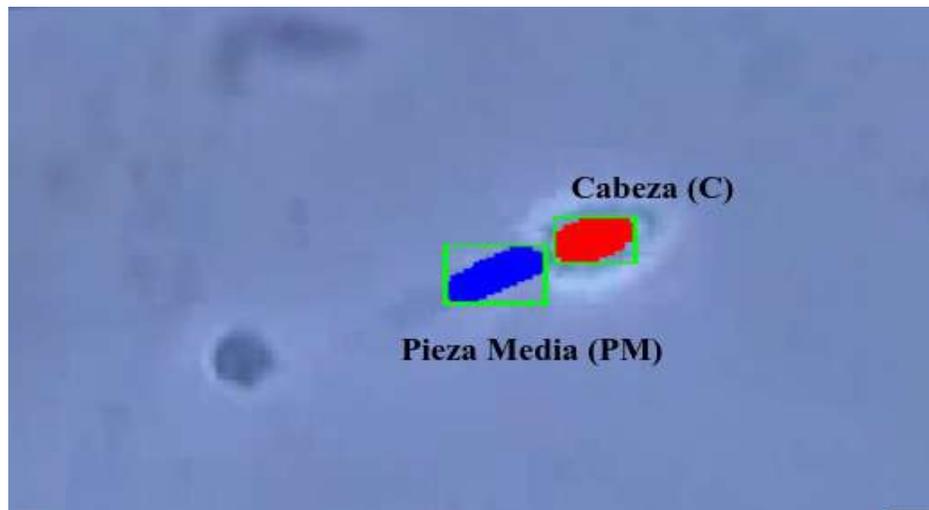


Figura 1. Segmentación de imágenes basado en espacio de color HLS.

Una vez realizado el proceso de segmentación es posible obtener datos mediante la extracción de características, para ello, es necesario identificar los contornos de todos los candidatos posibles. La determinación de características (redondez, regularidad y perímetro) sumado con la identificación de la pieza media permiten establecer si un espermatozoide es normal. A partir de estos datos y mediante una valoración por parte de un experto es posible realizar el entrenamiento y clasificación en dos categorías: normales y anormales. A continuación se muestra la matriz de confusión para la clasificación según morfología. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Segmentación de imágenes basado en espacio de color HLS

Experto	Software	
	Normal	Anormal
Normal	68	8
Anormal	14	110

Estos datos permiten establecer que existe un 89.4 % de fiabilidad para la clasificación de un espermatozoide normal y un 88.7% para la clasificación de un espermatozoide anormal. Luego del proceso de identificación de los espermatozoides se procede a aplicar el algoritmo de seguimiento basado en criterios de mínima distancia, para lo cual se aplicó secuencia de 120 segundos y se realizó la extracción parámetros cinemáticos. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros cinemáticos de la velocidad de espermatozoides

Tipo	Número espermatozoides	Porcentaje (%)	Velocidad ( $\mu\text{m/s}$ )
A	45	22.5	$45.2 \pm 10.1$
B	22	11	$10.2 \pm 12.5$
C	45	21	$7.5 \pm 5.2$
D	79	41.5	$0.5 \pm 0.1$
Total	200	100	

Los datos obtenidos permiten encontrar porcentajes de fiabilidad por encima de los valores encontrados para los parámetros de morfología, además se puede observar a partir de la matriz de confusión que los errores se establecen para categorías subyacentes, la categoría A es confundida con la B para algunas clasificaciones, esto puede ser por la resolución de la velocidad, ya que puede estar oscilando alrededor del umbral definido. La fiabilidad del sistema puede observarse a continuación. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. *Fiabilidad en la clasificación de movilidad*

Tipo	Software	Experto	Fiabilidad (%)
A	47	51	92.1
B	23	25	92.0
C	42	45	93.3
D	79	40	91.14
Total	200	200	100

### Divulgación de resultados

Dentro de los principales efectos del desarrollo de esta investigación fue la divulgación de resultados del proyecto titulado “Diseño de un sistema de visión por computador en tiempo real para la determinación de características morfológicas y movilidad de esperma humano” que fue presentado en modalidad de ponencia oral en el Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería, CICI 2016, uno de los eventos internacionales más importantes de la región de la Orinoquía colombiana. CICI fue organizado por la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad de los Llanos (Unillanos), el cual se llevó a cabo en la ciudad de Villavicencio – Colombia, del 19 al 21 de octubre de 2016; días en los que se logró fortalecer y enriquecer los conocimientos en las áreas de ingeniería matemática, física y medio ambiente.

Uno de los principales contactos que se realizó fue mediante la asistencia a la charla magistral del Dr. Haibo Wang, quien actualmente es científico de investigación en *Philips Research North America*, Cambridge, Estados Unidos. Su investigación abarca principalmente la aplicación de la visión por computador para resolver nuevos problemas en el área de la salud y biometría. Haibo Wang recibió su doctorado en visión por computador y reconocimiento de patrones de la Academia China de Ciencias en 2011 y un grado Cotutelle Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad de Ciencias y Tecnologías de Lille, Francia.



Figura 2. Divulgación de resultados en Congreso CICI 2016 y presentación en III Exposición de trabajos de la Universidad Mariana.

Esta experiencia permitió encontrar nuevas herramientas y posibles soluciones al problema de investigación, como técnicas de identificación y seguimiento actuales, basados en inteligencia artificial, lo cual permitirá mejorar los resultados de fiabilidad de detección del algoritmo actual. La ponencia fue publicada dentro de las memorias del Congreso CICI 2016 “Uniendo fronteras desde la Orinoquía para el mundo”. El proyecto, además, permitió el fortalecimiento del grupo de semilleros del grupo de Ingeniería Mecatrónica, mediante la propuesta de 4 proyectos de investigación en el marco de la III Exposición de Trabajos de Investigación - La investigación al Centro, donde se obtuvieron reconocimientos en las diferentes modalidades; el evento tuvo lugar los días 27 y 28 de octubre de 2016.

### Conclusiones

En este artículo se describe las experiencias relacionadas al desarrollo e implementación de una herramienta computacional basada en técnicas de visión artificial para determinar el grado de fertilidad masculina; el proyecto fue socializado en el Congreso Internacional, el cual permitió la generación de nuevo conocimiento mediante la formulación de proyectos en el ámbito nacional e internacional. El sistema implementado identificó los parámetros que determinan si un espermatozoide es normal, teniendo en cuenta las características de la cabeza y pieza media para el objetivo óptico (40x). Dentro de las características medidas se encuentra principalmente la elongación, regularidad y la redondez (cabeza), mientras que para la pieza media se hace identificación del número piezas medias presentes, datos que permiten establecer con alto margen de fiabilidad si un espermatozoide es normal.

El sistema permita realizar el seguimiento de hasta 100 espermatozoides individuales en tiempo real y realizar medición de velocidad media, desplazamiento, distancia recorrida y frecuencia con un grado de resolución de 10 micras. También permitió la identificación y clasificación, a partir de un sistema basado en máquinas de soporte vectorial, obteniendo una exactitud en los resultados para la identificación de espermatozoides normales del 89.4% y para el conteo de espermatozoides muertos del 91.1% (datos que se pueden deducir de la categoría D de movilidad). Asimismo, el software evidenció un buen desempeño en relación a los datos obtenidos por el experto, sin embargo, para una validación más eficaz es necesario tomar un mayor número de muestras para uso en centros especializados, de esta manera, se cumple con el objetivo principal que es la implementación de una herramienta de apoyo a bajo costo y de fácil uso.

### Referencias

- Anónimo. (10 de octubre, 2011). *Visión artificial*. Recuperado de [cepage.weebly.com/uploads/2/1/0/9/21096220/int\\_artifi.docx](http://cepage.weebly.com/uploads/2/1/0/9/21096220/int_artifi.docx)
- Berdugo, J., Andrade, F. y Cardona, W. (2009). Semen parameters in fertile men from two South American populations. *Archivos Españoles de Urología*, 62(8), 646-650.
- Cardona, W. (2010). Manual de procesamiento de semen humano de la Organización Mundial de la Salud. *Actas Urológicas Españolas*, 34(7), 577-578. doi: 10.1016/j.acuro.2010.05.002
- González R. y Woods R. (2008). *Digital Image Processing: Principles and Applications*. United States of America: Prentice Hall.
- Gravance, C., Vishwanath, R., Pitt, C. y Casey, P. (1996). Computer automated morphometric analysis of bull sperm heads. *Theriogenology*, 46(7), 1.205-1.215. doi: 10.1016/S0093-691X(96)00291-9

Katz, D., Overstreet, J., Samuels, S., Niswander, P., Bloom, T. y Lewis, E. (1986). Morphometric analysis of spermatozoa in the assessment of human male fertility. *Journal of Andrology*, 7, 203-210. doi: 10.1002/j.1939-4640.1986.tb00913.x

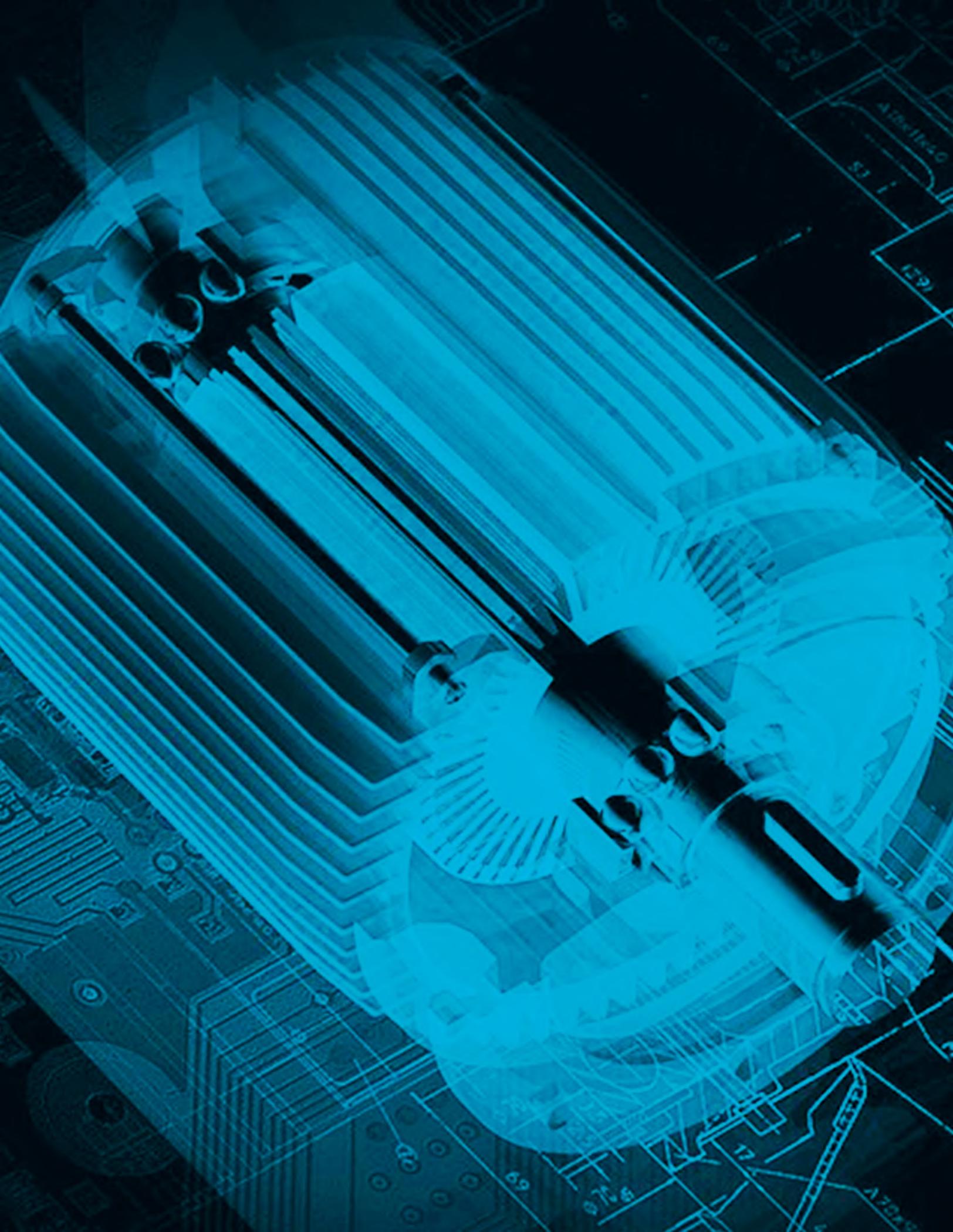
Suárez, Á. (2009). *Análisis de métodos de procesamiento de imágenes estereoscópicas forestales* (tesis de maestría). Universidad Complutense de Madrid, España.

Vásquez F., Vásquez D. (2007). Espermograma y su utilidad clínica. *Revista Salud Uninorte*, 23(2), 220-230.

World Health Organization. (1992). *Laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Semen-Cervical Mucus Interaction* (3<sup>ra</sup> ed.) Cambridge, U.K.: Cambridge University Press

World Health Organization. (2010). *WHO laboratory manual for examination of human semen and sperm cervical mucus interaction* (5<sup>ta</sup> ed.). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press. Recuperado de [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44261/9789241547789\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44261/9789241547789_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**



# Vinculación del Programa Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Mariana a la Red Nacional de Ingeniería Mecatrónica y Automática

**Fabio Camilo Gómez Meneses**  
**Dagoberto Mayorca Torres**  
**Edison Viveros Villada**  
Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Mariana

## Resumen

La Universidad Mariana y el programa de Ingeniería Mecatrónica cumpliendo con los planes de investigación realizó la vinculación a una de las redes reconocidas en el campo de la Mecatrónica como es la RED RIMA; red liderada por la Universidad Piloto de Bogotá que busca entre las universidad participantes procesos de movilidad, flexibilidad y el intercambio de estudiantes y docentes, además de mejorar en los procesos de re significación de las líneas curriculares e investigativas, con un solo objetivo, formar profesionales idóneos para nuestro entorno.

**Palabras clave:** mecatrónica, movilidad, Red Rima.

## Introducción

Los programas académicos de las universidades en el país, para cumplir con los requisitos del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), deben impulsar estrategias que conlleven a garantizar su permanencia académica mediante procesos de autoevaluación, donde una de las variables a evaluar es la investigación, proceso que se fortalece cuando los grupos de investigación y sus investigadores pertenecen a diferentes redes de corte nacional e internacional en el área específica del conocimiento del programa académico.

De esta manera, el programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Mariana en su plan de crecimiento, investigación y reconocimiento, en el año 2016 se propuso como objetivo hacer parte de una de las redes más reconocidas en el país dentro del área de la Mecatrónica, como es la RED RIMA (Red Colombiana de Ingeniería Mecatrónica y Automática).

En el mes de septiembre se realizó la solicitud para hacer la vinculación a la RED, la cual fue aceptada; para ello, la participación de la Universidad Mariana se hizo en la reunión que se desarrolló en la Universidad Santo Tomas en la ciudad de Bucaramanga, dentro del V Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica.

## Desarrollo

La Universidad Mariana con su programa de Ingeniería Mecatrónica se vinculó en el segundo semestre del año 2016 a la RED RIMA. Red de carácter nacional que viene trabajando hace 6 años bajo la dirección del Ph.D. Jaime Duran, decano de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Piloto de Bogotá, el propósito de ésta es generar procesos de movilidad, de flexibilidad y el intercambio de estudiantes y docentes entre las diferentes universidades que integran la RED, con el fin de hacer de la Mecatrónica una carrera uniforme en todo el país, esta movilidad presenta componentes académicos e investigativos entre universidades.

Los objetivos que se trabajan en la RED RIMA son:

- Analizar el estado actual de los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Automatización en el país.
- Realizar actividades que permitan la consolidación de la RED como un capítulo de ACOFI, (Asociación Colombiana De Ingeniería) a nivel académico y empresarial.
- Definir el perfil del Ingeniero Mecatrónico y del Ingeniero en Automatización entre los programas de pregrado y postgrado en el país.
- Revisar las áreas de formación en ciencias básicas, ingeniería, profesional, socio-humanísticas y administrativas.
- Establecer los lineamientos curriculares en los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Automatización en Colombia. (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería [ACOFI], s.f., párr. 1).

Además, otras actividades que son realizadas por la RED RIMA, en conjunto con las universidades son:

- Convenio de movilidad académica
- Consolidar Revista Colombiana de Mecatrónica & Automatización (RNMA).
- Documento estado Actual de los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Automatización.
- Módulo virtual de comunicación para los integrantes del capítulo de Mecatrónica y Automatización
- Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización (CIIMA). (ACOFI, s.f., párr. 4).

En el mes de octubre del 2016 el MSc. Fabio Camilo Gómez coordinador de investigación, en representación del programa de Ingeniería Mecatrónica, participó en la reunión nacional de la RED RIMA, donde se realizó la vinculación de la Universidad Mariana, la reunión se desarrolló dentro del marco del V Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización – CIIMA 2016, realizado el día 28 de octubre en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, en el Campus de Floridablanca.

Este congreso se viene realizando cada año en diferentes sedes de las universidades participantes de la red, donde se hace un intercambio de conocimiento en el área de la Mecatrónica y la Automática de nuestro país; se cuenta con la participación de ponencias de expertos de corte internacional, de docentes y estudiantes de Mecatrónica con trabajos resultados del ejercicio investigativo y académico.

A lo largo de la existencia de la RED RIMA, las diferentes sedes donde se han realizado los congresos, han sido las siguientes:

- 2012 – Universidad Autónoma de Occidente – Cali.
- 2013 –Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Fundación Universidad Agraria de Colombia, Universidad de San Buenaventura, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Piloto de Colombia, Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Universidad Antonio Nariño, Universidad de Boyacá y Universidad de La Salle. – Bogotá.

- 2014 – Universidad Tecnológica de Bolívar – Cartagena.
- 2015 – Escuela de Ingeniería de Antioquia – Medellín.
- 2016 – Universidad Santo Tomás – Bucaramanga. (ASCOFI, s.f., párr. 5).

Para el año 2017 la sede del congreso será la Universidad de Caldas en la ciudad de Manizales; además la RED RIMA, para ese año realizará dos reuniones nacionales, la primera en el mes de marzo, donde la Universidad Mariana será la anfitriona de esta reunión en su cincuentenario, acoplándose al primer Simposio de Ingeniería Mecatrónica del suroccidente colombiano, y la segunda reunión, junto con el Congreso Internacional, se realizará en la ciudad de Manizales en la Universidad de Caldas.

La reunión que se trabajara en la Universidad Mariana, tendrá como tema central, la resignificación de las líneas de investigación de los programas de Mecatrónica, también se realizará la presentación del documento sobre historia de la Ingeniería Mecatrónica en el país, documento compilado por la Universidad Autónoma de Occidente, que será presentado para la publicación en ACOFI.

Todos los temas que se manejan dentro de la reunión tienen como propósito mejorar los procesos de colaboración interinstitucional, visibilidad y posicionamiento de la Mecatrónica y automatización en el país, acciones que se reflejan en la realización de mejores prácticas para la docencia, la investigación, la proyección social y la internacionalización.

Cabe resaltar que, una de las temáticas trabajadas en la reunión que se realizó en la ciudad de Bucaramanga en el marco del V Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización, fue la vinculación formal de la Universidad Mariana a la RED RIMA.

El desarrollo de la reunión tuvo el siguiente itinerario:

- Verificación de Quorum, en este punto se identificó la participación de 17 representantes, decanos y directores de universidades del país que cuentan con Ingeniería Mecatrónica y Automatización, además de la participación de una universidad de CHILE que se vinculó a esta red y el director de ACOFI.
- La intención de la reunión es unir conceptos y buscar en conjunto el futuro de la Ingeniería Mecatrónica para el país, además de entender del concepto de mecatrónica.
- Buscar la realización de trabajos mancomunados entre todas las universidades en una resignificación curricular, hacia la homogeneidad de conocimiento; saber cuál es el objeto de estudio y de aprendizaje, tratando de hacer la comparación entre el ingeniero mecatrónico con un mecánico o electrónico.
- Se realizó un proceso de reflexión de todos los integrantes de la Red sobre la importancia de la ética en la Mecatrónica y cómo debemos trabajar con los estudiantes; algunas de las propuestas fueron: evitar el autoplagio, promover el uso de libro, hacer que los docentes no trabajen libro al pie de la letra con sus ejercicios sin citarlos, evitar la falta a terceros en los procesos de extensión, y cómo evaluar la ética en el aula de clase.
- Generar un convenio de la red con Colciencias para traer al país conferencistas internacionales y que sean de acceso gratuito para las instituciones de la red.
- Hacer del convenio PUMMA una realidad en la movilidad de los estudiantes entre universidades, haciendo de éste un proceso flexible de fácil movilidad e intercambio, bien sea de experiencias estudiantiles o docentes.

- Crear entre regiones cercanas por su geografía unos NODOS de trabajo, donde se reúnan de manera periódica (fuera de las reuniones de la red RIMA) y busquen la generación de propuestas y nuevas perspectivas de trabajo académico e investigativo; para nuestro caso se estableció el Nodo Sur, conformado por la Universidad Mariana, la Universidad del Cauca, el Instituto Comfacaucá y la Universidad Autónoma de Occidente del Valle, para lo cual se pactó reuniones a finales de junio, con el fin de armar planes de trabajo y presentarlos a la red en el mes de octubre.
- Se realizó la vinculación formal a la RED RIMA de tres programas, uno, el Instituto Tecnológico de Mecatrónica de Chile, la Universidad Antonio Nariño sede Bogotá y la Universidad Mariana, de la cual aceptaron con gusto la vinculación, reconociendo a la universidad por visitas anteriores, ya que el director de la red fue el par académico de uno de los programas de la facultad de Ingeniería; además de aceptar al MSc. Fabio Camilo Gómez, como representante de la Universidad Mariana ante la red para las próximas reuniones, ya que es importante la continuidad de los integrantes, ya sean coordinadores, directores, decanos o docentes, pues prima el hecho de hacer parte del programa y trabajar para su crecimiento y desarrollo.
- Para este proceso se tuvo que presentar los siguientes documentos: la carta de intención por parte de las directivas de la institución (ésta se envió antes de la reunión), la participación de un representante a la reunión de la red y un manifiesto de adhesión que se adjunta a la carta con el convenio PUMMA.
- Generar espacios de movilidad estudiantil, donde la Universidad Piloto de Bogotá tiene convenio con las empresas SIEMENS y FESTO, en las cuales se puede llevar estudiantes de cualquier programa para recibir capacitación por parte de estas empresas, además, hacen entrega de la respectiva certificación; el único requisito que solicitan es que sea un número igual o mayor a 30 estudiantes.
- Como la red es un capítulo de ACOFI, se solita a los representantes de cada universidad enviar unos documentos que informen sobre la existencia de la Mecatrónica en cada universidad para hacer una compilación y posteriormente publicarla como texto en un capítulo de libro de ACOFI.
- Finalmente, se presentó el VI Congreso Internacional de 2017, que se realizará en la ciudad de Manizales, donde la Universidad de Caldas será la anfitriona, junto con el sector productivo e industrial con los cuales tienen convenios; asimismo, se solicitó ir preparando ponencias y participación estudiantil para hacer de éste un evento exitoso.

### Conclusión

Es una excelente opción para el crecimiento del programa y el reconocimiento del mismo, tanto a nivel nacional, como internacional, ya que hacen parte de la red universidades de Ecuador y Chile; además, que mejora la perspectiva laboral, académica e investigativa de los futuros Ingenieros Mecatrónicos de la Universidad Mariana.

### Referencias

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (s.f.). *Capítulo de Ingeniería Mecatrónica y Automatización*. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/capitulos/aspectos-generales-del-capitulo-de-ingenieria-mecatronica-y-automatizacion/>

**Experiencias de capacidad científica,  
desarrollo tecnológico e innovación en los  
grupos de investigación de la Facultad de  
Ingeniería - Universidad Mariana**





# Capítulo 5.

## Ingeniería Civil



# Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un suelo en el municipio de Taminango (N)

**Yeimy Ordoñez Muñoz**  
**Tiana Carolinn Mejía Peña**  
Ingeniería Civil  
Universidad Mariana

## Resumen

La investigación se basa en la caracterización de un suelo mítico proveniente del municipio de Taminango (Nariño), el cual fue utilizado en años pasados por sus habitantes como revoque para interiores en las viviendas de bajos recursos. Se inició con un estudio sobre el arte de esta técnica, posteriormente se clasificó mediante el sistema de clasificación de suelos (SUCS), por medio del cual se lo pudo definir como una arcilla de alta plasticidad. Lo anterior, fue corroborado con pruebas fisicoquímicas, donde se obtuvo un tamaño de partículas menor a 0.002 mm y el elemento más abundante en su estructura química fue el silicio. Además, se realizaron pruebas de revestimiento con dos factores: humedad y número de capas; también se realizó un análisis de imágenes fotográficas del revestido, con el fin de encontrar el porcentaje de agrietamiento por unidad de área mediante el conteo de píxeles en el programa *Python*. Finalmente, se realizó un diseño experimental basado en el modelo Genichi Taguchi donde se involucraron los factores mencionados; de esta manera, se obtuvo que, el factor más preponderante es el número de capas y el menor porcentaje de agrietamiento se dio a medida que aumentó el número de capas en el revoque.

**Palabras clave:** agrietamiento, arcilla, capas, humedad, plasticidad, revestimiento, suelo.

## Introducción

La planificación eficiente viene dada por el reconocimiento y caracterización de los recursos naturales, como su comportamiento, potencial y ubicación, siendo uno de los recursos más importantes: el suelo; reconocido como materia prima o material de construcción, cuya utilidad potencial está ligada a sus propiedades físicas, químicas y mecánicas (Nadeo y Leoni, s.f.).

Hoy en día, muchos materiales que son utilizados para la construcción presentan un grado de toxicidad, debido al contenido de elementos nocivos (como poliuretano, plomo, polímeros, etc.), de esta manera, los materiales ecológicos se constituyen como una alternativa para la construcción de edificaciones que minimizan los riesgos en la salud y a la vez son amigables con el medio ambiente (Susunaga, 2014).

Según la OMS, Organización Mundial de la salud, el 20% de la población occidental está afectada por el Síndrome del Edificio Enfermo, conjunto de molestias causadas por los factores contaminantes en el interior de las viviendas modernas. La influencia de la mayoría de los materiales que nos rodean no está aún analizada, dificultado por los muchos ingredientes sin declarar y por las nuevas composiciones creadas, cuyos efectos aún no conocemos. (Zavala y Reineche, s.f., p. 1).

La arcilla, tierra arcillosa o tierra cruda (sin cocer) ha sido utilizada para construir en todos los continentes y en todas las edades de la humanidad, desde que los hombres primitivos decidieron juntarse en asentamientos permanentes (...). En la edad moderna, se ha estimado que entre un tercio y la mitad de la población del mundo vive en casas hechas de tierra. (Nitzkin, 2013, párr. 1).

Es por ello que, un estudio de materiales alternativos utilizados tradicionalmente resulta importante a nivel ecológico, por la preservación de técnicas artesanales y la reducción de costos; la arcilla o mortero de barro es un material ecológico que se utilizaba como revestimiento de paredes interiores en sustitución de yeso. La utilización de dichos materiales, se fundamentan en que:

El 80% de la climatización de una habitación está directamente influenciada por los primeros 2 cm. de pared, un revoco de barro actúa en el clima interior a través de su principal propiedad física natural: la regulación del nivel de humedad de forma automática. La humedad relativa del aire, en una sala revestida con un mortero de barro de calidad y de espesor a partir de 15mm, siempre estará alrededor de un 55% a un 60%; el nivel de humedad óptimo para el desarrollo de la actividad humana. (Zavala y Reineche, s.f., p. 2).

Una muestra de su uso actual, se lo puede vislumbrar en el municipio de Taminango (Nariño), con la utilización de la arcilla como una alternativa económica y ambientalmente aceptable para la realización de acabados en interiores por gran parte de la comunidad de bajos recursos de este municipio.

Taminango se encuentra localizado a 86 kilómetros al norte de la capital del departamento de Nariño. Limitando por el norte con Policarpa, el Rosario y el departamento del Cauca; por el sur con San Lorenzo, el Tambo y Chachaguí; por el oriente con San Lorenzo; y por el occidente con el Tambo y Policarpa. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.500 metros, con temperatura media de 20 grados centígrados. Tiene 17.320 habitantes aproximadamente, que basan su economía en actividades como la agricultura, ganadería, contando con una extensión de 23214.7 hectáreas, que representan el 0.7 % del total de la superficie del departamento de Nariño (Alcaldía de Taminango, s.f.).

Del suelo de Taminango se determinó las características fisicoquímicas y mecánicas, estableciendo su viabilidad en la construcción de obras civiles. El material estudiado es totalmente natural y usado artesanalmente sin ningún tipo de químicos artificiales contaminantes; sin embargo, fue necesario estudiar el comportamiento del suelo como revestimiento, utilizando un par de condiciones ambientales; la práctica se realizó a temperatura ambiente de la ciudad de Pasto y de la del municipio de Taminango, además, se buscaron alternativas para mejorarlo, con el fin de incrementar sus capacidades mecánicas, contribuyendo así a una construcción sostenible, rentable y segura.

Para iniciar se realizó la ubicación del suelo místico para su respectivo análisis; primero una caracterización visual del suelo, ensayos de laboratorio y pruebas fisicoquímicas que dictaminaron algunos parámetros, los cuales definieron al suelo en investigación como arcilla. Posteriormente, el estudio se centró en el diseño experimental, poco a poco se fueron reconociendo los parámetros que afectan el comportamiento de este suelo como material de revestimiento. El análisis se basó en la propuesta desarrollada por Genichi Taguchi, que implica la identificación de parámetros de factores de control, de ruido y respuesta. Mediante un análisis de imágenes se logró completar estos parámetros, siendo las imágenes la respuesta adecuada para poder correr el diseño experimental; de esta manera se determinó que el parámetro que afecta directamente el comportamiento de la arcilla como revestimiento es el número de capas.

### **Marco teórico y estado del arte**

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. (FAO, s.f., párr. 1).

Las características del suelo marcan la diferencia entre uno y otro; aspectos como el color, olor, pueden definirse a simple vista, sin embargo, otras propiedades se obtienen con ensayos o procesos de laboratorio, como sus características físicas, químicas y mecánicas. La microscopia de Barrido SEM Proporciona información morfológica, topográfica y composicional de las superficies de los materiales. (González, 2005).

Desde el punto de vista de su empleo como material de construcción, el suelo se caracteriza en dos grandes grupos; los suelos finos, compuestos por arcillas y limos y los suelos gruesos formados por arenas y gravas. Estos dos grupos se fraccionan en subgrupos, tomando en cuenta la granulometría o distribución de los diferentes tamaños de partículas que contienen y la plasticidad que ofrecen con diferentes contenidos de humedad. (Toirac, 2008, p. 526).

La utilización de suelos arcillosos como revestimiento es la nueva alternativa en el sector de la construcción, existen gran cantidad de materiales sintéticos para revestimientos, sin embargo, las arcillas son el material que ofrece la naturaleza, “está disponible en una amplia gama de colores minerales y texturas, brinda interesantes y múltiples posibilidades de diseño. Es 100% reciclable, accesible y económico” (Zavala y Reinecke, s.f., p. 1).

### **Estado del arte - Técnicas tradicionales**

La tradición del uso del suelo para revestimiento viene desde muchos años atrás en el municipio de Taminango, donde empíricamente las personas tomaban una porción de cierto tipo de suelo y mezclándola con agua cubrían las paredes de sus viviendas como revestimiento, posteriormente, en algunos casos aplicaban cal o pintura en busca de dar un mejor acabado. Además según los habitantes de esta región también utilizaban este tipo de suelo para la realización de artesanías, como utensilios para la cocina. Convirtiéndose así en una técnica sencilla, económica y eficiente para los habitantes de este municipio.

Analizando el método que usaban para la aplicación de este suelo como revestimiento se concluyó que había gran importancia en la relación de agua-suelo, donde prevalecía a simple vista la consistencia de la mezcla, sin embargo, como lo realizaban de manera empírica, los artesanos no tenían la noción real de dicha relación. Por ello, se realizaron pruebas *in situ* con la colaboración de un habitante oriundo de Taminango, quien tenía vasta experiencia en la técnica utilizada; para tal fin, se realizaron varias mezclas en diferentes recipientes, hasta encontrar la consistencia adecuada según su criterio. A partir de esto se definió que la relación agua- suelo más propicia era 1-0.8 y 1-0.6. (Ver Figura 1).



Figura 1. Mezclas artesanales para relación agua-suelo.

### **Metodología**

El desarrollo del presente estudio se realizó en el municipio de Taminango, lugar donde se encuentran las muestras de estudio; los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en los laboratorios de suelos ubicados en las instalaciones de la Universidad Mariana sede Alvernia (Pasto –Nariño). Posteriormente, se realizó un análisis fisicoquímico en los laboratorios de microscopía electrónica en la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad del Valle.

#### **Caracterización del suelo - descripción del suelo *in situ***

Usando el examen visual mediante ensayos manuales simples y basados en la Norma I.N.V. E – 102 –07 Descripción e identificación de suelos (procedimiento visual y manual) (Instituto Nacional de Vías, s.f.), se realizó una caracterización visual y manual de las propiedades del suelo *in situ* (ver Figura 2), entre ellas:

- Textura.
- Color.
- Olor.
- Condición de humedad.
- Consistencia.
- Estructura.



Figura 2. Obtención de la muestra de suelo.

### Ensayos de laboratorio

Se efectuaron diferentes pruebas de laboratorio basadas en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (*Unified Soil Classification System* [USCS]) y en la norma INVIAS, con el fin de describir la textura y el tamaño de las partículas del suelo, para poder clasificarlo. (Ver Tabla 1; Figuras 3, 4 y 5).

Tabla 1. *Ensayos de laboratorio realizadas a la muestra de suelo*

Estudio	Método
Descripción e identificación de suelos.	visual y manual
Contenido de humedad.	Norma INV E- 122-13 de secado al horno
Granulometría.	Preparación en seco de muestras de suelo por vía seca para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas.
Límite líquido.	Límites de Atterberg, (método multipunto).
Límite de plasticidad.	Límites de Atterberg, (moldeo manual de rollos).
Gravedad específica.	Picnómetro.



Figura 3. Pruebas de laboratorio.

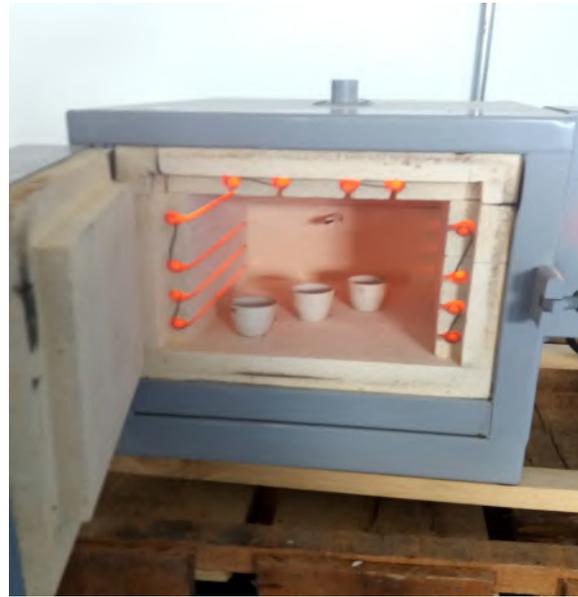


Figura 5. Ensayos de laboratorio (contenido de materia orgánica).



Figura 4. Ensayos de laboratorio (límites de Atterberg).

### Pruebas de campo de estucado

En busca de conocer el comportamiento de la arcilla como un revestimiento, se realizaron unas pruebas preliminares de estucado, simulando para ello, una pequeña porción de pared en un bloque. Esta labor fue realizada por un maestro de obra, quien se basó en su experiencia para colocar el estucado y el grosor normal de uso. (Ver Figura 6).



Figura 6. Revoque sobre ladrillo farol con el suelo de estudio.

## Pruebas fisicoquímicas

Estas pruebas se realizaron en los laboratorios de Microscopia Electrónica en la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad del Valle, utilizando el siguiente procedimiento: Las muestras se adhieren sobre una cinta de carbono, posteriormente, se realizó un metalizado superficial con oro (equipo Denton Vacuum Modelo Desk IV), con el fin de generar una superficie conductora. A continuación, se realizó la inspección en un microscopio JEOL Modelo JSM 6490 LV en el modo de electrones retrodispersados mediante un voltaje de aceleración de 20kV.

Las magnificaciones a las cuales se tomaron las imágenes fueron 50X, 100X y 200X; adicionalmente, se efectuó microanálisis químico sobre varias áreas de inspección, por medio de la sonda EDS de Oxford Instrument Modelo INCA PentaFETx3.

## Diseño experimental

Una vez que se realizaron los ensayos de campo, se determinaron los posibles factores que quizá afectaron la calidad del estucado. Se decide seguir el procedimiento de diseño experimental desarrollado por Genichi Taguchi, que implica la identificación de parámetros de factores de control, ruido y respuesta. (Ver Figura 7).

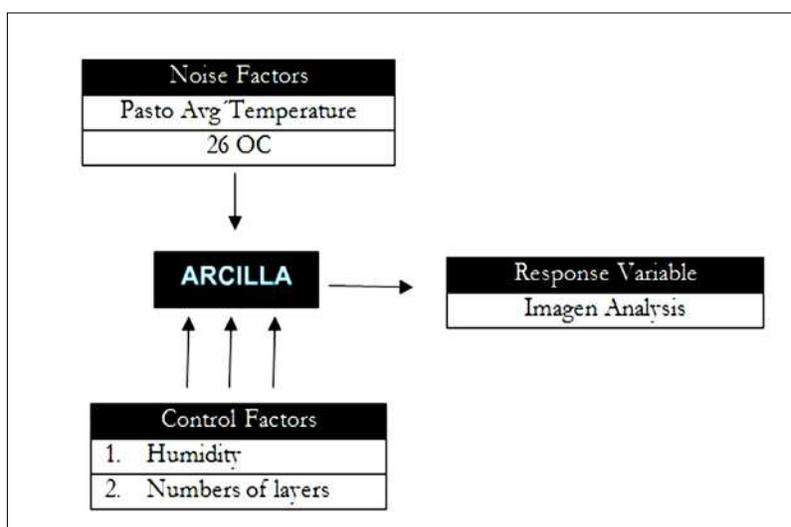


Figura 7. Diseño experimental Arcilla.

Así mismo, es importante conocer los conceptos que se manejarán, con la finalidad de entender el desarrollo del diseño experimental, entre ellos:

- **Factores de control:** Son los factores que se pueden controlar en el momento de la experimentación, se fijan después de identificar sus mejores niveles en la prueba.
- **Factores de ruido:** Estos son los parámetros que no son posibles de controlar en la vida real o en condiciones normales, pero puede ser controlado en el momento de experimentación.
- **Condición de tratamiento (TC):** Presenta una configuración específica de factores de control en el experimento, cambiando sus niveles.

- **Respuesta:** Esta es la salida del proceso experimental bajo un tratamiento. Tiene que ser escogido muy cuidadosamente de lo contrario puede causar fallas en el diseño del experimento y por lo tanto, resultados inexactos.
- **Respuesta característica:** Esta es la combinación de respuesta niveles de ruido que, caracterizan una condición de tratamiento.
- **Interacciones:** Cuando el valor de rendimiento de un factor depende del nivel de otro factor, se puede decir que hay una interacción entre ellos.
- **Diseño de matrices:** Este es el número de columnas que contienen el tratamiento, condiciones bajo los niveles de factor definidos (+1 y -1).
- **Grado de libertad (DOF):** El diseño de los experimentos depende del número de columnas designadas para cada factor. Para la estimación del error es la suma del número de columnas. Se utiliza en el ANOVA análisis.
- **Resolución:** Se puede describir como la facilidad del sistema para prevenir la distorsión causada por las interacciones de bajo orden a los factores. Cuanto más alto es, mayor es la precisión de los resultados.
- **Análisis de los medios (ANOM):** Esto se utiliza principalmente para determinar los mejores niveles de cada factor analizado en el experimento. También, es posible obtener un ranking de importancia de los factores.
- **Análisis de varianza (ANOVA):** Esto es importante para definir la jerarquía de los factores y las interacciones analizadas (Funkenbusch, 2004).

## Resultados

### La localización

La extracción de la muestra analizada se realizó en las siguientes coordenadas:

Latitud: 1.57; longitud:-77.284

Para realizar el muestreo se consideró una sección del talud (ver Figura 8), debido a que este tipo de suelo se encuentra en un área considerable dentro de la superficie seleccionada.

- Dimensiones: 1.2 m de alto y 1.5m de ancho.
- En el talud se evidenció la presencia de 2 estratos, nombrados de abajo hacia arriba: Estrato 1: 15 cm de alto, Estrato 2: 60 cm de alto.
- El talud presenta un ángulo de inclinación aproximado de 83° con respecto al piso.



Figura 8. Muestreo.

### Pruebas para la identificación visual y manual.

Se describieron las siguientes condiciones de los suelos, orientados por la norma I.N.V. E – 102 –07:

- **Textura:** Arcilloso, maleable al tacto y cohesiva.
- **Color:** el inicio del talud de arriba hacia abajo es de color negro, es una capa muy delgada y aproximadamente el 60% del terreno visible presenta color gris, además, otras tonalidades de marrón y gris azulado.
- **Olor:** característico a barro húmedo.
- **Humedad:** la muestra se observa húmeda, sin presencia de agua visible.
- **Consistencia:** Se puede afirmar que el suelo es de una consistencia blanda, ya que el dedo pulgar hace mella de 6 mm. (Ver Tabla 2).
- **Estructura:** Se observó una estructura homogénea de apariencia y color uniforme. (Ver Tabla 3).

Tabla 2. *Criterios para describir la consistencia.*

Descripción	Criterios
Muy Blanda	El dedo pulgar penetra en el suelo más de 25 mm
Blanda	El dedo pulgar penetra en el suelo aproximadamente 25 mm
Firme	El dedo pulgar hace mella de 6 mm
Dura	El dedo pulgar no hace mella en el suelo, pero si penetra su uña
Muy dura	La uña del pulgar no hace mella en el suelo

Fuente: Instituto Nacional de Vías, s.f.

Tabla 3. *Criterios para describir la estructura*

Descripción	Criterios
Estratificada	Capas alternas variables de material o color, con espesor de por lo menos 6 mm, los cuales deben anotarse
Laminada	Capas alternas variables de material o color, con espesores menores a 6 mm, los cuales deben anotarse
Fisurada	Rompimiento según planos definidos de fractura con poca resistencia a ésta
Lisa	Planos de fractura lisos o lustrosos, algunas veces estriados
En bloques	Suelo cohesivo que puede romperse en pequeños terrones angulosos resistentes a un rompimiento adicional
Lenticular	Inclusión de pequeñas bolsas de diferentes suelos, tales como pequeños cristales de arena esparcidos en una masa de arcilla, anótese el espesor
Homogénea	Apariencia y color uniforme

### Ensayos de laboratorio

#### Contenido de humedad

Se expresó el porcentaje entre la masa de agua, en la muestra húmeda y la muestra seca, determinando un contenido de humedad de 38.35%.

#### Granulometría

De acuerdo a la Figura 9 se puede observar que **más del 50 % pasa el tamiz número 200**, por lo cual se clasifica como un suelo fino; de la misma manera, se corrobora que el porcentaje que pasa el tamiz número 200 es del 56 %. (Ver Tabla 4).

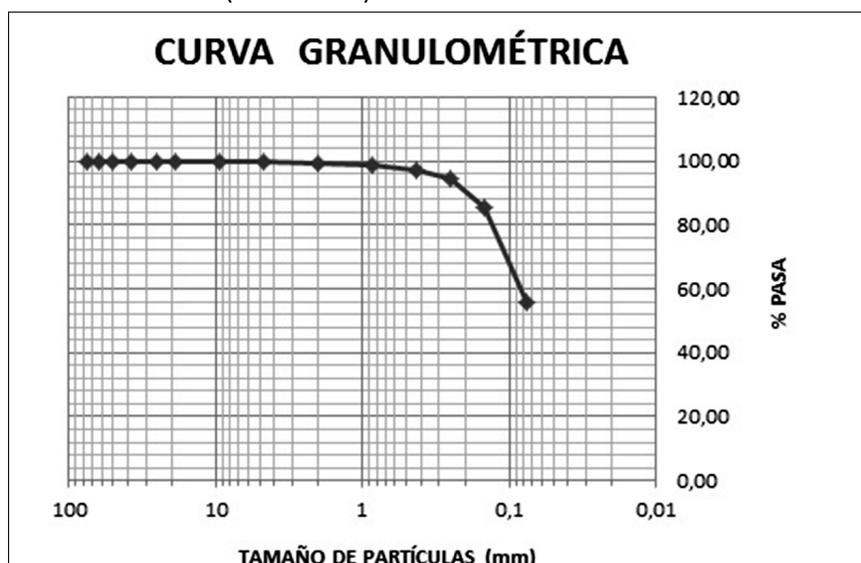


Figura 9. Curva granulométrica del suelo en estudio.

Tabla 4. *Granulometría del suelo*

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(g)	% RET (g)	% PASA
3"	75	0	0,00	100,00
2 1/2"	62,5	0	0,00	100,00
2"	50	0	0,00	100,00
1 1/2"	37,5	0	0,00	100,00
1"	25	0	0,00	100,00
3/4"	19	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	3,2	0,06	99,94
N°4	4,75	10,2	0,20	99,73
N°10	2	25,6	0,51	99,22
N°20	0,85	30,3	0,61	98,61
N°40	0,425	79,6	1,59	97,02
N°60	0,25	136,5	2,73	94,29
N°100	0,149	436,9	8,74	85,54
N°200	0,075	1475,5	29,53	56,01
<N°200		2798,6	56,01	0,00
Peso total (g)		4996,4	100	

#### **Gravedad específica**

De acuerdo a las Normas AASHTO T100-70 y ASTM D854-58 se clasificó el suelo, como arcilla medianamente plástica y muy plástica con un promedio de 2.793 en gravedad específica para las tres repeticiones realizadas.

#### **Contenido orgánico**

Mediante el ensayo de pérdida por ignición (INV E 121-13) se determinó que el contenido de materia orgánica se encuentra en un 6.11%.

#### **Límite líquido**

Esta propiedad se determinó mediante el método de la cuchara de Casagrande (INV E – 125 -13), determinando un porcentaje de 55.51%.

#### **Límite de plasticidad**

Se obtuvo un porcentaje de 26.08%, utilizando el procedimiento descrito en la Norma INV- E-126-13, método de moldeo de rollos en laboratorio.

#### **Límite de contracción**

Teniendo en cuenta la Norma INV E-127-13, se obtuvo un porcentaje de 38.43%. Adicionalmente a los ensayos de Atterberg, se pueden relacionar otros parámetros que ayudan a caracterizar el suelo, así:

- **Índice de plasticidad:** 29,42%.
- **Índice de liquidez:** 0.42%.

## Clasificación del suelo

De acuerdo a la clasificación unificada de suelos SUCS (Unified Soil Classification System), se clasificó el suelo como CH arcilla de alta plasticidad. (Ver Figura 10).

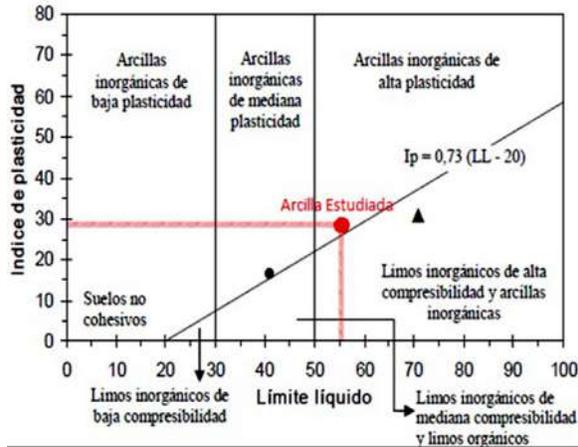


Figura 10. Clasificación del suelo según carta de plasticidad de acuerdo al sistema SUCS.

Fuente: <http://www.scielo.org.co>

## Pruebas de campo del estucado

El maestro de obra que realizó las pruebas de estucado, fue la persona encargada de realizar el estucado final, con el fin de evitar la variación del grosor del estucado en la ciudad de Pasto y con el estucado de mayor temperatura. (Ver Figuras 11, 12 y 13).



Figura 11. Pruebas de estucado.



Figura 12. Estucado artesanal.



Figura 13. Superficie estucada con el suelo de estudio.

## Pruebas fisicoquímicas

Ratificando que el suelo analizado, **básicamente es una arcilla**, que puede definir como un material de tamaño de grano menor a 0,002 mm, (ver Figura 14) compuesto por una mezcla de silicatos y con presencia de hierro y otras impurezas que se combinan con aluminio y carbono. (Ver Tabla 5).

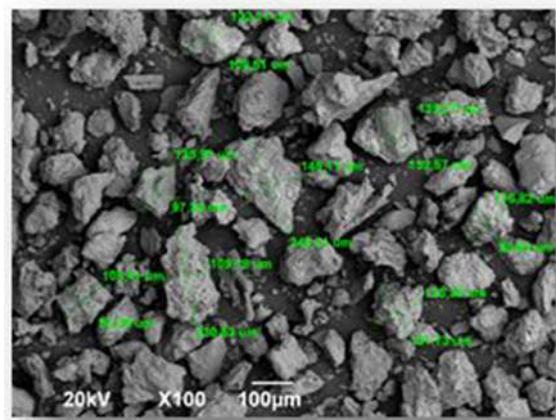


Figura 14. Tamaño del grano

Tabla 5. *Composición Química*

Spectrum	In stats	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	Total
Spectrum 1	Yes	10.55	52.26		0.72	7.20	23.07	0.41			5.80	100.00
Spectrum 2	Yes	2.52	53.30		1.08	7.91	25.33	1.47	1.47	0.57	6.35	100.00
Spectrum 3	Yes	6.90	52.10			3.62	30.15	0.71	0.62		5.90	100.00
Spectrum 4	Yes		41.02	0.95	8.67	4.30	25.53		8.15		11.39	100.00
Spectrum 5	Yes	8.43	42.28	2.14		11.17	27.42		6.11		2.45	100.00
Spectrum 6	Yes	4.30	48.34	1.01	1.54	7.38	24.78	1.02	2.42	0.69	8.53	100.00
Spectrum 7	Yes	5.49	46.95		4.68	6.31	19.84		5.28	1.05	10.40	100.00
Spectrum 8	Yes	35.98	41.43		0.45	3.33	10.62	0.41	0.64		7.14	100.00

## Diseño experimental

### Factores de control

Se consideró inicialmente que la humedad y el número de capas tienen influencia en el desempeño de la arcilla para ser utilizada para revestimientos. Los dos niveles extremos fueron etiquetados como -1 y +1 para la identificación en la matriz experimental. Los valores de cada uno fueron escogidos para observar los cambios extremos en la respuesta. (Ver Tabla 6).

Tabla 6. *Factores de control*

Control Factor	Level	
	-1	+1
(A) % Humidity	300 ml	400 ml
(B) Number of layers	2	3

### Factores de ruido

Con el fin de trabajar con condiciones de temperatura reales, se dejó muestras a temperatura ambiente de la ciudad de Pasto y a una temperatura promedio de 26 grados característica del municipio de Taminango. (Ver Tablas 7, 8 y 9).

Tabla 7. *Condiciones de ruidos*

Sample	Noise Condition	
	1	2
	Pasto 14 Grados	26 Grados

Tabla 8. *Resultados a temperatura de 26 grados (Taminango)*

Muestra	% de fragmentación por unidad de área (1/cm <sup>2</sup> )
2C-300	0,0589
2C-400	0,0408
3C-300	0,0076
3C-400	0,0348

Tabla 9. Resultados a temperatura promedio de la ciudad de Pasto

Muestra	% de fragmentación por unidad de área (1/cm <sup>2</sup> )
2C-300	0,0609
2C-400	0,0741
3C-300	0,0617
3C-400	0,0601

**Respuesta:** Básicamente, se realizaron pruebas de estucado con el fin de obtener un porcentaje de agrietamiento por unidad de área, para ello, se realizó un análisis de imágenes, mediante operaciones matemáticas, se detectó las fracturas producidas en un bloque, variando dos factores que afectaron claramente el desempeño de la arcilla como agente de estucado: número de capas y humedad. (Ver Figuras 15 y 16)

Además, se realizó el análisis de imágenes digitales de la superficie y mediante un conteo de píxeles se determinó el porcentaje promedio de fracturas en un área de referencia, para muestras fabricadas con 500gr de suelo mezcladas con 300 y 400 mililitros de agua y aplicaciones de dos y tres capas sobre ladrillo farol con una capa de repello.

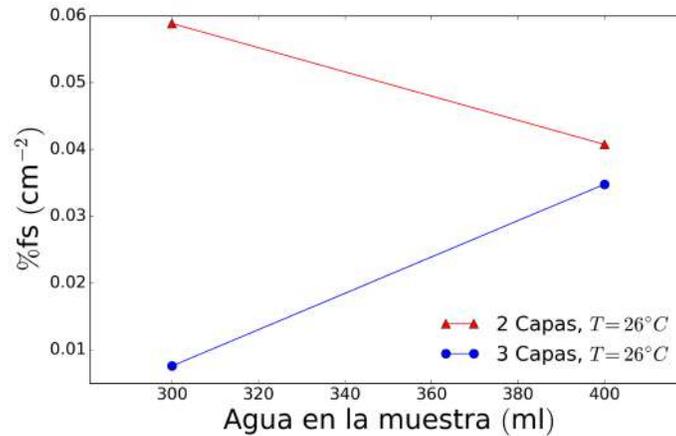


Figura 15. Porcentaje de fracturación por unidad de área para temperatura de 26°C.

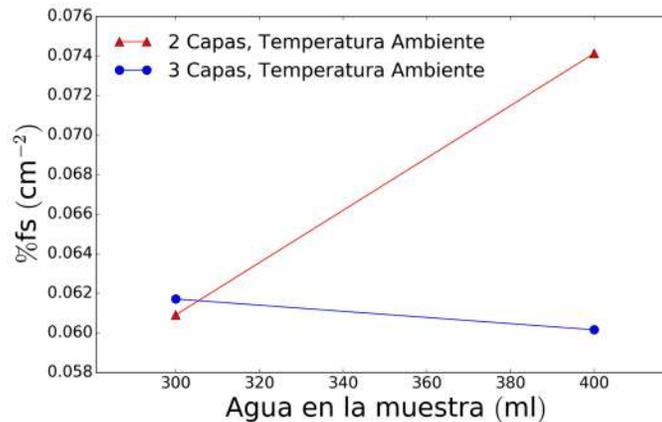


Figura 16. Porcentaje de fracturación por unidad de área para temperatura ambiente de la ciudad San Juan de Pasto.

**Respuesta característica:** Debido a que los resultados obtenidos de cada condición de ruido, fueron muy cercanos en cantidad, la respuesta característica elegida fue la media de ellos.

**Interacciones.** Se encontró interacción entre los factores AXB.

**Matriz factorial.** Debido al número de factores (2) para analizar y las 2 interacciones inicialmente definidas se decidió iniciar el análisis del experimento con la matriz factorial 4TC en una fase próxima.

Tabla 10. *Análisis de Medias*

ANOM ANALYSIS OF MEANS						
TC	COLUMNS (Factor /Interaction)			Noise Conditions %		$\mu$
	A	B	error	1	2	
1	-1	-1	+1	0,0609	0,058858	0,059879
2	-1	+1	-1	0,0617	0,007596	0,034648
3	+1	-1	-1	0,0741	0,04075	0,057425
4	+1	+1	+1	0,0601	0,034786	0,047443
m+1(%)	0,052434	0,0410455	0,053661			
m-1%	0,0472635	0,058652	0,0460365			
%	0,0051705	-0,0176065	0,0076245	Avg %		0,0494875

Tabla 11. *Estimación de errores*

ANOVA ANALYSIS OF VARIANCES				
Source		DOF	MS	F
A	0,000027	1	0,000027	0,46
B	0,000310	1	0,000310	5,33
e	0,000058	1	0,000058	-
Total	0,000395	3	-	-

La matriz factorial 4TC permitió analizar 2 factores bajo la estrategia factorial completa, sin embargo, por el hecho de que se eligieron 2 factores, la resolución más alta posible alcanzar es V, lo que permite la determinación de los efectos de los factores, suficiente para alcanzar el objetivo de la etapa próxima.

### Resultados e interpretación

Como fase inicial se trabajó con dos factores que claramente se evidenciaba serían los causantes del fisuramiento de la arcilla: humedad de la muestra y el número de capas aplicadas. Con la ayuda del diseño experimental de Taguchi se determina que el factor predominante y de cuidado es la cantidad de capas utilizadas en el revestimiento, factor que debe ser tenido en cuenta para ser modificado y testeado otra vez.

### Análisis de Resultados

La caracterización del suelo de Taminango (Nariño) corresponde según las diferentes pruebas realizadas a una arcilla plástica, la cual se puede utilizar como revestimiento de interiores, tal como lo ha venido realizando desde varios años la comunidad de bajos recursos del municipio de Taminango.

En cuanto a los índices obtenidos, a partir de los límites de Atteberg, determinan que las muestras de suelo analizadas lo clasifican como arcilla con plasticidad alta, suelo blando con características expansivas.

En los experimentos relacionados con la fracturación, se encontró que la cantidad de agua en la muestra, el número de capas, así como la temperatura ambiente son factores relevantes que determinan el comportamiento del material; sin embargo, el diseño experimental arroja un resultado de mayor preponderancia para el número de capas, siendo este más relacionado con la disminución del porcentaje de agrietamiento que el otro factor estudiado.

### Conclusiones

Los análisis de los resultados de los ensayos del laboratorio practicados a las muestras inalteradas, extraídas del municipio de Taminango han permitido clasificar técnicamente a este material como una arcilla plástica, con propiedades cohesivas, por tal razón se reitera que este material es apto para acabados de construcción.

Las pruebas de laboratorio realizadas al suelo de Taminango, lo definen como un suelo arcilloso, cuya capacidad de adherencia facilita el uso de sus propiedades como material de estucado, sin embargo, existen factores que deben ser controlados con el objeto de disminuir el porcentaje de fracturamiento evidenciado en el análisis de imágenes.

Se podría considerar el uso de otros materiales que contribuyan a aumentar la cohesión del material y por ende su apariencia, adicionando una nueva variable para ser analizada en el diseño experimental.

En esta etapa preliminar, de los dos factores propuestos (humedad de la muestra y el número de capas aplicadas) que afectan de una manera directa el porcentaje de fisuras de la arcilla aplicada como revestimiento, se identificó que el factor más incidente es el número de capas utilizadas.

### Referencias

- Alcaldía de Taminango – Nariño. (s.f.). *Nuestro municipio información general*. Recuperado de [http://www.taminango-narino.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.taminango-narino.gov.co/informacion_general.shtml)
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s.f.). *El suelo*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>.
- Funkenbusch, P. (2004). *Practical guide to designed experiments: A Unified Modular Approach*. New York: Taylor & Francis
- González, J. (s.f.). *Fundamentos de Caracterización de Materiales Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)*. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de [http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/caracterizacion-de-materiales/material-de-clase-1/Unidad\\_4\\_Tema\\_Microscopia\\_electronica\\_de\\_B.pdf](http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/caracterizacion-de-materiales/material-de-clase-1/Unidad_4_Tema_Microscopia_electronica_de_B.pdf)
- Instituto Nacional de Vías. (s.f.). *Descripción e identificación de suelos (procedimiento visual y manual) I.N.V. E – 102 – 07*. Recuperado de [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-102-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-102-07.pdf)
- Nadeo, J. y Leoni, A. (s.f.). *Introducción a algunas propiedades fundamentales de los suelos*. Recuperado de <file:///C:/Users/UMARIANA/Downloads/Propiedades%20fundamentales%20propiedades%20fundamentales%20%20de%20los%20suelos.pdf>
- Nitzkin, R. (2013). Arcilla. Cómo encontrarla y para qué se puede usar. 1º parte. *Revista EcoHabitar*. Recuperado de <http://www.ecohabitar.org/arcilla-uso-en-la-construccion-que-es-como-encontrarla/>

Susunaga, J. (2014). *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario* (trabajo de especialización). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Toirac, J. (2008). El suelo-cemento como material de construcción. *Ciencia y Sociedad*, 33(4), 520-571.

Zavala, A. y Reinecke J. (s.f.). Revestimientos naturales, la importancia de nuestra tercera piel. *Embarro tradición + innovación*. Recuperado de <https://www.embarro.com/wp-content/uploads/prensa-gea-articulo-revestimientos-naturales.pdf>



# Cultural Route: 18 Churches and the Mixture of Tangible and Intangible Heritage in San Juan de Pasto, Nariño - Colombia

**María Fernanda García Burbano**  
**Augusto Riascos Realpe**  
Universidad Mariana  
Civil Engineering Program  
San Juan de Pasto, Colombia

## Abstract

This paper is an advancement of research on urban history and cultural heritage of San Juan de Pasto; it arises from a reflection about the insufficient architectural representation in the national list of Objects of Cultural Interest (OIC), as well as before the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

This idea is part of a cultural route that involves five levels juxtaposed in the same city, as follows:

- 18 Catholic buildings.
- Galeras Volcano, natural heritage of outstanding features.
- Blacks and Whites' Carnival, declared a World Heritage Site by UNESCO in 2009.
- Varnish of Pasto, artisanal tradition without heritage, local, provincial, national or international recognition.
- Completion of *Qhapaq Ñan* or Inca Trail to the north of Latin America, declared a World Heritage Site by UNESCO in 2014.

In the research, the five levels evidenced in the city, allow the opening of a new concept on Cultural Routes or a new figure to be supported by UNESCO; these combined results allow them claiming their nomination and declaration as OIC and Special Plan of Management and Protection (SPMP), according to Decree 763 of 2009 from the Ministry of Culture in Colombia, besides presenting their candidacy to UNESCO. The argument is illustrated through photographic content.

**Key words:** route, heritage, architecture, levels, buildings.

## Ruta cultural: 18 iglesias y la mezcla de patrimonio tangible e intangible en San Juan de Pasto, Nariño – Colombia

### Resumen

El presente trabajo se constituye en un avance de investigación sobre la historia urbana y patrimonio cultural de San Juan de Pasto; parte de una reflexión que emerge a causa de la insuficiente representación arquitectónica en la lista de Bienes de Interés Cultural (BIC) nacional, así como también ante la UNESCO. Esta idea se enmarca en una Ruta Cultural que involucra cinco niveles juxtapuestos en la misma ciudad, de la siguiente manera:

- 18 edificios católicos.
- Volcán Galeras, patrimonio natural excepcional.
- Carnaval de blancos y negros, patrimonio inmaterial de la humanidad, UNESCO, 2009.
- *Qhapaq Ñan* o Camino Inca hacia el norte de América latina, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año 2014.
- Barniz de Pasto, un oficio artesanal sin reconocimiento patrimonial.

Estos cinco niveles que se evidencia en la ciudad, posibilitan la apertura de un novedoso concepto sobre Rutas Culturales o una nueva figura para ser admitida por la UNESCO; estos resultados, en sumatoria, los hacen demandantes de nominación y declaratoria como BIC y Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) según Decreto 763 de 2009 del Ministerio de Cultura en Colombia, además de presentar su candidatura ante la UNESCO.

**Palabras clave:** Ruta, patrimonio, arquitectura, niveles, edificios.

## **Rota cultural: 18 igrejas e a mistura do patrimônio tangível e intangível em San Juan de Pasto, Nariño – Colômbia**

### **Resumo**

O presente trabalho constitui-se no avanço da pesquisa sobre a história urbana e o patrimônio cultural de San Juan de Pasto; surge de uma reflexão que emerge devido à insuficiente representação arquitetônica da lista dos Bens de Interesse Cultural (BIC) nacional, assim como também ante a UNESCO. Esta ideia nasce a partir da Rota Cultural que possui cinco níveis justapostos na mesma cidade, da seguinte forma:

- 18 edificios católicos.
- Vulcão Galeras, patrimônio natural excepcional.
- Carnaval dos Brancos e Negros, decretado pela UNESCO, patrimônio imaterial da humanidade em 2009.
- *Qhapaq Ñan*, o Caminho Inca até o Norte da América latina, estabelecido patrimônio da humanidade pela UNESCO no ano de 2014.
- Verniz de Pasto, trabalho artesanal sem reconhecimento patrimonial.

Estes cinco níveis evidenciados na cidade, permitem a abertura de um novo conceito sobre Rotas Culturais ou uma nova figura a ser apoiada pela UNESCO. Esses resultados, combinados, permitem reivindicar sua nomeação e declaração como OIC e Plano Especial de Gestão e Proteção (SPMP), de acordo com o Decreto 763 de 2009 do Ministério da Cultura da Colômbia, além de apresentar sua candidatura à UNESCO.

O argumento é ilustrado por meio de conteúdo fotográfico.

**Palavras-chave:** Rota, patrimônio, arquitetura, níveis, edificios.

## Introduction

This paper is an advancement of research inside the project framework of inquiry about urban history and cultural heritage, specifically in San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.

## Materials and Methods

Materials: urban-building story industry is rebuilt with the documentary investigation of the 18 Catholic buildings, with photos, maps and books.

The methods used for this examination are: field research, research of notarial file, file of local newspapers, reconstruction of urban and documentary history, a visit to archives of buildings and owners, planimetric file, file of the Municipal Planning Office, checklist of authors, databases, hermeneutics and bibliographic research.

## Results

The findings have exceptional features altogether in the city of Pasto; they are five levels which are juxtaposed and interrelated, and in turn form a network which results in a new figure of heritage, as well:

The first level or result in the city, are the 18 Catholic buildings with several historical antecedents, with principles and architectural values of heritage of several stages in Colombia, which are within the Special Protection and Management Plan, according to Resolution # 0452 of 2012. Some of these properties in the current Land-use Plan are heritage buildings, especially those which are in the historic center, where a micro-route within the cultural itinerary unfolds as follows:

Capilla de San Francisco de Asís.

San Juan Bautista.

San Sebastián or Nuestra Señora de la Panadería.

Santuario Eucarístico de Maridíaz.

Ermita de San Andrés.

Nuestra Señora de la Merced.

San Felipe.

San Agustín.

Templo de Santiago.

Capilla de la Concepción, Convento de las Hermanas Conceptas.

Templo de las Visitandinas or del Sagrado Corazón.

Iglesia de Fátima.

Nuestra Señora de Lourdes.

Complejo de Jesuitas.

San Juan Bosco.





Figure 2. Galeras Volcano.

Source: Melo Trigo (2016).

Blacks and Whites' Carnival, declared a World Heritage Site in 2002 by UNESCO, is a popular festival where the main stage is the city. There are processions and handcrafted floats as well as concerts of various musical genres; the city dresses from the pre carnival on December 28, to completion, on 7 January each year.



Figure 3. Blacks and Whites' Carnival.

Source: Melo Trigo (2016).

The occupation of varnish of Pasto is instituted over multiple generations, from the Quillacingas natives, whose settlement occurs on the foothills of Galeras volcano. It is a manual process that has its point of emergence in Mopa-Mopa seed, small wild tree, not cultivable, located in the virgin forest of the border between the departments of Nariño and Putumayo, in south-western Colombia. The collection of this vegetable is eminently manual, performed by expert hands; after the process, the result is a very small foil to which is added color, for being later applied to the timber. Unfortunately, violence, drug trafficking, poverty and extreme deforestation, make this activity, art whose heritage value is incalculable, is in danger of disappearing.



*Figure 4. Oval-shaped semispherical tureen made of varnish of Pasto (2016).*



*Figure 5. Oval-shaped mini-chest made of Pasto varnish. (Master Obando, 2014).  
Source: García (2014).*

The fifth level is the Inca Trail or *Qhapaq Ñan*, declared World Heritage Site in 2014; it is a trade route of the Inca Empire, a path of 30,000 km in stone, which ends at the north of Latin America, specifically in the village of Obonuco, which today is a neighborhood of San Juan de Pasto. It is evident that this city was the result of the arrival of the conquistadors and the rupture of the expansion of the Empire until the sixteenth century.

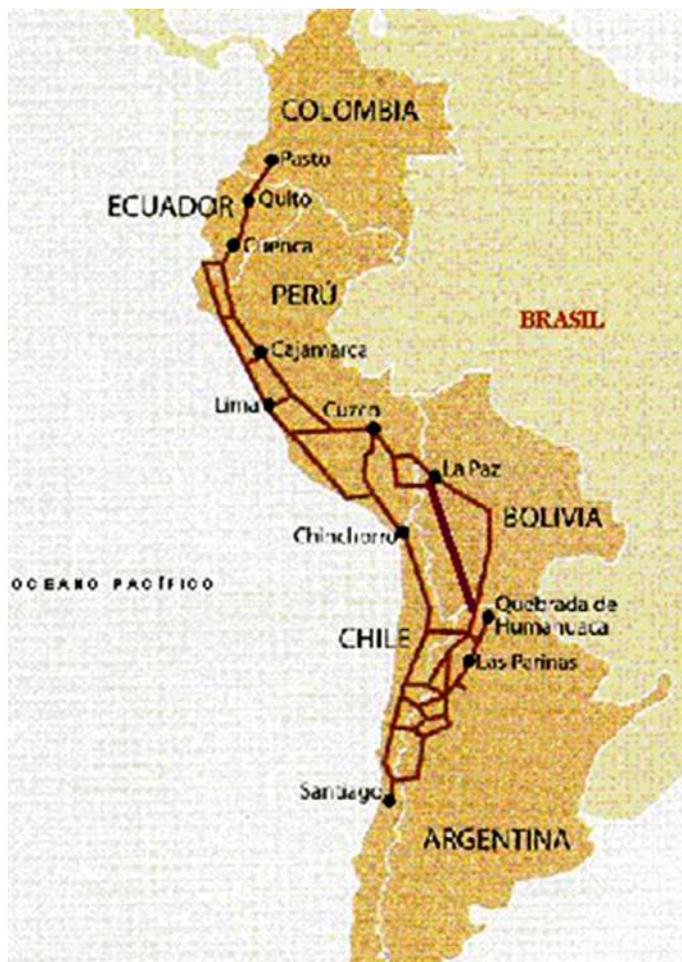


Figure 6. Qhapaq Ñan, image of South America and Nariño-Colombia.

Source: <http://www.altiplanoextreme.com/fotos/precolombinos/a5.gif>

The product is a novel concept and cultural itinerary route in terms of mix, leading to a proposal as a legal structure in order to be included in the UNESCO standards. This figure is found in San Juan de Pasto with 5 levels.

### Setting the path or cultural itinerary in mixture

A cultural itinerary mixture is a concept linked to various components within a much more inclusive, multidisciplinary, transdisciplinary, pluridisciplinary and shared framework, evincing the multidimensional urban and cultural landscape, with different historical perspectives, as well as crossed cultural, social and economic relations. The concept does not affect other categories like monuments, cities, cultural landscapes, industrial heritage, intangible heritage, archaeological

heritage, among others, to meet the target within the cultural diversity, posed as CULTURAL ITINERARY MIXTURE. So that when you want to apply for a city as a World Heritage Site, you must meet five levels, including:

1. A heritage route built or undiscovered (buildings, ruins), with specific gastronomic traditions (descendants of other cultures and ways of thinking), spaces for contemplation, surprise, consultation and entertainment.
2. A local intangible heritage as occupation without declaration (varnish of Pasto), which is tributary of customs, chores, traditions and ancient usages of its town and its region.
3. A natural monument (Galeras volcano), area containing an original characteristic of notable and exceptional value because of its implicit specificity.
4. A carnival (Blacks and Whites), public, where the setting for the event is the city itself.
5. The city, as culmination of a route and patrimonial way to present a broader perspective and enhance the sum of individual assets (*Qhapaq Ñan* or Inca Trail).

These levels in sum, and not in an individual way, configure the new definition of Route or Cultural Itinerary Mixture.

### **Discussion**

Principles: Latin American context, particularly Colombia, accommodates its specificities and particular differentiations with respect to cultural heritage; in this sense, the main agreement that becomes effective with principles on the subject of this writing, is the diversity and acceptance of difference, as possibility of appropriation of local heritage, according to its projection both nationally and internationally.

Critical points: circumscribe in a definition or concept, built heritage and property containing movable, tangible and intangible heritage (works of religious art), to be evaluated to UNESCO.

Development: appraisal criteria are discussed according to Decree 763/2009 of the Ministry of Culture of Colombia, Law 1037 of 2006, the various documents of UNESCO and the Burra Charter 1999. This progress should be presented in various events of heritage experts for discussion, in order to realize any proposal to UNESCO.

### **Conclusions**

The concept of Route or Cultural Itinerary Mixture, as result of the advancement of the urban history research and cultural heritage of San Juan de Pasto, arises as a new patrimonial idea which sprouts from the local.

UNESCO, as lead entity, should assume, through this novel proposal, the challenge to debate, include and propose the conjunction of built and immovable heritage containing movable, tangible and intangible heritage to be covered as figure inside its practical guidelines and general regulations.

### **Thanks**

Reports: Dr. José Fernando Guerrero Agreda, Phone: 57-2-7232722 / 7233226, email: joseferga@hotmail.com in Pasto Nariño, Colombia.

Style editing, grammar and writing in Spanish. Mg. Alejandro Delgado M., Mg. Ana Cristina Chavez L.

Translation to English: Mg. Ana Cristina Chavez L.

Translation to Portuguese: Mg. Carlos Basante, Mg. Ana Cristina Chavez L.

Review: MSc. Augusto Riascos R.

## References

Carta de Burra. (1999). Recuperado de [https://www.icomos.org/charters/burra1999\\_spa.pdf](https://www.icomos.org/charters/burra1999_spa.pdf)

Congreso de la República de Colombia. (2006). Ley No. 1037 de 2006 “Por medio de la cual se aprueba la «Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial», aprobada por la Conferencia General de la Unesco en su XXXII reunión, celebrada en París y clausurada el diecisiete (17) de octubre de dos mil tres (2003), y hecha y firmada en París el tres (3) de noviembre de dos mil tres (2003)”. Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1037\\_2006.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1037_2006.html)

Ministerio de Cultura de Colombia. (2012). Resolución No. 0452. Publicación del Documento Técnico de Soporte que hace parte integral de la Resolución número 452 del 29 de marzo de 2012. Centro Histórico de San Juan de Pasto. Recuperado de [http://www.imprenta.gov.co/diariop/diario2.indice?v\\_num=48.477](http://www.imprenta.gov.co/diariop/diario2.indice?v_num=48.477)

Niño, Á. (2003). *Espacio, Historia, Sentido: El semánsalisis como historiografía urbana*. Bogotá: Editorial Universidad Piloto de Colombia-Bogotá.

Presidencia de la República de Colombia. (2009). Decreto 763 de 2009 “por el cual se reglamenta parcialmente las leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificadas por medio de la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material”. Recuperado de <http://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Patrimonio/Decreto%20763%202009.pdf>

## Bibliography

Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP). (2011). Declaratorias de Patrimonios en serie. Recuperado de <http://www.cicop.blogspot.com/2011/08/p-margin-bottom-0.html>

Congreso de la República de Colombia. (1959). Ley No. 163 de 1959 “por la cual se dicta medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación”. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=326>.

Llorreñç, P. (1998). El concepto de patrimonio cultural. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=154501>

Montaner, J. (2008). *Sistemas Arquitectónicos Contemporáneos*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gil SL.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (1931). Carta de Atenas, 1931. Recuperado de [http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/4962/mod\\_resource/content/1/T9a-Cartas%20de%20restauraci%C3%B3n.pdf](http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/4962/mod_resource/content/1/T9a-Cartas%20de%20restauraci%C3%B3n.pdf)

----- (2006). *Textos básicos de la Convención del Patrimonio Mundial de 1972*. París, Francia: UNESCO 2006.

----- (2014). Carta de Friburgo: Los Derechos Culturales. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/mecedupaz/article/viewFile/46069/41313>

Primer Congreso del Mercosur “Patrimonio del Siglo XX: Presente y Futuro” Mar del Plata. Recuperado de <http://museologeandoenlaweb.blogspot.com/2013/05/primer-congreso-del-mercosur-patrimonio.html>

Weber, M. (1921). La Ciudad. *Bifurcaciones, Revista de Estudios Culturales Urbanos*.



Editorial  
**UNIMAR**  
Colección Evento



Editorial  
**UNIMAR**

Universidad Mariana  
Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto  
<http://www.umariana.edu.co/EditorialUnimar/>