

# LA CIUDAD – REGIÓN SOSTENIBLE COMO PROYECTO: DESAFÍOS ACTUALES. VISIONES CRUZADAS Y PERSPECTIVAS



Bogotá D.C., Octubre de 2019

Los editores, el Comité Organizador y el Comité Científico no se hacen responsables ni del contenido, ni de las opiniones expresadas en los artículos. Los artículos publicados, cuyo contenido fue declarado original por los propios autores, fueron sometidos a un proceso de revisión por pares sistema doble ciego.

Todos los textos y las imágenes han sido proporcionadas por los autores.

La reproducción, aun parcial, de los está prohibida

Está prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de este libro, textos, graficas, ilustraciones o fotos, sin la autorización previa por escrito del titular de los derechos de propiedad intelectual.

ISBN 978-958-783-904-3

MMXVIII

Primera edición, octubre de 2019

## COMITÉ ORGANIZADOR

Universidad Nacional de Colombia

Véronique Claudine Florence Bellanger (Coordinadora Colombia)

Chantal Berdier (Responsable del proyecto Francia)

Andrés Salas Montoya	Fabio Emiro Sierra
Carol Andrea Murillo Feo	Gloria Margarita Varón Durán
Cesar Augusto Ruíz Rojas	José Ismael Peña Reyes
Ceymy de los Ángeles Rodríguez Forero	Julio César Vargas Sáenz
Doris Patricia Fagua Rincón	Nadid Hernández Hernández
Eduardo Alirio Mojica Nava	Néstor Yezid Rojas Roa

## UNIDAD DE EDUCACIÓN CONTINUA Y PERMANENTE – FAC. de ING.

Andrea Lisseth Rojas Godoy

Camilo Mora Marín

Laura Ximena Murcia Aguilar

## PROGRAMA DE RELACIONES INTERNACIONALES – FAC. de ING.

Francesco Di Prima

Carole Sánchez Albarracín

## APOYO AL COMITÉ ORGANIZADOR

Angélica Liliana Molina Soler

Paula Alejandra Urrego Manjarrés

## CORRECCIÓN DE ESTILO

Nadid Hernández Hernández

Ceymy de los Ángeles Rodríguez Forero

## EDICIÓN

Angélica Liliana Molina Soler

Astrid Parra

Andrés Salas Montoya

## Agradecimientos especiales a:

*Andrés Salas Montoya* quién contribuyó al desarrollo de esta publicación.  
La Vicedecanatura de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia en cabeza del Vicedecano *Camilo Andrés Cortés Guerrero* y de la decana *María Alejandra Guzmán Pardo* por el respaldo y apoyo a la publicación.

*José Ismael Peña Reyes* quién gracias a su compromiso y esfuerzo fue posible el evento y la publicación de las memorias.

## COMITÉ CIENTÍFICO

**Dr. Carol Andrea Murillo Feo**  
Universidad Nacional de Colombia

**Dr. Chantal Berdier**  
INSA Lyon

**Dr. José Ismael Peña Reyes**  
Universidad Nacional de Colombia

**Dr. Martin Soares**  
Université Lyon 2

**Dr. Olivier Balaÿ**  
ENSAL Lyon

**Dr. Patrick Chardenet**  
Université de Franche Comté

**Prof. Antoine Bailly, émérite**  
Université de Genève

**Prof. Bourdeau-Lepage**  
Université Lyon 3

**Prof. Cyria Emelianoff**  
Université du Maine

**Prof. Fabrice Valois**  
INSA Lyon

**Prof. Irini Djéran Maigre**  
INSA Lyon

**Prof. Isabelle Lefort**  
Université Lyon 2

**Prof. Julio César Vargas Sáenz**  
Universidad Nacional de Colombia

**Prof. Lisímaco Parra París**  
Universidad Nacional de Colombia

**Prof. Muriel Maillefert**  
Université Lyon 3

**Prof. Samir Aknine**  
Université Claude Bernard Lyon 1

## COMITÉ ACADÉMICO

**Alfonso Correa Motta**  
Universidad Nacional de Colombia

**Caori Takeuchi**  
Universidad Nacional de Colombia

**Carlos Ocampo Martínez**  
Universidad Politécnica de Cataluña

**Diego Patiño**  
Pontificia Universidad Javeriana

**Fabio Andrés Pavas Martínez**  
Universidad Nacional de Colombia

**Gerardo Ignacio Ardila**  
Universidad Nacional de Colombia

**Germán Meléndez**  
Universidad Nacional de Colombia

**Javier Andrés Jiménez Becerra**  
Universidad de los Andes

**Jesús Alberto Delgado**  
Universidad Nacional de Colombia

**Jesús María Quintero**  
Universidad Nacional de Colombia

**José Félix Vega**  
Universidad Nacional de Colombia

**María Emilia Montes**  
Universidad Nacional de Colombia

**Omar Prías**  
Universidad Nacional de Colombia

**Pablo Rodríguez**  
Universidad Nacional de Colombia

**Paulo César Narvárez Rincón**  
Universidad Nacional de Colombia

**Rafael Diez**  
Pontificia Universidad Javeriana

**Santiago Sánchez Moreano**  
Universidad Sorbonne Nou-velle  
(Paris 3)

**Yuri Jack Gómez Morales**  
Universidad Nacional de Colombia

# EVENTO ORGANIZADO EN EL MARCO DEL AÑO COLOMBIA – FRANCIA 2017



GOBIERNO DE COLOMBIA



# INSTITUT FRANÇAIS

## ORGANIZAN



INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
LYON

ÉCOLE  
NATIONALE SUPÉRIEURE  
D'ARCHITECTURE  
LYON



UNIVERSITÉ  
LUMIÈRE  
LYON 2



UNIVERSITÉ LYON III  
JEAN MOULIN



SESQUICENTENARIO



Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

## CON EL APOYO DE



MINEDUCACIÓN

MINAMBIENTE



## CONTENIDO

CONTENIDO.....	5
INTRODUCCIÓN .....	8
PRESENTACIÓN .....	9
EJES TEMÁTICOS .....	10
OBJETIVO .....	12
EJES DE ACCIÓN .....	13
<b>EJE 1: INGENIERÍA SOSTENIBLE Y APLICACIONES .....</b>	<b>15</b>
<i>Sostenibilidad Ambiental en la Construcción de la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco como requisito para la certificación HQE™</i> .....	16
<i>Modelo de estrategias sustentables a base de indicadores para la gestión de residuos sólidos urbanos en el sector municipal</i> .....	23
<i>Mutualisation du transport d'enfants en situation de handicap avec de véhicules reconfigurables</i> .....	28
<i>La Ville Biomimétique : Théorie, Perspectives, et Voies de Réalisation</i> .....	31
<i>Ciudades inteligentes como sistemas de redes complejas y el control distribuido</i> .....	33
<i>“Le risque d’habiter” : Une pédagogie de la conception à l’épreuve des enjeux de la résilience</i> .....	36
<i>“El riesgo de habitar” : una pedagogía del diseño arquitectónico a prueba de los desafíos de la resiliencia</i> .....	39
<i>Naturaleza Urbana. Primera plataforma de experiencias de gestión de la biodiversidad urbana en Colombia</i> .....	42
<i>Services décentralisés, robustes et efficaces pour une gestion autonome et temps-réel de situations d’urgences urbaines</i> .....	47
<b>EJE 2: INGENIERÍA HUMANITARIA, POSCONFLICTO Y LA CIUDAD-REGIÓN SOSTENIBLE</b>	<b>55</b>
<i>Ciudad-región en el posacuerdo: dignificación rural y articulación metropolitana en Colombia</i> .....	56
<i>Entornos amigables para la paloma de la paz. El papel de los espacios verdes públicos en el posconflicto colombiano</i> .....	60
<i>Ingeniería para la construcción de país</i> .....	64

<i>El Canopy Urbano en la Universidad EAN. Un desarrollo importante para la reducción de los impactos de la vida citadina.....</i>	<i>71</i>
<i>Equipo Médico de Emergencia (EMT), medio ambiente y control de vectores para zonas de difícil acceso geográfico y cultural.....</i>	<i>76</i>
<i>Proyecto de emisora comunitaria, un aporte desde la ingeniería humanitaria a la paz de Colombia.....</i>	<i>81</i>
<i>Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación - RED MESH TUNJUELITO.....</i>	<i>85</i>
<i>Ecourbanismo y Estado. Una mirada a los lineamientos propuestos por entidades públicas.....</i>	<i>89</i>
<i>Ingeniería humanitaria en el aula: aprendizaje desde la sistematización de experiencias en el Centro de tecnologías apropiadas y educación.....</i>	<i>93</i>
<i>Implicaciones de la Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social en el Posacuerdo.....</i>	<i>98</i>
<b>EJE 3: PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SU RELACIÓN ANTRÓPICA.....</b>	<b>103</b>
<i>Contribución desde un proyecto educativo ambiental rural: aporte al desarrollo local en la construcción de ciudades-regiones sostenibles.....</i>	<i>104</i>
<i>SIG principales contaminantes sobre cuenca del río Tunjuelo (Bogotá-Colombia).....</i>	<i>112</i>
<i>Los retos del ordenamiento territorial ante la problemática ambiental en la región Central del país. Clima y Urbanización.....</i>	<i>117</i>
<i>Riesgo y vulnerabilidad de comunidades y viviendas en barrios de origen informal.....</i>	<i>122</i>
<i>Actualización de la priorización de sustancias químicas consumidas en Colombia, por afinidad en elementos ambientales.....</i>	<i>127</i>
<i>Aprendizaje Ambiental Alternativo: Opciones para cambios de hábitos que promuevan la sostenibilidad.....</i>	<i>142</i>
<i>Hacia la Evaluación Sistémica del Impacto Ambiental.....</i>	<i>147</i>
<i>Influencia de actividades humanas en la contaminación del aire por SO<sub>2</sub> en Manizales, Colombia.....</i>	<i>159</i>
<i>Sostenibilidad de la producción de biodiésel desde los usos del agua, el suelo y la dimensión social. Caso Colombia.....</i>	<i>165</i>
<i>Comparación de tres métodos distintos para tratar un contaminante emergente (tartrazina).....</i>	<i>171</i>
<i>Evaluación preliminar de la calidad del agua usada para riego en la sabana occidental de Bogotá.....</i>	<i>175</i>
<i>Comportamiento proambiental de los estudiantes: Factores que lo influyen.....</i>	<i>180</i>
<i>Metropolización de las grandes ciudades en Colombia hacia un nuevo marco institucional para gobernar las ciudades regiones colombianas sostenibles.....</i>	<i>188</i>
<i>Generación de residuos peligrosos en Colombia, periodo 2002 – 2012.....</i>	<i>55</i>

<i>Diseño colaborativo de hábitats saludables. Estudio de caso vereda Granizal – Bello – Antioquia</i> .....	61
<i>Un programa sostenible en vía de extinción. La posibilidad educativa de cambiar el pensamiento ambiental</i> .....	67
<i>Problemática ambiental: entre el orden ecosistémico y el desorden cultural</i> .....	71
<b>EJE 4: DINÁMICAS PLURILINGÜES Y POLÍTICAS LINGÜÍSTICAS URBANAS</b> .....	<b>80</b>
<i>A propos des politiques linguistiques urbaines au Brésil : ‘Les Crabes’ projet social de français dans une bibliothèque à Recife</i> .....	81
<i>Les politiques linguistiques concernant l’enseignement du FLE en milieu universitaire colombien : l’exemple de l’université de Caldas</i> .....	87
<i>Colonialidad del saber y del ser en las concepciones de interculturalidad en un programa de lenguas modernas en Colombia</i> .....	91
<i>La política lingüística de las lenguas extranjeras en la Universidad Nacional de Colombia</i> .....	95
<b>EJE 5: MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS SUSTENTABLES</b> .....	<b>101</b>
<i>Reconocimiento y puesta en valor de técnicas y materiales locales, como contribución a la sostenibilidad de comunidades en el posconflicto</i> .....	102
<i>Minería a la inversa: El suelo residual como opción moderna y sostenible para la construcción</i> .....	108
<i>Comportamiento de morteros alternativos activados con cenizas de cascarilla de arroz</i>	115
<i>Obtención de fibras de bambú <i>Guadua angustifolia</i> para</i> .....	123
<i>refuerzo de materiales de construcción</i> .....	123
<i>Activación térmica de un residuo de construcción y demolición (arcillas de excavación), para su uso como material cementante suplementario</i> .....	128
<i>Crecimiento de la Ciudad de Bogotá- Impactos sobre la Sabana y Oportunidades</i> .....	134
<i>Caracterización de Agregados de Concreto Reciclado</i> .....	140
<i>Uso de escorias de horno de arco eléctrico en mezclas asfálticas</i> .....	145
<i>Rellenos sanitarios: producción de biogás como sustituto al gas natural consumido en las ciudades</i> .....	151
<i>Microsílice a partir de Cascarilla de Arroz en Concretos de Altas Prestaciones como Sustituto del Humo de Sílice</i> .....	157

## INTRODUCCIÓN

“El Año Francia-Colombia 2017 tiene por objetivo fortalecer las relaciones bilaterales en circunstancias muy favorables” proceso de paz, dinamismo económico “y actualizar la percepción de Colombia en Francia y viceversa”. En este contexto, el COLOQUIO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINARIO: COLOMBIA – FRANCIA “LA CIUDAD – REGIÓN SOSTENIBLE COMO PROYECTO: DESAFÍOS ACTUALES. VISIONES CRUZADAS Y PERSPECTIVAS” se realizó en el marco de la celebración del sesquicentenario de la Universidad Nacional de Colombia y como continuidad a las relaciones de cooperación científica y tecnológica que desde hace dos décadas se desarrollan entre la Universidad Nacional de Colombia y varias escuelas de ingeniería y universidades francesas.

Este coloquio está organizado conjuntamente por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Lyon (INSA Lyon) quienes se suman a los diversos eventos organizados en el marco del año internacional de Francia-Colombia 2017

Este coloquio aborda no sólo desde la perspectiva tecnológica, sino también desde la humana, numerosas temáticas en el cual el tema de la reconstrucción de países y su tejido social tiene un papel preponderante.

Esta manifestación científica contó con la participación de las comunidades francófonas e hispanohablantes, integrando no solamente un idioma en común, sino también las aproximaciones relacionadas con los contextos políticos, regionales, socioculturales, idiosincráticos y, en general, aquellos que sean pertinentes. Por lo tanto, fue de vital importancia la participación de miembros de la academia, de centros de investigación, de entidades gubernamentales e intersectoriales; entre otros interesados, de organizaciones de Francia, incluyendo sus territorios y departamentos de ultramar, Colombia, países latinoamericanos, Canadá, países francófonos del continente africano y demás interesados.

## PRESENTACIÓN

El concepto de «ciudad sostenible» se utiliza frecuentemente cuando se trata de hablar de las transformaciones urbanas contemporáneas, pero en realidad engloba realidades muy diferentes. Por desplazamiento semántico o por nuevos enfoques, las declinaciones de este concepto: eco-zonas, ciudad inteligente, ciudad de distancias cortas, ciudades en transformación, entre otras; son el reflejo de la voluntad tanto política de transformar nuestra relación con la ciudad, como de la ciudadanía de apropiarse de la ciudad de una manera diferente.

Como consecuencia del encuentro entre problemáticas ecológicas (i.e. disminución de la biodiversidad en las ciudades) y sociales (i.e. desigualdades en el acceso a los servicios básicos, segregación social y espacial), los desafíos del desarrollo sostenible ligados a la ciudad se inscriben hoy en un marco renovado. De un lado, los desafíos de conservación de la biodiversidad, sobre todo en los ámbitos urbanos, están inscritos en las agendas políticas en todos los niveles: internacionales, como la conferencia mundial sobre la biodiversidad en Nagoya (Japón) en 2010, y nacionales, como los encuentros «Grenelle de l'environnement» en Francia, en 2007. Por otro lado, el concepto de «ciudad sostenible» en sí mismo es a menudo criticado, debido al fracaso de las políticas de desarrollo sostenible, juzgadas por ser demasiado técnicas o demasiado instrumentalizadas.

Esta problemática está íntimamente ligada a la política urbana, para la cual la calidad de vida es cada vez más importante ya que el desarrollo de la ciudad sostenible y su integración con el entorno debe realizarse de manera armónica, teniendo en cuenta todos los actores con el fin de proponer planes de desarrollo concertados. De esta manera, este coloquio abordará a la vez el concepto de «ciudad sostenible» y el de «ciudad-región sostenible».

## EJES TEMÁTICOS

Para fomentar el diálogo entre la Ingeniería y las Ciencias Humanas y Sociales, el coloquio estará organizado alrededor de 5 ejes:

### **Eje 1: Ingeniería sostenible y aplicaciones**

En este eje se aborda el desarrollo sostenible a nivel de la ingeniería y las contribuciones cruzadas de otras áreas del conocimiento. Esto mediante el diseño o la operación de sistemas que utilicen energía y recursos sostenibles, en la medida en que no se comprometa el medio ambiente ni la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus necesidades. Entre estos, se encuentran los sistemas socio-ecológicos en la planificación y ordenamiento del territorio, así como la gestión del riesgo y uso de los recursos, manejo de residuos, calidad de ambiente interior, eficiencia energética y ecoeficiencia para la construcción de entornos urbanos sostenibles en sus dinámicas físicas, territoriales y medio ambientales.

### **Eje 2: Ingeniería humanitaria, posconflicto y la ciudad-región sostenible**

Este eje aborda el tema del mejoramiento de la calidad de vida para la reconstrucción de países durante un posconflicto, mediante la realización de acciones adecuadas para la atención de emergencias, la deconstrucción de desarrollo, la inclusión social y la economía solidaria. Asimismo, se busca propender por la co-creación de soluciones innovadoras a problemas prioritarios con criterios de justicia social y sostenibilidad para solventar la desigualdad frente al acceso de recursos básicos, la marginalización y exclusión económica, social y tecnológica, teniendo en cuenta los retos frente a un escenario nacional que evoluciona. La ingeniería humanitaria para el posconflicto contribuye al desarrollo de la ciudad-región sostenible.

### **Eje 3: Problemática ambiental y su relación antrópica**

La palabra «antrópica» proviene del vocablo griego ἄνθρωπος (anthropos) que significa humano. El ser humano deja su impronta en el equilibrio natural del planeta, la cual lastimosamente genera también riesgos antrópicos por ser el hombre quien los causa y los sufre; se habla entonces de un sistema antrópico. En el contexto regional, nacional y global, se busca comprender el panorama de la situación ambiental, las tensiones entre los excesos humanos y la naturaleza, sus implicaciones en la formulación de políticas, estrategias, gestión de riesgos, entre otras, que afecten directamente a la sociedad.

## Eje 4: Dinámicas plurilingües y políticas lingüísticas urbanas

La migración es un motor de evolución que transforma las ciudades en lugares de confluencia caracterizados por la coexistencia de situaciones de diversidad sociocultural y lingüística o "superdiversidad", término que describe la complejidad de la inmigración como fenómeno en las grandes ciudades y sus implicaciones sociales y lingüísticas en el mundo globalizado<sup>1</sup>. Las ciudades concentran una parte importante de los flujos mundiales de población en expansión (densidad) y en extensión (ocupación espacial). La movilidad migratoria laboral, profesional, educativa, comercial, turística o producto de desplazamientos causados por conflictos nacionales o internacionales genera migrantes circulantes y sedentarios que modelan las transformaciones urbanas.

Los movimientos espaciales y virtuales hacia y desde las ciudades acercan territorios alejados que finalmente conforman espacios sociales multilingües, multiculturales "o cosmopolitas". La dinámica actual de movimientos migratorios masivos y acelerados altera o invierte tendencias de distribución espacial de las poblaciones. En este contexto, las políticas públicas sectoriales son interpeladas y se les imponen retos inaplazables: inclusión, cobertura y convivencia armónica en medio de realidades, nuevas o renovadas, de diversidad plurilingüe y multicultural.

Las ciudades se convierten en lugares de conexiones, de experimentaciones y de contacto de poblaciones, de lenguas y de variedades de lengua que vuelven complejo el panorama sociolingüístico de las ciudades. En escenarios semejantes, las prácticas sociales de los individuos se modifican, se negocian, se afirman, se adaptan, se (de-) construyen permanentemente. Las prácticas lingüísticas, como prácticas sociales, no escapan a esta regla<sup>2</sup>. En contextos de super-diversidad, tanto las prácticas lingüísticas de los hablantes (i.e, plurilingüísticas, pluridialectales, pluriestilísticas) como los repertorios lingüísticos de los hablantes se vuelven heterogéneos.

---

<sup>1</sup>Ver:

Blommaert, J. y Rampton, B. (2011). Language and Superdiversity. *Diversities* 13(2), 1-21. Recuperado de [www.unesco.org/shs/diversities/vol13/issue2/art1](http://www.unesco.org/shs/diversities/vol13/issue2/art1)

Vertovec, S. (2006). The Emergence of Super-Diversity in Britain (Centre on Migration, Policy and Society. Working Paper No. 25). Londres, Inglaterra: University of Oxford.

Vertovec, S. (2010). Towards Postmulticulturalism? Changing Communities, Conditions and Contexts of Diversity. *International Social Science Journal* 64(199), 83-95.

<sup>2</sup> Ver:

Sánchez, S. (octubre de 2013). La non-transmission de la langue quichua aux nouvelles Générations des Quichuas en situation d'immigration. Conferencia presentada en Colloque International: contact de langues: mobilités, frontières, et urbanisation, Brasilia, Brasil.

## Eje 5: Materiales y sistemas constructivos sustentables

El uso de materiales y su ciclo de vida tienen un alto impacto sobre la humanidad y sobre el medio ambiente. Para las fases de planeamiento, diseño, construcción y/o renovación de operación y disposición final de edificaciones sostenibles, se requiere la evaluación de los materiales de construcción que se utilizarán, así como su posibilidad de reciclaje. La evaluación del ciclo de vida de los materiales de construcción es un factor fundamental para que una construcción sea sostenible; además, debe integrar todos los componentes de la edificación y de sus sistemas, mediante el ahorro de energía, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente y proporcionando ambientes internos de calidad.

### OBJETIVO

El coloquio «La ciudad-región sostenible como proyecto: desafíos actuales. Visiones cruzadas y perspectivas» aspira a contextualizar los grandes retos en la construcción de la ciudad-región sostenible tanto en Colombia como en Francia, en el marco de una reflexión que no excluya ningún otro contexto como fuente de conocimiento o de experiencia en torno a:

- Las transformaciones urbanas y las modalidades de la democracia participativa.
- Los desafíos técnicos y los obstáculos científicos ligados a la transformación de la ciudad-región en la «ciudad sostenible»

## EJES DE ACCIÓN

Las discusiones se realizarán en torno a tres ejes principales:



### Debate y política pública

Analizar los retos que se imponen, así como los desafíos y aprendizajes superados en el tema, mediante el intercambio de visiones de la construcción de la ciudad-región sostenible.

Abrir el debate desde las distintas nociones y aproximaciones de «ciudad sostenible» en el marco de la actual política pública urbana y regional en los distintos niveles de gobierno.

Reconocer las posiciones de los distintos agentes económicos y gubernamentales, así como de las organizaciones sociales sobre el diseño e impacto de la política urbana en la sostenibilidad del territorio.

## Investigación

Evidenciar las propuestas que existen en diferentes países sobre las implicaciones de la Ingeniería y las Ciencias Humanas en el desarrollo sostenible y la construcción de la ciudad-región sostenible.

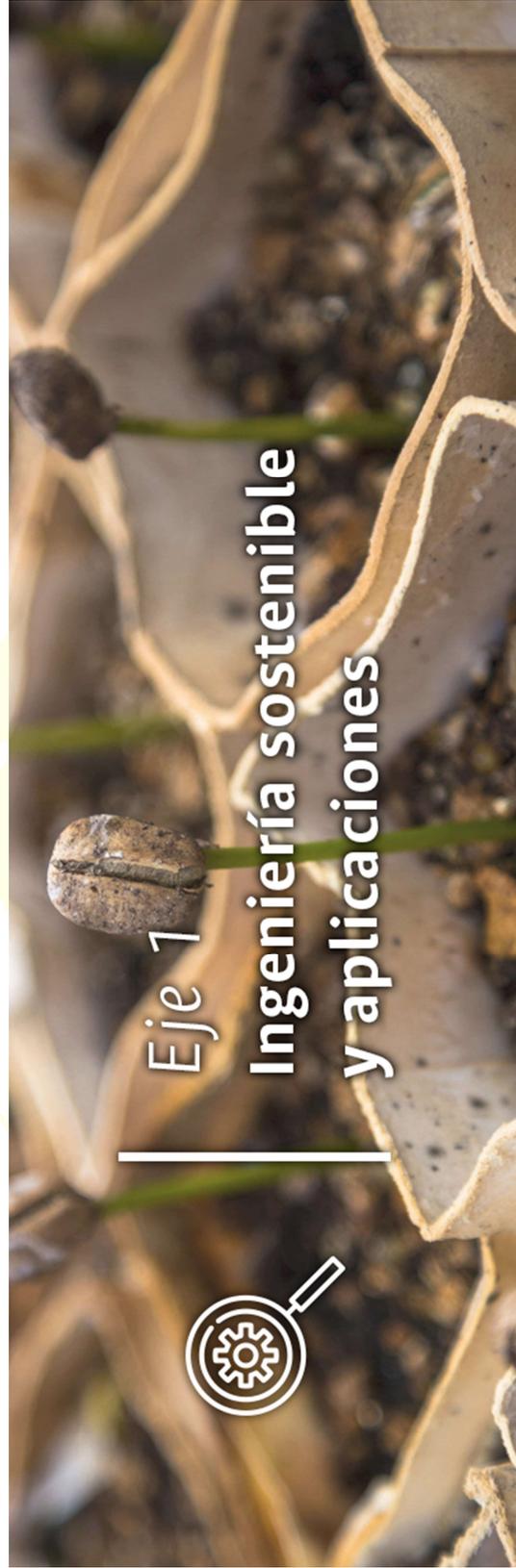
Crear espacios de reflexión en el coloquio para el intercambio, la apropiación y reflexión del conocimiento.

Utilizar los recursos existentes para contribuir a generar soluciones sostenibles, no solo compartiendo saberes sino también gestando pluralidad de soluciones para las nuevas generaciones imbuidas en una dinámica global con problemáticas mundiales y locales.

## Posconflicto

Difundir e involucrar a las poblaciones más vulnerables desde las distintas visiones sobre sostenibilidad urbana.

Aportar a la construcción del tejido social y la participación ciudadana en la constitución y desarrollo de las ciudades del posconflicto, en términos de espacios de convivencia, infraestructuras y demás dotaciones del espacio físico construido a nivel urbano y regional. Fortalecer nuevos ámbitos de las relaciones socioculturales y apuestas comunes de un desarrollo sostenible y económico.



## Sostenibilidad Ambiental en la Construcción de la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco como requisito para la certificación HQE™

Luis Enrique Gil Torres <sup>a</sup>, Magda Liliana Medina González <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [legilt@unal.edu.co](mailto:legilt@unal.edu.co)  
[mlmedinag@unal.edu.co](mailto:mlmedinag@unal.edu.co)

### Resumen

Este documento describe los procesos que se están llevando en el diseño y construcción de la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco, para cumplir con los requerimientos que permitan la obtención de la certificación HQE™ Internacional (Alta Calidad Medioambiental por sus siglas en francés “Haute Qualité Environnementale), certificación de origen francés. La Universidad Nacional de Colombia busca que el diseño de este proyecto denominado en adelante Tumaco Pacifico Campus sea integral, esto con el fin de facilitar la integración de la sostenibilidad en su proyecto con los procesos de ingeniería de diseño, mediante la implementación de sistemas que utilicen recursos sostenibles y con una afectación mínima del medio ambiente lo cual será verificado con la certificación.

El desarrollo del diseño de este proyecto plantea una concepción del campus universitario como un sistema que permite modificaciones, ejecución por etapas, fácil crecimiento y una adecuada relación con las condiciones del sitio a través de una edificación modular y conectada que cuenta con gran variedad de zonas verdes y senderos ecológicos.

En la fase de diseño del proyecto se definió el perfil ambiental para facilitar su articulación con el medio ambiente en la fase de licitación y de construcción del mismo.

La Universidad Nacional de Colombia, a través del desarrollo de este proyecto, busca obtener un compromiso entre la sostenibilidad y la economía de la

**Palabras clave:** Certificación HQE™, Construcción, Diseños, Sostenibilidad

## Introducción

Con motivo de la celebración del año Colombia-Francia 2017, la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco desea compartir su experiencia en el proceso de obtención de la certificación del proyecto de diseño y construcción de la nueva Sede bajo los estándares HQE™, el cual se convertirá en el primer proyecto educativo en certificarse bajo estos estándares ambientales en Colombia.

La Universidad Nacional de Colombia se encuentra en el proceso de construcción del proyecto de infraestructura de la nueva sede en la ciudad de Tumaco, Nariño, en el kilómetro 31 en la vía Tumaco-Pasto. El proyecto se construirá en un lote de 44.7Ha, adquirido por la Universidad Nacional de Colombia, cuenta con 14170m<sup>2</sup> de construcción y 17245 m<sup>2</sup> de áreas exteriores con capacidad para atender 3000 estudiantes.

El respeto por las condiciones medio ambientales y el respaldo de las decisiones urbanas y arquitectónicas fueron los criterios generales para la realización de cada uno de los diseños técnicos realizados. Cada uno de ellos previó la posibilidad de construir el proyecto en diferentes fases. (Giraldo & Álvarez, 2015)

## Metodología

Los requerimientos de diseño que se tuvieron en cuenta para lograr la certificación HQE™ son los siguientes: Bienestar, consumos de recursos hídricos y energéticos, operación, materiales y espacios verdes.

Para atender los requisitos que se deben cumplir a nivel de diseño del proyecto con miras a obtener la certificación HQE™ se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

El diseño arquitectónico contempla la implantación de espacios verdes y uso de especies vegetales de la zona que mantengan las características ambientales del lugar, con el fin de garantizar la armonización del proyecto con el entorno ambiental de la zona; los materiales del proyecto se escogieron teniendo en cuenta la sostenibilidad y uso final del edificio, asegurando que el mantenimiento que sea mínimo y asegurando que tengan los menores impactos ambientales

### **Diseño Paisajístico**

Con el fin de garantizar la integración del proyecto con el entorno ambiental se cuenta con vegetación en las todas las áreas exteriores, se propone el uso de vegetación nativa de manera que el riego, uso de fertilizantes y de mantenimiento sean mínimos. Además, el campus cuenta ya con un vivero en el que se han comenzado a sembrar y trasladar especies nativas a otras zonas del lote.

### **Diseño Acústico**

El diseño acústico se realizó en función de las actividades que se van a desarrollar en las diferentes áreas del proyecto, para así minimizar las molestias acústicas en estas áreas, a través de disposiciones arquitectónicas y técnicas.

### **Diseño Eléctrico**

El diseño eléctrico se fundamentó como base los lineamientos indicados en el RETILAB “Reglamento de iluminación y alumbrado Público”, implementando las indicaciones que recomienda el reglamento para limitar la contaminación lumínica. Asimismo, el diseño integró aspectos del confort visual para los usuarios.

### **Diseño Mecánico**

El diseño mecánico está enfocado a lograr la mayor eficiencia energética, integrando sistemas que garanticen la máxima eficiencia, se implementarán ventiladores de bajo consumo energético, sistema con velocidad variable para el auditorio y diseño de las redes reduciendo las pérdidas de presión.

El diseño hidrosanitario involucra la utilización de equipos que minimizan el consumo energético y garantizan la alta funcionalidad de los mismos, se implementarán bombas de velocidad variable, las tuberías que se instalarán son de baja rugosidad.

## Resultados y discusión

El diseño y construcción de la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco involucra los requisitos exigidos y evaluados por la certificación HQE™ y asegura el confort y bienestar de los usuarios de la Universidad en armonía con el medio ambiente de la zona, lo cual hace del proyecto una construcción sostenible pionera en este tipo de infraestructura educativa.

El proyecto del diseño y construcción de la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco atendió con el diseño las siguientes exigencias de la certificación HQE™:

*Tabla 1 Exigencias HQE™ Atendidas con el diseño del proyecto Tumaco Pacifico Campus*

TEMA	EXIGENCIA DE LA CERTIFICACIÓN	ASPECTOS DECUMPLIMIENTO
1 Sitio	Acondicionamiento del sitio de implantación para un desarrollo urbano sostenible	El proyecto está alineado con la política local de planificación de uso del suelo y con la política de desarrollo sostenible, al promover la construcción de un equipamiento educativo ubicado en un área de expansión urbana.
	Calidad del ambiente de los espacios exteriores asequibles para los usuarios:	Para crear un ambiente climático exterior satisfactorio, uno de los criterios de diseño del proyecto fue el de mantener algunas características de la arquitectura de la zona.
2 Componentes	Elección de materiales de construcción con el fin de garantizar la durabilidad, la adaptabilidad y el mantenimiento de la construcción:	El proyecto cuenta con acabados que tienen características que aseguran la durabilidad de los mismos.
	Selección de productos de construcción con el objetivo de limitar los impactos ambientales de la construcción y los impactos sanitarios de la construcción	Se genera el reglamento de obra sostenible el cual contiene los lineamientos y exigencias que tendrán que implementar en fase de obra todos los contratistas.

<b>3 Obra</b>	Optimización de la gestión de residuos de obra:	En el Reglamento de obra sostenible se incluye el compromiso de monitorear las cantidades de residuos generadas asegurando la gestión de los residuos que se producen en obra.
	Limitación de molestias y contaminación sobre la obra:	En el Reglamento de obra sostenible se especifican las medidas que debe adoptar el contratista para garantizar la limpieza de la obra y las especificaciones para ejecutarlas.
	Reducir los consumos de energía y agua en la obra:	En el Reglamento de obra sostenible se incluyen las medidas que debe adoptar el contratista para asegurar la reducción de los consumos de energía y agua; por ejemplo.
<b>4 Energía</b>	Reducción de la demanda energética debido a la concepción arquitectónica:	Se garantiza la hermeticidad de los espacios por medio de fachadas en vidrio totalmente cerradas, y con brazo hidráulico en las puertas, el cual ayuda a mantener la puerta cerrada aislando los ambientes, y a los sistemas de control de temperatura ahorrando energía.
	Reducción de los consumos de energía primaria:	Los equipamientos que se van a instalar en el proyecto, aseguran que el porcentaje de reducción de consumos en energía final y primaria del proyecto
<b>5 Agua</b>	Reducción de los consumos de agua potable	La instalación de aparatos de bajo consumo en el proyecto garantiza ahorros del 40% en los consumos de agua.
	Gestión de las aguas residuales	El proyecto cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales a la cual llegan por medio de tuberías de descarga las aguas residuales provenientes de los diferentes bloques, lo cual garantiza la gestión adecuada de las mismas.
<b>6 Residuos</b>	Optimización de la valorización de los residuos de la operación:	El diseño arquitectónico prevé el área de compostaje y el área de acopio de los residuos del proyecto, adoptando así las disposiciones para permitir la recuperación de los residuos durante la operación futura del edificio.
	Calidad del sistema de gestión de residuos de operación:	El diseño arquitectónico incluye las disposiciones para responder al almacenamiento adecuado de los residuos antes de su retiro, asegurando la concepción de zonas adaptadas al contexto de la operación y dimensionadas consecuentemente.

<b>Tema 7 Mantenimiento</b>	Concepción de la construcción para el seguimiento y control de los consumos energéticos:	El proyecto cuenta con medios de cuantificación para los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación. El diseño hidráulico incluye la instalación de dispositivos de cuantificación que permiten el seguimiento de los consumos de agua.
	Concepción de la construcción para el seguimiento y control del rendimiento de los sistemas y condiciones de confort	El diseño mecánico incluye el funcionamiento del sistema BMS (Building Management System), con el fin de realizar el seguimiento de las condiciones de confort de los ocupantes.
<b>8 Confort Higrotérmico</b>	Disposiciones arquitectónicas que optimizan el confort higrotérmico	El diseño arquitectónico tiene en cuenta los factores de incidencia solar con el fin de conseguir y promover las buenas condiciones del confort higrotérmico, flujos de viento y materiales
	Creación de condiciones de confort higrotérmico en las zonas que no requieren un sistema de refrigeración:	Los espacios que no requieren sistemas de refrigeración son espacios abiertos y cubiertos, disponen de unidades ventiladoras de aspas para techo, y protección solar con aleros y cortasoles
	Creación de condiciones de confort higrotérmico durante los periodos de refrigeración:	El diseño mecánico plantea para el proyecto, los rangos de temperatura adaptadas a las actividades que se desarrollan dentro de los espacios que necesiten una temperatura estable, garantizando que se mantengan las condiciones de confort del usuario.
<b>9 Confort Acústico</b>	Creación de una calidad de ambiente acústico adaptado a las diferentes áreas:	El diseño acústico asegura la generación de espacios acústicamente confortables, fundamentado en variables técnicas para el diseño de los mismos
<b>10 Confort Visual</b>	Optimización de la iluminación natural	El proyecto responde al confort visual mediante la entrada de iluminación natural a los espacios del proyecto, mejorando con esto la generación de ahorros energéticos.
	Iluminación artificial confortable	El diseño eléctrico abarca el cálculo de la iluminación artificial, mostrando que los niveles de iluminación alcanzados son óptimos en los espacios.
<b>11 Confort Olfativo</b>	Control de las fuentes de olores desagradables	Se identificaron las posibles fuentes de malos olores tanto internos y externos en el proyecto, con el fin de reducir sus efectos y se implementaron medidas para la minimización de los mismos.

<b>12 Calidad de los Espacios</b>	Limitación de la exposición electromagnética	Se realizó la Identificación de fuentes de emisiones de ondas electromagnéticas y las medidas para limitar su impacto.
	Creación de condiciones especiales de salud	Para optimizar las condiciones sanitarias de los locales de mantenimiento, la edificación cuenta con cuatro áreas de mantenimiento para la limpieza, que se localizan de manera distribuida para servir a todos los espacios.
<b>13 Calidad del Aire</b>	Garantizar una ventilación eficaz	El diseño mecánico incluye el estudio de las disposiciones que permitan asegurar el flujo de aire previsto y las condiciones de calidad del aire interior
<b>14 Calidad del Agua</b>	Calidad de la concepción de la red interior de agua	Para cualquier contacto con el agua destinada al consumo humano, se seleccionaron materiales que permiten el tratamiento térmico o químico de la red de agua fría en caso de una eventual contaminación

Fuente de Elaboración Propia

## Conclusiones

La Universidad Nacional de Colombia con el proyecto del diseño y construcción de la Sede Tumaco evidencia su compromiso entre la sostenibilidad y la economía de la construcción de la sede.

El diseño de la sede busca que la construcción sea totalmente sostenible y se desarrolle de tal forma que garantice la mínima afectación al medio ambiente, reducir los residuos que se producen en la construcción y garantizar la reutilización de estos.

La sostenibilidad del proyecto debe garantizar que los beneficios del proyecto son continuos aun después de la etapa de financiación externa, siendo necesario que el proyecto sea autosuficiente económicamente o por lo menos que la inversión externa sea mínima, garantizando el auto mantenimiento de edificio en el tiempo.

## Referencias bibliográficas

Giraldo, H., & Álvarez, L. (2015). *Fase de Diseño, Tumaco Pacífico Campus*. Bogotá. DC: Universidad Nacional de Colombia.

## Modelo de estrategias sustentables a base de indicadores para la gestión de residuos sólidos urbanos en el sector municipal

Luna Rojas, Nayeli Sarai<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Ingeniera Industrial y estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Orizaba. Veracruz. México. Universidad Nacional de Colombia.*

E-mail: [nslunaro@unal.edu.co](mailto:nslunaro@unal.edu.co)

### Resumen

Varios países de Latinoamérica son aquejados por diversas dificultades, entre ellas las financieras, políticas, sociales y administrativas; sin embargo, el desarrollo de una ciudad o región sustentable es un problema que debe considerarse prioritario. La generación y gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), es un tema que representa un verdadero problema en las ciudades, municipios o alcaldías de un país, cuyas consecuencias trascienden a una esfera global; debido a esto, es importante el crear y desarrollar estrategias que contribuyan a transformar a una ciudad en sustentable.

En el presente documento, se propone un modelo de gestión novedoso denominado “Modelo de Estrategias Sustentables Basado en Indicadores” (MESBI), fundamentado en la planeación estratégica y el cuadro de mando integral el cual provee y busca (a partir de herramientas sencillas) desarrollar estrategias e indicadores específicos para mejorar la gestión y disminución de RSU del municipio sobre el cual se vaya a desarrollar. Este modelo, a diferencia de otros, permite establecer una visión clara de lo que se quiere alcanzar, y permite tomar buenas prácticas para potencializar el desarrollo de proyectos estratégicos. Su creación se derivó de un caso de estudio en México, y se fundamenta de una consulta y análisis de varias guías de gestión de RSU del gobierno mexicano, e información científica sobre planeación que permitió estructurar una serie de etapas, que definen fácilmente un conjunto de estrategias para el manejo de RSU en un municipio.

**Palabras clave:** Sustentabilidad, Gestión, estrategias, planeación municipal.

## Introducción

Uno de los tantos desafíos actuales que se deben afrontar para alcanzar una ciudad-región sostenible o sustentable (tomándose como sinónimo por su traducción al inglés “sustainability”), es el manejo de los residuos sólidos urbanos o RSU. Se estipula que la generación de basura provoca costes ambientales, y económicos, significativos para varios municipios y, por tanto, su incremento en los próximos años tendrá consecuencias graves; así mismo, se ha pronosticado que la generación de RSU aumentará al doble en 2025 y más del triple en 2100, por ser un contaminante ambiental rápido en producirse (Hoornweg, Bhada-Tata, & Chris, 2013).

Existen pocos modelos para el tratamiento de RSU en el sector municipal, por lo que se considera crucial la implementación de estrategias que minimicen el impacto de estos residuos, y más aún ante la presencia de los sistemas antrópicos. Aunadamente, el municipio de estudio manifiesta una carencia de proyectos estratégicos y presenta problemas de gestión y control en función de RSU. Es por ello, que MESBI tiene por objetivo mejorar la gestión y propiciar la disminución de dichos RSU a través del desarrollo de proyectos estratégicos. Es un reto que pudiera parecer imposible de superar, pero con una oportuna inclusión de la gestión y la planeación municipal dentro de la ingeniería sustentable permitirá cambios significativos.

## Metodología

Para el desarrollo y creación de MESBI, primero se llevó a cabo la “*revisión de información y selección de elementos*”, con base en la consulta de metodologías y propuestas disponibles para la gestión municipal sustentable y estratégica de RSU de diversas instituciones gubernamentales con apoyo de tablas comparativas; y se analizó la situación actual del caso de estudio.

Posteriormente, se dio la “*Determinación de los modelos de apoyo*”, analizando diversos modelos de planeación estratégica para determinar el más útil en la gestión y creación de estrategias. Se revisó literatura referente al cuadro de mando integral (CMI), ya que al implementar y gestionar una estrategia u objetivo es importante la medición a través de indicadores.

Finalmente, se definió el “*Diseño y estructura de MESBI*”, se enlazaron los elementos más relevantes de la información analizada y se realizaron bocetos electrónicos, revisiones y ajustes con expertos en el tema; con ello se dejó definido y estructurado el modelo.

## Resultados y discusión

Al realizar la *revisión de información y selección de elementos*, se detectaron factores comunes de los modelos, y se consideraron importantes de incluirse al nuevo modelo, que son: Diagnóstico de la gestión y situación actual sobre RSU; Planeación estratégica; Comunicación y difusión; Evaluación y monitoreo.

Después de analizar siete modelos de planeación estratégica, se determinó que el modelo de Sistema Integral de Gestión y Mediciones de Indicadores de Logro (SIGMIL®), resulta contener elementos útiles para ajustarse al sector municipal y al caso de estudio; ya que, busca establecer una gestión integral y proporciona las bases para la elaboración de un plan estratégico y cuadro de mando integral para el diseño de estrategias e indicadores (Sánchez Romero, Aguirre y Hdez, & Raygoza Bello, 2016).

El resultado más significativo de este trabajo fue diseñar MESBI, desarrollado en seis etapas, como se visualiza en la figura 2, conformadas por diferentes acciones cada una. El modelo tiene una estructura sistémica secuencial, con la que se busca una mejora y gestión municipal estratégica continua, de RSU. Se ha aplicado las tres primeras etapas al municipio de estudio, obteniéndose resultados alentadores.

## Conclusiones

Se analizó información sobre la gestión municipal de RSU y se adecuó un modelo de planeación estratégico con apoyo de técnicas administrativas que conllevaron a diseñar y estructurar MESBI. Se espera, el modelo sirva como una herramienta de utilidad en la ingeniería sostenible; ya que, si se realizan las debidas adecuaciones, se podrá aplicar para el desarrollo de estrategias sustentables enfocadas a otros temas como la eco-energía, políticas públicas, construcciones, etc. que impulsen ciudades sostenibles.

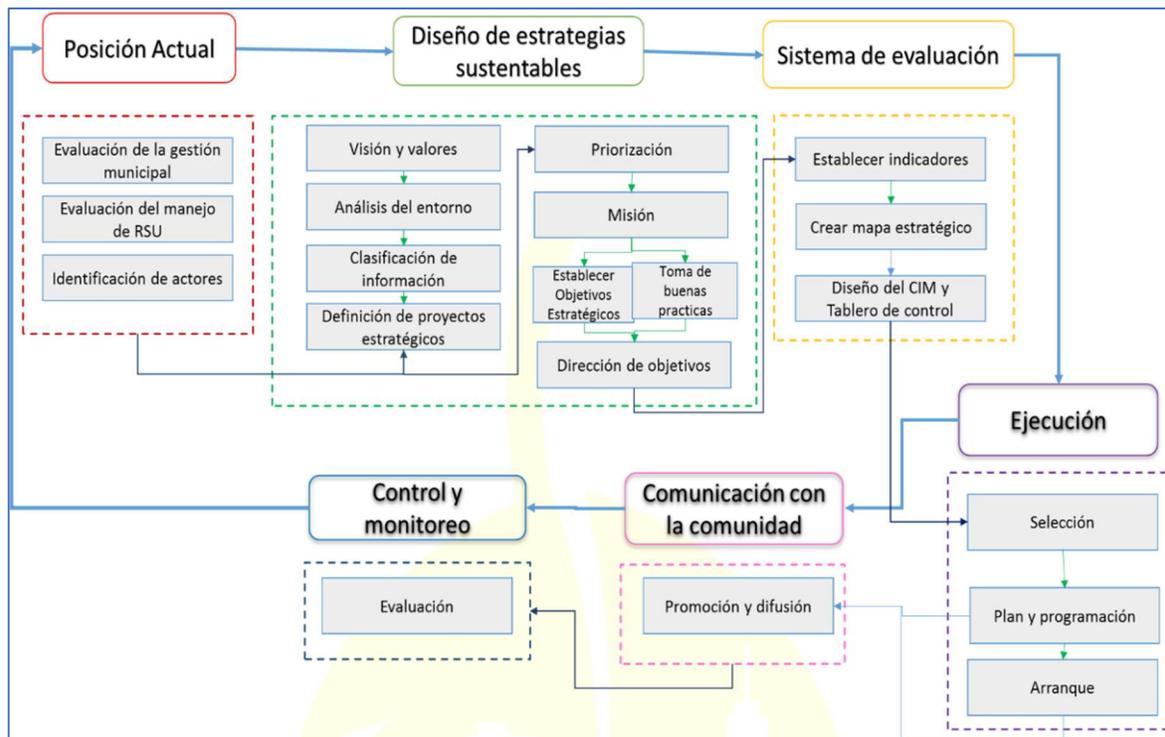


Figura 2. Modelo de estrategias sustentables basado en indicadores.

Actualmente como trabajo futuro, se concluirá la implementación del modelo en el caso de estudio, que pretende mejorar la gestión municipal de RSU, y se contribuya a su disminución; con las buenas expectativas marcadas por las etapas realizadas, promete resultados finales positivos.

## Agradecimientos

Se agradece a las autoridades del caso de estudio, por el apoyo en el desarrollo de MESBI. Así mismo, al Instituto Tecnológico de Orizaba por los conocimientos otorgados a este proyecto.

## Referencias bibliográficas

Hoorweg, D., Bhada-Tata, P., & Chris, K. (2013). Environment: Waste production must peak this century. *Nature, International weekly journal of science*, 502(7473). Recuperado a partir de <http://www.nature.com/news/environment-waste-production-must-peak-this-century-1.14032>

ICLEI. (2011). Guía para el desarrollo local sostenible. Capital sustentable. Recuperado a partir de [http://www.iclei.org.mx/web/uploads/assets/GDSL/guia\\_desarrollo\\_sustentable\\_local\\_resumen.pdf](http://www.iclei.org.mx/web/uploads/assets/GDSL/guia_desarrollo_sustentable_local_resumen.pdf)

Sánchez Romero, M. C., Aguirre y Hdez, F., & Raygoza Bello, M. (2016). Proyectos estratégicos prioritarios en empresas de la región de Orizaba. *Revista global de negocios*, 7(4), 64–73.

SEGOB, & INAFED. (2016). *Programa agenda para el desarrollo municipal. Guía para el llenado del diagnóstico municipal 2016* (p. 29). México.



## Mutualisation du transport d'enfants en situation de handicap avec de véhicules reconfigurables

Oscar Tellez<sup>a\*</sup>, Samuel Vercaene<sup>a</sup>, Fabien Lehuédé<sup>b</sup>, Olivier Péton<sup>b</sup>, Thibaud Monteiro<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Université de Lyon, INSA Lyon, laboratoire DISP EA 4570, Lyon, France.

<sup>b</sup> IMT Atlantique, Laboratoire IRCCyN, Nantes, France.

\*E-mail: [oscar.tellez@insa-lyon.fr](mailto:oscar.tellez@insa-lyon.fr)

### Résumé

En 2010, le transport sanitaire est devenu l'une des dix priorités du plan de gestion des risques de l'Assurance maladie du fait de l'augmentation du coût de ces transports. Pour les établissements médico-sociaux (EMS), ce coût représente la deuxième dépense après celle du personnel.

Dans ce contexte, ce projet de recherche vise une amélioration globale de la prise en charge du transport quotidien des enfants en structures de service médico-sociaux. En conséquence nous proposons la mutualisation du transport entre plusieurs EMS. Cette mutualisation du transport permet de regrouper des tournées dans une certaine zone géographique. L'enjeu est d'améliorer la performance économique tout en maintenant des objectifs économiques, sociaux et environnementaux. D'un point de vue scientifique ce problème est nommé le Dial-a-Ride Problem (DARP). Tout d'abord nous cherchons à intégrer au DARP avec véhicules adaptés la notion de reconfiguration pendant les tournées. Pour résoudre ce problème, nous utilisons la méta-heuristique Large Neighborhood Search.

**Mots clé** : transport, optimisation, mutualisation.

### Introduction

En 2010, le transport sanitaire est devenu l'une des dix priorités du plan de gestion des risques de l'Assurance maladie en France du fait de l'augmentation du coût de ces transports (ANAP, 2013). Pour des établissements médico-sociaux (EMS), ce coût représente souvent la deuxième dépense après celle du personnel

(ANAP, 2013). Étant donné la pression pour réduire le coût de transport, il est constaté une détérioration du niveau de service notamment sur le temps de trajet des usagers. En conséquence, ce projet vise une amélioration globale de la prise en charge du transport quotidien des enfants vers des structures médico-sociales par des méthodes quantitatives.

Pour atteindre cet objectif, nous proposons la mutualisation et l'optimisation du transport entre plusieurs EMS. Cette mutualisation du transport permet de regrouper des tournées dans une certaine zone géographique. Le problème de tournées de véhicules pour les personnes handicapées est déjà traité dans la littérature scientifique [3]. Ce problème est communément appelé Dial-a-Ride Problem (DARP). Il inclut un point de départ et d'arrivée pour chaque enfant et véhicule, ainsi que des fenêtres de temps. Nous considérons de plus, plusieurs types d'usagers : enfants en fauteuils ou valides et plusieurs types de véhicules adaptés.

Ce projet se fait en partenariat avec l'entreprise GHP spécialisée en transport adapté dans l'agglomération Lyonnaise. Pour donner un ordre de grandeur, cette entreprise transporte jusqu'à 1500 enfants par demi-journée. Dans cette étude, nous voulons exploiter une particularité du parc de véhicules de cette entreprise : la possibilité de modifier la capacité du véhicule par rapport aux types d'usagers pendant la tournée. Ainsi, il est possible de rabattre des sièges pour permettre d'accueillir plus d'enfants en fauteuils roulants pendant une tournée ou inversement, déplier des sièges pour accueillir plus d'enfants sans handicap moteur. Cette possibilité est appelée <<reconfiguration>>. Le problème de tournées de véhicules pour les personnes handicapées est déjà traité dans la littérature scientifique (Garaix et al, 2007). Néanmoins, de ce que nous savons, la reconfigurabilité au sens où nous l'entendons n'a pas été traitée à ce jour dans la littérature.

## Méthodologie

Le travail présenté correspond à une première étape visant à :

- 1) Comprendre et caractériser le problème de transport d'enfants handicapés. Définir les objectifs et contraintes du problème et réaliser un état de l'art scientifique.

- 2) Produire une modélisation mathématique des transports d'une période logistique en prenant en considérant les aspects particuliers d'un secteur. Définir des hypothèses pour la résolution numérique.
  
- 3) Résoudre le problème d'optimisation et analyser les résultats.

## Résultats et discussion

Un premier analyse de ce système de transport dans le périmètre Lyon Métropole a permis observer opportunités d'amélioration sur plusieurs axes. Au niveau financier: baisse des coûts de transport en mutualisant les transports de différents établissements médico-sociaux. En utilisant des données du GIHP du premier semestre 2015, les premières analyses montrent une réduction de la longueur des tournées variant entre 15% et 30%. La qualité de service est maintenue par la maîtrise des temps de trajet des enfants et le respect de la réglementation sur la durée maximum d'un trajet. Une deuxième étude vise à analyser l'impact de cette réglementation au niveau économique pour proposer des alternatives plus en accord avec la réalité. Sur le plan environnemental, l'optimisation des trajets permet d'espérer une baisse de 15 % des distances parcourues, soit un gain annuel de 213 000 kg eq CO<sub>2</sub>. Finalement, par la prise en compte de contraintes spécifiques aux véhicules électriques (temps de recharges, distances maximales), nous anticipons la mutation future du parc de véhicules thermiques (aujourd'hui diesel).

### Sources

- ANAP. Améliorer la gestion des transports sanitaires en établissement de santé. Rapport Technique. (2013).
- ANAP. Transport des personnes handicapées : imaginer des solutions pour les gestionnaires du secteur médico-social, présentation 5 Feb. 2014.
- Garaix, T., Josselin, D., Feillet, D., Artigues, C., Castex, E., 2007. Transport à la demande points à points en zone peu dense. Proposition d'une méthode d'optimisation de tournées. *Cybergeog: Revue européenne de géographie/European journal of geography* article–396.

# La Ville Biomimétique : Théorie, Perspectives, et Voies de Réalisation

Dicks, Henry

Université Jean Moulin Lyon 3  
Adresse : 5 rue Puits Gaillot, 69001 Lyon, France

E-mail: [henryjdicks@gmail.com](mailto:henryjdicks@gmail.com)

## Résumé

L'objectif de cette communication est triple : 1. analyser les éléments théoriques qui sous-tendent le concept de « ville biomimétique », en particulier ses fondements philosophiques et l'originalité du concept par rapport à l'histoire de l'urbanisme et de la philosophie politique modernes ; 2. proposer une justification du modèle de la forêt et explorer les perspectives riches et puissantes qu'ouvre ce modèle pour repenser la planification urbaine, la gestion de l'eau, la transition énergétique et l'économie circulaire ; 3. considérer les diverses voies – économiques, politiques, juridiques, scientifiques, et poétiques – par lesquelles l'avènement de la ville biomimétique peuvent advenir. En s'appuyant sur le travail d'architectes (Braungart et McDonough 2002, Schuiten 2010, Callebaut 2015) et de chercheurs (Newman and Jennings 2008, Despommier 2011, Pedersen Zari 2015), cette communication se distinguera de la littérature existante sur l'urbanisme biomimétique par son approche philosophique, par l'attention qu'il porte au besoin de justifier un modèle principal – celui de la forêt –, mais aussi par l'analyse détaillée des perspectives qu'ouvre ce modèle et des diverses voies possibles de sa réalisation. La méthode employée consistera à traiter le biomimétisme non pas comme une simple « tendance » ou « mode » en ingénierie, architecture et urbanisme, mais comme porteur d'une véritable révolution philosophique aux dimensions technologiques, éthiques, et épistémologiques, lesquelles correspondent aux trois principes fondamentaux du biomimétisme : la nature comme modèle ; la nature comme mesure ; et la nature comme mentor (Benyus 1997, Dicks 2016). En plaçant cette révolution dans son contexte historique, nous verrons qu'elle se traduit par une rupture profonde avec la pensée moderne de la « cité » (au sens de la *polis*) – de la Renaissance italienne à la Révolution Industrielle et au-delà (en passant par l'époque des Lumières) – dans ses déclinaisons urbanistiques et étatiques. Etant de nature théorique et spéculative, cette communication ne vise pas la production de résultats empiriques ou appliqués, mais plutôt une sensibilisation à l'intérêt à la

fois théorique et pratique qu'offre une approche biomimétique de la planification et du développement urbains, l'espoir étant que le modèle de la forêt permettra la fédération des disciplines autour d'une nouvelle vision commune de la ville durable.

**Mots-clefs** : Biomimétisme ; Urbanisme biomimétique ; Eco-technologies ; Philosophie de la Technique ; Histoire de l'urbanisme.

### Bibliographie

Benyus, J., 1997, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, New York, Harper Perennial.

Braungart, M. & McDonough, W., 2009, *Cradle to Cradle: Re-Making the Way we Make Things*, 2<sup>nd</sup> ED., London, Vintage.

Callebaut, V., 2015, *Paris 2050: Les cités fertiles faces aux enjeux du XXI siècle*, Paris, Michel Lafon.

Choay, F., 1974, La ville et le domaine bâti comme corps dans les textes des architectes-théoriciens de la première renaissance italienne, *Nouvelle Revue de Psychanalyse*, vol. 9, 239-251.

Dicks, H., 2016, The Philosophy of Biomimicry, *Philosophy & Technology*, vol. 29 (3), 223-243.

Dicks, H., 2015, De la ville anthropomimétique à la ville biomimétique : les eaux usées, sales et impures dans le nouvel imaginaire de la ville forêt, In Nou, C., Harpet, C., Pierron, J.-P., Dicks, H., *L'Usé, le Sale, l'Impur : Rationalités, Usages et Imaginaires de l'Eau*, Editions EME.

Le Corbusier, 1994 [1925], *Urbanisme*, Paris, Flammarion.

McHarg, I., 2006, Ecological Determinism, In Steiner, F.R. (Ed.), *The Essential Ian McHarg: Writings on Design and Nature*, Washington, Island Press, 30-46.

Pawlyn, M., 2011, *Biomimicry in Architecture*, London, RIBA.

Pedersen Zari, M., 2015, Ecosystem services analysis: Mimicking ecosystem services for regenerative urban design, *International Journal of Sustainable Built Environment*, vol.4 (1), 145-157.

# Ciudades inteligentes como sistemas de redes complejas y el control distribuido

Eduardo Mojica-Nava<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

\*E-mail: [eamojican@unal.edu.co](mailto:eamojican@unal.edu.co)

## Resumen

La explosión actual de datos procedentes de medidas de variables urbanas, conocido como el fenómeno del Big Data, está abriendo posibilidades impensables una década atrás. Nuevos territorios de investigación se ciernen para lidiar con esta basta cantidad de datos y como lograr descentralizar el manejo de la información para poder desarrollar herramientas que permitan incentivar el uso eficiente de la energía en todos los niveles. La aproximación que se propone en este trabajo está relacionada con desarrollar modelos de la ciudad inteligente como una composición de redes de sistemas estrechamente relacionadas, conformando así un sistema de redes complejo. La principal herramienta desarrollada para controlar de forma distribuida los sistemas en red de gran escala ha sido la teoría de juegos. En particular las dinámicas y juegos poblacionales.

**Palabras clave:** Sistemas complejos, control distribuido, ciudades inteligentes.

## Introducción

La explosión actual de datos procedentes de medidas de variables urbanas, conocido como el fenómeno del Big Data, está abriendo posibilidades impensables una década atrás. Nuevos territorios de investigación se ciernen para lidiar con esta basta cantidad de datos y como lograr descentralizar el manejo de la información para poder desarrollar herramientas que permitan incentivar el uso eficiente de la energía en todos los niveles (Batty, 2013).

En general, el concepto de ciudad inteligente se ha extendido como una manera de hacer que las ciudades funcionen más rápido y con más facilidad. Para volver al concepto tecnológico básico de la "Ciudad Inteligente", siempre se ha pensado como una especie de super-estado informático, una especie de enorme sistema operativo para la ciudad, último eslabón de la cadena evolutiva del

desarrollo urbano que ha visto cómo el ambiente cambia de forma a través de la transformación gradual de las principales vías, los canales de abastecimiento de agua, las redes eléctricas, los sistemas de alcantarillado, las redes de transporte público, etc. Básicamente, el concepto de Ciudad Inteligente podría ser visto como un enfoque que permite a la gente entender y manejar la complejidad de estos múltiples aspectos de la ciudad (Shih-Kung, 2016).

Precisamente aparece el concepto de sistemas complejos. En este trabajo se usa el concepto de sistema complejo desde la perspectiva de la ingeniería y la ciencia de redes, los cuales se enfocan principalmente en modelos que permitan modelar y controlar. Los sistemas complejos exhiben varias características tales como retroalimentación, variables fuertemente interdependientes, sensibilidad extrema a las condiciones iniciales, geometría fractal, y criticidad auto-organizada, múltiples estados metaestables y una distribución no gaussiana de los resultados (Kastens et al. 2009).

Por otro lado, el sistema de redes complejo abre la puerta al desarrollo e implementación de algoritmos de control distribuidos que permitirían un uso más eficiente de la energía en todos los niveles, desde la energía eléctrica hasta la energía mecánica en los sistemas de alcantarillado y los sistemas de transporte (Quijano et al. 2017).

## Metodología

Las principales herramientas utilizadas para lograr la creación de este sistema complejo de redes constan de una estrategia abierta de datos, innovación abierta, e interoperabilidad, los cuales pueden catalizar dicho sistema e impulsar el consumo eficiente de energía. Dado que, en el futuro, una fracción decreciente de datos puede ser procesada, muchas decisiones tendrán que tomarse localmente. Esto habla de un enfoque de control distribuido. La principal herramienta desarrollada para controlar de forma distribuida los sistemas en red de gran escala ha sido la teoría de juegos. En particular las dinámicas y juegos poblacionales (Quijano et al. 2017). Se han desarrollado varias técnicas para abordar los principales desafíos de estos sistemas, tales como la cantidad de información necesaria para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, los costes económicos asociados a la estructura de comunicación requerida y la elevada carga computacional de resolución para el control, insumos claves para sistemas de gran escala. La teoría de juegos estudia las interacciones entre los agentes interesados y aborda el problema de la interacción entre los agentes que utilizan

diferentes estrategias que desean maximizar su bienestar. Se aplica la teoría de juegos poblacionales para el control distribuido de una microrred como caso de estudio para ilustrar como se mejora la eficiencia del sistema eléctrico.

## Resultados y discusión

En la práctica, la optimización del sistema a gran escala y el control exitoso de arriba hacia abajo están limitados por al menos cuatro factores. Primero, el volumen de datos crece más rápido que la potencia de procesamiento. Esto crea un "efecto linterna": podemos ver lo que queramos, pero necesita saber a qué prestar atención. En segundo lugar, una fracción aún menor de datos puede procesarse centralmente. Por lo tanto, los intentos centralizados de optimización ignoran una gran cantidad de información local, que es necesaria para producir buenas soluciones. En tercer lugar, la complejidad algorítmica puede evitar la optimización en tiempo real, de tal manera que los enfoques de control descentralizado pueden funcionar mejor. Cuarto, otros problemas pueden ser causados por modelos deficientes y errores de clasificación. Este trabajo presenta el caso particular del control eficiente de la energía eléctrica en una microrred AC usando teoría de juegos poblacionales.

## Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es visión de sistemas complejos en red que se le puede dar a la ciudad inteligente para integrar de una manera armónica todas las infraestructuras críticas y a través del control distribuido, en particular usando teoría de juegos, garantizar un funcionamiento óptimo y robusto.

## Referencias bibliográficas

- Kastens, K., Manduca, C., Cervato, C., Frodeman, R., Titus, S. (2009). How Geoscientists Think and Learn. *EOS*, 90(31), 265-266. Doi: 10.1029/2009EO310001
- Shih-Kung, L. (2016). Big theory for complex city. *Journal of Urban Management*, in press, doi: 10.1016/j.jum.2016.12.001
- Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. The MIT Press, Boston, MA, USA.
- Quijano, N., Ocampo-Martinez, C., Obando, G., Barreiro, J., Pantoja, A., Mojica-Nava, E. (2017). The Role of Population Games and Evolutionary Dynamics in Distributed Control Systems. *IEEE Control Systems*, 37(1), 70-97. Doi: 10.1109/MCS.2016.2621479

## “Le risque d’habiter” : Une pédagogie de la conception à l’épreuve des enjeux de la résilience

### Roueff, Boris

Architecte, maître-assistant en théories et pratiques de la conception architecturale et urbain, membre associé du laboratoire LAURE

*Ecole Nationale Supérieure d’Architecture de Lyon - membre associé du laboratoire LAURE  
3 rue Maurice Audin, 69512 Vaulx-en-Velin, France*

*E-mail: [boris.roueff@lyon.archi.fr](mailto:boris.roueff@lyon.archi.fr)*

### Résumé

Qu’est-ce que les enjeux de la ville durable disent à l’enseignement de la conception ?

La “ville durable” c’est institutionnalisée en France depuis vingt ans. L’architecture produite par les architectes professionnels se conforme aux nouveaux cadres législatifs et réglementaires, eux-mêmes en perpétuelle constitution. En école d’architecture, se pose la question de l’évolution des pédagogies de la conception architecturale et urbaine face à ces enjeux contemporains et dynamiques.

L’Ecole Nationale Supérieure d’Architecture de Lyon expérimente un nouvel enseignement de projet qui intègre ces enjeux de société comme réformateurs possibles de nos méthodes de conception. L’objectif est de préparer les étudiants à faire avec ces nouveaux paradigmes de manière créative et positive.

L’enseignement s’étale sur la cinquième année de formation. Il a pour support un territoire habité soumis à des risques naturels et industriels majeurs : ses contradictions empêchant toute conception architecturale innocente obligent l’étudiant à prendre position. Si les projets conçus sont d’ordre prospectif, ils restent ancrés dans le milieu, attentivement analysés de manière pluridisciplinaire. Les acteurs du territoire sont convoqués pour donner leurs visions de la situation sans passer commande d’aucune manière. La finalisation du travail au travers de projets personnels de chaque étudiant constitue le retour vers ces acteurs comme autant

de regards extérieurs sur leur milieu. Ils contribueront à dépasser les questions de l'administration du risque et à activer des démarches de résilience.

Sous un autre angle, cela interroge les outils et les méthodes de la conception architecturale, ses finalités mêmes, et bien sur les pédagogiques mises en œuvre dans les formations.

L'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon a été précurseur sur les questions de l'enseignement du développement durable en France. L'objet de cette communication consiste à questionner la pédagogie de la conception architecturale en regard des enjeux socio-environnementaux actuels.

En France, depuis deux décennies, les politiques d'actions, de régulation et de contrôle se sont orientées vers la "durabilité": la ville durable s'institutionnalise. Dans le domaine de l'enseignement en architecture, le décret du 20 juillet 2005 rend obligatoire l'enseignement du "développement durable". Ces nouvelles conditions pour la conception du projet architectural et urbain passe généralement par trois canaux: l'alternative militante comme le bioclimatisme, le champ des sciences et techniques pour l'architecture construite ainsi qu'une perméabilité entre le milieu professionnel et l'enseignement au travers des enseignants praticiens. D'autre part les étudiants nés avec une préoccupation environnementale vivent l'écart entre des injonctions pour préserver l'environnement et un mode de vie qui reste souvent en contradiction avec ces nouvelles valeurs. Cette évolution sensible du contexte n'a pas remis profondément en cause les méthodes de conception ni même la formation à la conception architecturale. Les fondamentaux restent sur la base d'une culture esthético-fonctionnaliste, héritiers d'un siècle de modernisme.

¿De tels enjeux de société peuvent-ils s'enseigner au travers d'une pédagogie de la conception architecturale?

A l'ENSAL, cette question est explorée au travers d'un nouveau studio: "Le risque d'habiter". Le constat de départ est que, si nous vivons une phase de transition, nous ne pouvons plus transmettre un savoir et un savoir-faire directement issus des pratiques mêmes des plus vertueuses. Comment l'expérimentation pédagogique et projectuelle deviendrait elle-même source de connaissances et de résultats en réponse à la société?

Pour cette première année, le site choisi est soumis à de multiples risques qui portent, au travers de leur gestion, une complexité technique de tout point de vue. Il a été façonné par une idéologie fonctionnaliste depuis l'époque napoléonienne.

Le contraste entre cette situation et les valeurs actuelles qui sont tout autres rendent instables toute projection classique qui se résumerait par besoin - programme - projet.

Cela soulève la question des outils et des méthodes mobilisables pour l'analyse de ce milieu naturel, industriel et urbain. Cela questionne aussi la fabrication de la situation pédagogique pour permettre l'émergence de projets architecturaux rendant actifs les facteurs de résilience du milieu, faisant avec les contradictions mêmes du site et proposant des stratégies de mutation dont un des catalyseurs seraient l'architecture. Plus généralement, nous verrons si la conception architecturale acceptée comme hétérogène ouvre à d'autres pratiques plus en résonance avec les nouveaux enjeux sociaux et environnementaux.

## Bibliographie

Lamunière Inès, 2015, Objets risqués, le pari des infrastructures intégratives, Lausanne, PPUR.

Morin Edgard, 2005, Introduction à la pensée complexe, Paris, Points (Seuil).

Lussault Michel, 2013, L'avènement du monde. Essai sur l'habitation humaine de la Terre, Paris, Seuil.

Gonzalo Celorio, Eduardo Vázquez Martín, Teodoro González de León, 2010, TAX. México, ciudad futura, Bløk Design, México Cd.

Moneo Rafael, 2013, Intranquilité théorique et stratégie du projet dans l'œuvre de huit architectes contemporains, Parenthèses.

## “El riesgo de habitar”: una pedagogía del diseño arquitectónico a prueba de los desafíos de la resiliencia.

**Roueff, Boris**

Arquitecto, profesor asistente en teorías y prácticas del diseño arquitectónico y urbano, asociado en el laboratorio LAURE

*Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon - membre associé du laboratoire LAURE  
3 rue Maurice Audin, 69512 Vaulx-en-Velin, Francia*

*E-mail: [boris.roueff@lyon.archi.fr](mailto:boris.roueff@lyon.archi.fr)*

### Resumen

¿Cómo los retos de la ciudad sostenible interpelan la enseñanza del diseño?

La "ciudad sostenible" se institucionalizó en Francia durante 20 años. La arquitectura producida por los profesionales de la arquitectura cumple con los nuevos marcos legislativos y normativos, ellos mismos renovados de manera continua. En la escuela de arquitectura se plantea la cuestión de reformar la pedagogía del diseño arquitectónico y dirección contemporánea frente a estos desafíos dinámicos.

La Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Lyon está experimentando una nueva enseñanza del diseño que incorpore estos retos sociales como posibles reformadores de nuestros métodos de diseño. El objetivo es entrenar a los estudiantes para hacer con estos nuevos paradigmas de manera creativa y positiva.

La enseñanza se extiende por el quinto año de formación. Su soporte es un territorio habitado sujeto a riesgos naturales e industriales mayores: contradicciones que impiden un diseño arquitectónico inocente y requieren que los estudiantes construyen una postura propia. Aunque los proyectos son prospectivos, se arraiga en el medio ambiente y social cuidadosamente analizado en forma multidisciplinar. Los actores del territorio son invitados a dar sus puntos de vista sin ordenar. La finalización de los trabajos a través de proyectos personales de cada estudiante permite un feedback múltiple a estos actores sobre su propio entorno. Es una contribución para superar las cuestiones de gestión de los riesgos y para activar los procesos de resiliencia.

Desde otro punto de vista, se cuestionan las herramientas y los métodos de diseño arquitectónico, sus propios retos, y por supuesto la enseñanza implementado en la formación.

Diseño arquitectónico, resiliencia, pedagogía, medio ambiente y humano, transición

La Escuela nacional Superior de Arquitectura de Lyon fue pionera en el tema de la enseñanza del desarrollo sustentable en arquitectura en Francia. El propósito de esta ponencia es cuestionar la enseñanza del diseño arquitectónico tomando en cuenta los problemas socio-ambientales actuales.

En Francia, durante las dos últimas décadas, las políticas de acciones, regulaciones y controles se enfocaron hacia la "sustentabilidad". La ciudad sostenible se institucionalizó. En el campo de la enseñanza de la arquitectura, el decreto del 20 de julio de 2005 obliga a enseñar el "desarrollo sostenible". El diseño del proyecto arquitectónico y urbano toma en cuenta estas nuevas condiciones a través de tres canales: el activismo alternativo como el bioclimatismo; los campos de la ciencia y la tecnología para la arquitectura construida y una permeabilidad entre el entorno profesional y la docencia a través de los profesionales-docentes. Por otra parte, los estudiantes actuales nacieron con la preocupación ambiental. Viven la contradicción entre las conminaciones para preservar el medio ambiente y un modo de vida que a menudo permanece en conflicto con los nuevos valores. Este contexto cambiante sensiblemente no ha cuestionado seriamente los métodos de diseño o incluso la enseñanza del diseño arquitectónico. Los fundamentos siguen basándose en una cultura estético-funcionalista, herencia del modernismo del siglo pasado.

¿Tales desafíos sociales pueden enseñarse a través de una pedagogía del diseño arquitectónico?

En la escuela de arquitectura de Lyon, exploramos esta cuestión a través de un nuevo taller: "El riesgo de habitar." Esta enseñanza plantea que como nos encontramos en una fase de transición, no se puede transmitir el conocimiento y el saber-hacer provenientes directamente aun sean de las practicas que serían las más virtuosas. La experimentación pedagógica y proyectual ella misma se convierte en un recurso para el conocimiento y puede dar resultados en respuesta a la sociedad.

El sitio elegido este primer año está sujeto a múltiples riesgos mayores, gestionados con una complejidad técnica de cualquier punto de vista. El sitio ha sido modelado y enmarcado por una ideología funcionalista desde el inicio del siglo XIX. El contraste entre este y los valores actuales que son bastante diferentes, hacen inestables cualquier proyección convencional que se resuma por necesidad - programa - proyecto. Esto plantea la cuestión de las herramientas y métodos que se pueden movilizar para el análisis de este entorno natural, industrial y urbano. Esto también cuestiona la elaboración de la situación pedagógica permitiendo la aparición de proyectos arquitectónicos que activan los factores de resiliencia, que actúan con las mismas contradicciones del sitio y que proporcionan estrategias de mutación de la cuales la arquitectura es uno de los catalizadores. De manera más general, observaremos si el diseño arquitectónico aceptado como heterogéneo abre a otras prácticas en resonancia con los nuevos problemas sociales y ambientales.

### Referencias bibliográficas

Lamunière Inès, 2015, Objets risqués, le pari des infrastructures intégratives, Lausanne, PPUR.

Morin Edgard, 2005, Introduction à la pensée complexe, Paris, Points (Seuil).  
Lussault Michel, 2013, L'avènement du monde. Essai sur l'habitation humaine de la Terre, Paris, Seuil.

Gonzalo Celorio, Eduardo Vázquez Martín, Teodoro González de León, 2010, TAX. México, ciudad futura, Bløk Design, México Cd.

Moneo Rafael, 2013, Intranquilité théorique et stratégie du projet dans l'œuvre de huit architectes contemporains, Parenthèses.

## Naturaleza Urbana. Primera plataforma de experiencias de gestión de la biodiversidad urbana en Colombia

Juliana Montoya

*\*E-mail: julimonty@gmail.com*

### Resumen

Las ciudades representan una dualidad entre desafíos y oportunidades para la conservación de la biodiversidad. En nuestro contexto colombiano, cada vez hay más personas viviendo en paisajes urbanizados que generan profundas transformaciones e impactos sobre la naturaleza y sus dinámicas, aumentando la desconexión entre los habitantes y su relación directa con los procesos ecológicos que sustentan la vida. Esto ha llevado a un cambio en el enfoque de los estudios de biodiversidad en las ciudades desde el análisis descriptivo de sus problemas para incorporarse como un elemento estratégico en los procesos de planificación urbana y gestión ambiental en múltiples ciudades del mundo.

Este libro evidencia que existe una voluntad de relacionarse mejor con la naturaleza en las ciudades colombianas, en donde las capacidades locales dialogan e inspiran soluciones basadas en la biodiversidad a diferentes escalas y desde diferentes visiones. Se presentan 30 casos escrito por más de 80 autores que aportan, desde diferentes sectores, iniciativas orientadas a comprender, proteger y restaurar la naturaleza urbana a través de temas como: ciencia ciudadana, inventarios de biodiversidad, evaluación de servicios de ecosistemas, mapeo de humedales, calidad ambiental, corredores ecológicos, gobernanza y educación ambiental, restauración ecológica, áreas protegidas urbanas, conflictos ecológicos, justicia ambiental, entre otros.

Está en manos de esta nueva gobernación de activistas, investigadores, urbanistas y tomadores de decisiones impulsar un modelo de ciudad que se aleje de los imperativos de la especulación para ponerse al servicio del interés colectivo. Es por esto que debe suceder un cambio de paradigma en nuestras decisiones urbanas en donde la biodiversidad es el elemento principal en los procesos de planificación urbana y gestión ambiental, en donde todos como ciudadanos podemos actuar para hacer una vida urbana más conectada con la biodiversidad.

**Palabras clave:** Naturaleza urbana, Ciencia ciudadana, Gestión de la biodiversidad, Ciudades colombianas

## Introducción

Las ciudades son a su vez una presión y una oportunidad para la conservación de la biodiversidad. Por un lado, la urbanización puede ser vista en un escenario negativo como la causa de la destrucción y fragmentación de los hábitats nativos; y por otro lado, como el lugar para asegurar la provisión de los beneficios de la naturaleza que están estrechamente vinculados con el bienestar de los habitantes urbanos.

Sin embargo, esta dependencia que tenemos con la naturaleza se nos olvida en las ciudades, en donde los habitantes cada vez están más desconectados con la relevancia de los procesos ecológicos que sustentan nuestra vida. Esta ‘amnesia ecológica generacional’, reduce nuestra capacidad de apreciar y custodiar la naturaleza, en especial en Colombia siendo un país megadiverso con más de 85 tipos de ecosistemas generales.

Hay que recordar que la biodiversidad es la fuente directa de materiales y energía que alimentan el metabolismo de las ciudades y el sumidero que procesa la gran mayoría de sus residuos y emisiones atmosféricas, además de múltiples beneficios como la regulación climática, mitigación al cambio climático, aporte de espacios públicos no mercantilizados, cohesión social, sentido de pertenencia, justicia y equidad ambiental. Es por esto que debe suceder un cambio de paradigma en nuestras decisiones urbanas en donde la biodiversidad es el elemento principal en los procesos de planificación urbana y gestión ambiental.

## Resultados

Es la primera plataforma de experiencias que presenta 30 casos documentados por más de 80 autores de gestión de la biodiversidad en las ciudades colombianas, en donde las capacidades locales dialogan e inspiran soluciones basadas en la naturaleza. Estas experiencias aportan iniciativas orientadas a comprender, proteger y restaurar la naturaleza urbana a través de temas como: ciencia ciudadana, inventarios de biodiversidad, evaluación de servicios de ecosistemas, mapeo de humedales, calidad ambiental, corredores

ecológicos, gobernanza y educación ambiental, restauración ecológica, áreas protegidas urbanas, conflictos ecológicos, justicia ambiental, entre otros.

Así como menciona Erik Gómez-Baggethun en el prólogo: “La diversidad de experiencias recopiladas en esta obra apunta a que cada vez son más los colombianos que desde las calles, el pensamiento académico y la administración pública han empezado a desafiar un modelo de desarrollo urbanístico que viene dejando a su paso un largo sendero de deterioro ecológico y conflictos ambientales”.



Tabla 1. Experiencias de naturaleza urbana colombianas desde diferentes sectores, escalas y enfoques.

#	Experiencia	¿dónde?	¿quién?	¿qué?
1	Semillas de la modernidad	Medellín	Academia	Histórico
2	Un plan biodiverso	Cali	Alcaldía	Planeación
3	Naturaleza Identificada	Bogotá	Fundación	Ciencia ciudadana
4	Fuente de vida	Valle de Aburrá	Alcaldía	Área Protegida Urbana
5	Acupuntura urbana	Bogotá	Fundación	Planeación
6	Biodiversidad ciudadana	Colombia	Institución	Ciencia ciudadana
7	Árboles grandes y Antiguos	Medellín	Institución	Investigación
8	Academia, Biodiversidad y desarrollo	Villavicencio	Academia	Planeación
9	Transiciones naturales	Bogotá	Fundación	Área Protegida Urbana
10	Epicentro social y ecológico	Quibdó	Alcaldía	Planeación
11	De lo nacional a lo local	Medellín	Instituciones	Política Nacional
12	Estructuras verdes	Manizales	Alcaldía	Planeación
13	Gobernanza a gran escala	Bogotá	Alcaldía	Ciencia ciudadana
14	Miradas quebradas	Medellín	Academia	Planeación
15	Polinizadores y planeación	Bogotá	Comunidad	Ciencia ciudadana
16	Conservación urbana colaborativa	Cali	Fundación	Área Protegida Urbana
17	Realidades políticas y ecosistémicas	Riohacha	Fundación	Planeación
18	Agenda verde	Medellín	Fundación	Investigación
19	Otra forma de hacer ciudad	Bogotá	Institución	Planeación
20	Naturaleza en línea	Valle de Aburrá	Comunidad	Investigación
21	Conservación en casa	Bogotá	Institución	Área Protegida Urbana
22	Infraestructura urbana ecológica	Turbo	Academia	Planeación
23	Amazonia Andina	Caquetá	Academia	Investigación
24	Teoría y práctica	Bogotá	Fundación	Espacio público
25	Comunidad e ideas de ciudad	Popayán	Academia	Ciencia ciudadana
26	Ambientes de aprendizaje	Bogotá	Fundación	Ciencia ciudadana
27	Biodiversidad y conectividad	Valle de Aburrá	Academia	Investigación
28	Ecología política urbana	Bogotá	Institución	Planeación
29	Valor del bosque urbano	Valle de Aburrá	Academia	Investigación
30	Trabajo de campo	Cali	Academia	Educación
31	Seguridad hídrica urbana	Medellín	Institución	Investigación
32	Índices e indicadores verdes	Colombia	Institución	Ciencia ciudadana
1	4 ciudades africanas	África	Institución	Investigación
2	La naturaleza de las ciudades	New York	Comunidad	Investigación
3	Área Protegida Urbana	Río de Janeiro	Institución	Área Protegida Urbana
4	Biohabitats	Estados Unidos	Institución	Planeación

## Conclusiones

Este libro evidencia que existe una voluntad de relacionarse mejor con la naturaleza en las ciudades colombianas, en donde las capacidades locales dialogan e inspiran soluciones basadas en la biodiversidad a diferentes escalas y desde diferentes visiones. Se presentan 30 casos escrito por más de 80 autores

que aportan, desde diferentes sectores, iniciativas orientadas a comprender, proteger y restaurar la naturaleza urbana a través de temas como: ciencia ciudadana, inventarios de biodiversidad, evaluación de servicios de ecosistemas, mapeo de humedales, calidad ambiental, corredores ecológicos, gobernanza y educación ambiental, restauración ecológica, áreas protegidas urbanas, conflictos ecológicos, justicia ambiental, entre otros.

Está en manos de esta nueva gobernación de activistas, investigadores, urbanistas y tomadores de decisiones impulsar un modelo de ciudad que se aleje de los imperativos de la especulación para ponerse al servicio del interés colectivo (Gomez-Baggethun, 2016). Es por esto que debe suceder un cambio de paradigma en nuestras decisiones urbanas en donde la biodiversidad es el elemento principal en los procesos de planificación urbana y gestión ambiental, en donde todos como ciudadanos podemos actuar para hacer una vida urbana más conectada con la biodiversidad.

## Agradecimientos

Este es un proyecto que fue ideado y desarrollado como proyecto de investigación de la anterior Líder de la Línea de Biodiversidad en entornos urbano-regionales María Angélica Mejía quien lideró el proyecto de principio a fin, apoyada por María Claudia Villa, Ana Rueda, Erika Peñuela y el equipo editorial de PuntoAparte. La publicación no hubiera podido ser sin la red de actores en las diferentes ciudades de Colombia que hacen parte de esta recopilación de experiencias.

## Bibliografía

Mejía, M. A. (ed.). Naturaleza Urbana: Plataforma de Experiencias. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2016. 208 págs.

## Services décentralisés, robustes et efficaces pour une gestion autonome et temps-réel de situations d'urgences urbaines

Frédéric Le Mouël<sup>a</sup>, Carlos J. Barrios Hernández<sup>b</sup>, Oscar Carrillo<sup>a</sup>, Gabriel Pedraza<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Université de Lyon, INSA de Lyon, Lyon, France

<sup>b</sup> Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

E-mail: frederic.le-mouel@insa-lyon.fr  
cbarrios@uis.edu.co  
oscar.carrillo@insa-lyon.fr  
gpedraza@uis.edu.co

### Resumé

La mondialisation des échanges et l'organisation du travail provoquent actuellement un flux migratoire important vers les villes. Cette croissance accélérée des villes nécessite de nouvelles planifications urbaines dans lesquelles le numérique prend une place de plus en plus prépondérante - la captation des données permettant de comprendre et décider face aux changements. Ces environnements numériques sont toutefois malmenés en cas de crises (catastrophes naturelles, terrorisme, accidents, etc). Basés sur l'expertise des laboratoires CITI de l'INSA de Lyon et SC3 de l'Université Industrielle de Santander, nous nous proposons de créer le projet ALERT - *Autonomous Liable Emergency service in Real-Time*. Avec des services décentralisés, fiables et efficaces, qui soient au plus proche des citoyens, les prises de décisions pourront s'effectuer en temps réel, localement, de manière pertinente sans risque de déconnexion avec une autorité centrale. Ces collectes d'informations et prises de décision mettront en jeu la population avec des approches participatives et sociales. Dans cette communication, nous présentons les résultats de nos recherches préliminaires sur deux points durs pour le projet ALERT. Le premier montre une architecture fiable de services dans laquelle des données récupérées à partir des différentes sources (crowdsensing/crowdsourcing) sont traitées et accessibles en tant que services par des applications tiers. Nous proposons par la suite de décentraliser cette architecture et construire un cloud spontané de proximité. Le deuxième point explore les services citoyens intelligents, ici nous

proposons un service de guidage véhiculaire bio-inspiré par le comportement des fourmis, ce service pouvant être utilisé déconnecté d'une entité centrale. Finalement, nous envisageons une première mise en place du projet ALERT dans la ville de Bucaramanga.

**Mots clés :** Services décentralisés, Ville intelligente, Urgences.

## Introduction

Un des services citoyens présentant des enjeux importants dans les villes intelligentes est celui permettant de gérer les situations d'urgences. Nous présentons le Projet ALERT - *Autonomous Liable Emergency service in Real-Time* - un service citoyen pour les situations d'urgence.

Une urgence fait référence à une situation où des décisions doivent être prises dans de brefs délais, les conséquences de ces décisions pouvant être vitales (tremblement de terre, un attentat, etc.)

Les plateformes numériques sont essentielles dans ce genre de situation pour permettre de collecter des données de manière à caractériser la situation d'urgence et à réagir rapidement en prenant une décision. Ces situations d'urgence pouvant elles-mêmes mettre à mal les outils numériques.

Fort de l'expertise des deux laboratoires CITI (Golchay, Le Mouël, Ponge, & Stouls, 2016 ; Lèbre, 2016) et SC3 (Barrios et al., 2016), l'INSA de Lyon et l'Université Industrielle de Santander (UIS) proposent de travailler sur deux points durs garantissant ce service :

Architecture fiable de services : (1) efficace et temps-réel, (2) distribuée à différentes échelles, (3) tolérante aux pannes et persistante.

Services citoyens intelligents : (1) autonomes, (2) pertinents, (3) sociaux, (4) participatifs - crowdsensing/sourcing.

Les sections suivantes détaillent les avancées déjà menées sur le sujet.

## Résultats

### Architecture distribuée de services

#### *Découverte et infrastructure dynamique de services*

Une des questions critiques est de comment promouvoir le développement d'une plateforme urbaine de services, impliquant des acteurs et un processus réel dans une politique de citoyen intelligent. La Figure 1 montre une plateforme urbaine de services centrée sur les citoyens (Barrios et al., 2012). Bien que centralisée, cette plateforme peut être transférée vers des solutions distribuées - comme dans un Cloud Spontané de proximité (cf Figure 2) (Golchay et al., 2016).

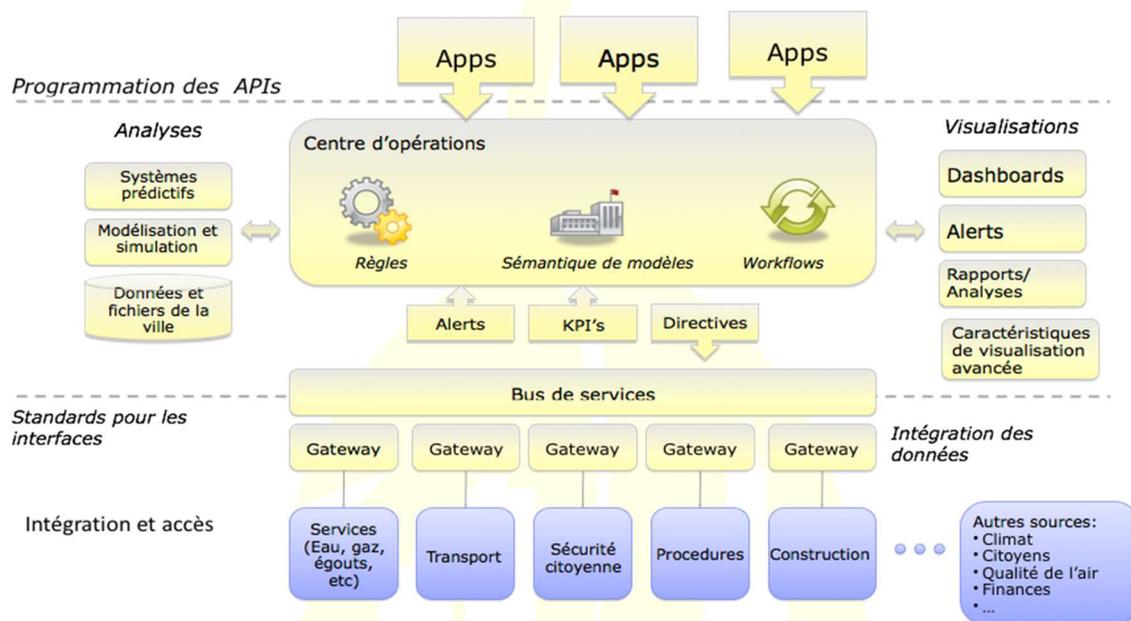


Figure 2: Plateforme Urbaine de Services

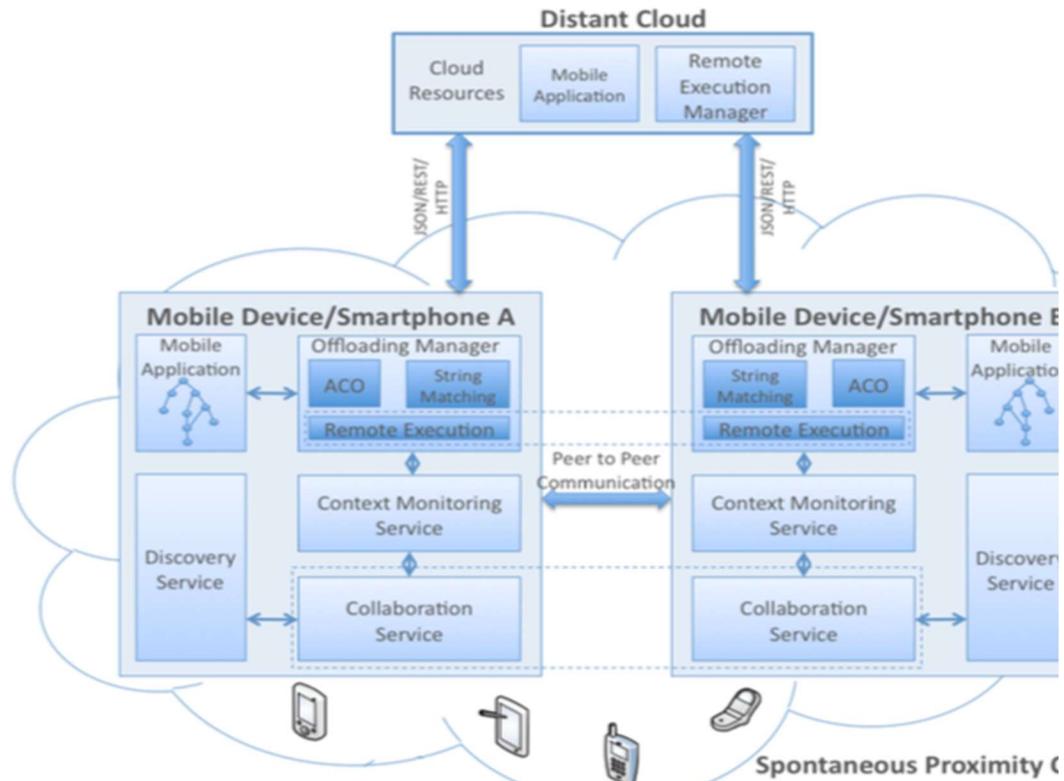


Figure 1: Architecture de services distribuées - Cloud Spontané de proximité

## Prise de décision collaborative

### Algorithmes bio-inspirés du comportement des fourmis pour la gestion du trafic

La fluidité du trafic véhiculaire est un enjeu majeur et est un exemple de service montrant bien les aspects décentralisés et collaboratifs. Nous proposons un service véhiculaire basé sur le crowdsourcing où le véhicule est assimilé à une fourmi cherchant son chemin en temps réel (cf Figure 3) (Lèbre, 2016). Au cours de leurs déplacements, les véhicules échangent leur connaissance du réseau avec les autres véhicules (cf Figure 4). Ils calculent donc leur trajet avec une information partielle du réseau.



Figure 4: Utilisation de modèles bio-inspirés pour un service véhiculaire de trafic

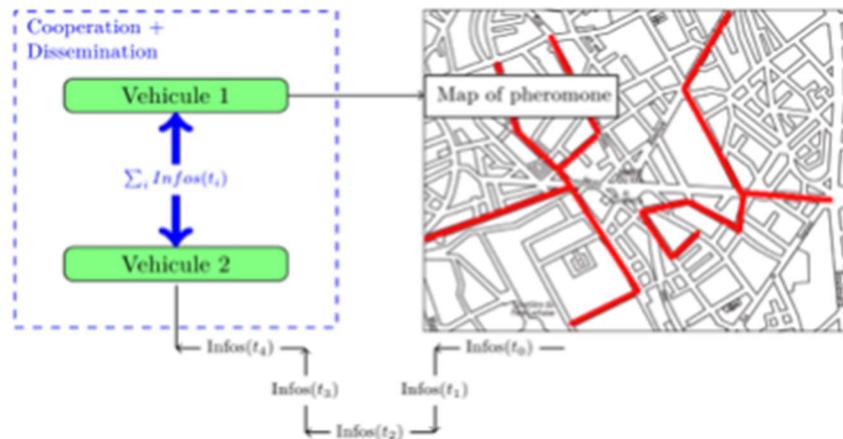


Figure 3: Échange de cartes contenant des données de trafic entre véhicules

Les résultats peuvent être très bons en cas de trafic normal (KPP dans la Figure 5(a)) et avec un algorithme adapté dynamiquement en cas de catastrophe - ici un tremblement de terre (PPE dans la Figure 5(b)).

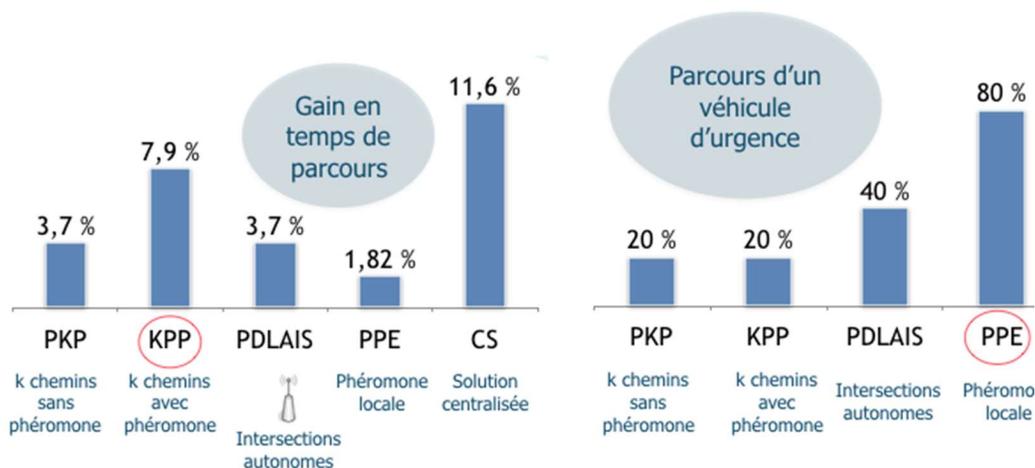


Figure 5: (a) Gain de temps de parcours en condition de trafic normal vs. (b) probabilité d'arrivée pour un véhicule d'urgence en cas de tremblement de terre

### Assistance aux personnes et véhicules par prévision du comportement en situation d'urgence

Une des étapes importantes du projet ALERT est de pouvoir simuler en avance la réponse attendue des services. Une des premières simulations faites a été le comportement des foules lors d'une urgence suite à un attentat par engin explosif (cf Figure 6) (Burgos, 2015).

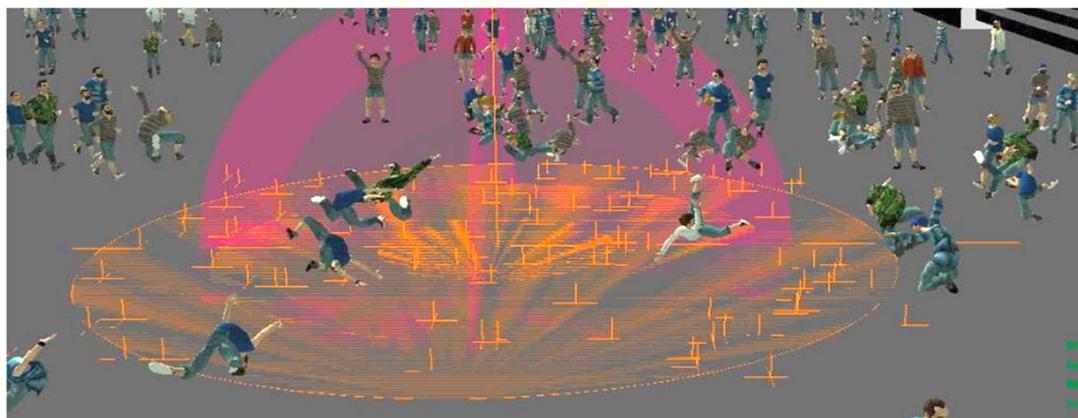


Figure 6: Comportement individus proches du point de l'explosion

## Méthodologie

Pour la mise en place du projet ALERT, nous proposons de continuer nos simulations sur le modèle du campus de l'UIS pour évaluer les besoins techniques et logiciels de déploiement du service. Ensuite, un passage à l'échelle dans la ville se fera en accord avec la municipalité.

## Discussion

Une mise en place à Bucaramanga nous semble un choix intéressant, la ville étant en pleine expansion et particulièrement bien placée au niveau du déploiement numérique.

De même, le laboratoire SC3 y est installé et jouit d'une position phare en Colombie dans la gestion des données et calcul de haute performance.

## Remerciements

Les auteurs remercient les chercheurs de la Collaboration CATAÍ (<http://www.sc3.uis.edu.co/catai>) : Michel Riveill (I3S), José-Tiberio Hernández et Harold Castro (UniAndes), Yves Denneulin et Claudia Roncancio (LIG), Frédéric Merienne (ParisTech), ainsi que Régis Guillaume et Enrique Sánchez-Albarracín (Ambassade de France en Colombie), Marie-Ange Lèbre (Valeo/INSA Lyon), Eric Ménard (Valeo), Roya Golchay (INSA Lyon).

## Sources

Barrios, C., Pedraza, G., Hernández, J. T., Castro, H., Riveill, M., Roncancio, C., ... Denneulin, Y. (2016). Rapport d'activité de collaboration franco-colombienne cataí en informatique avancée pour le développement durable.

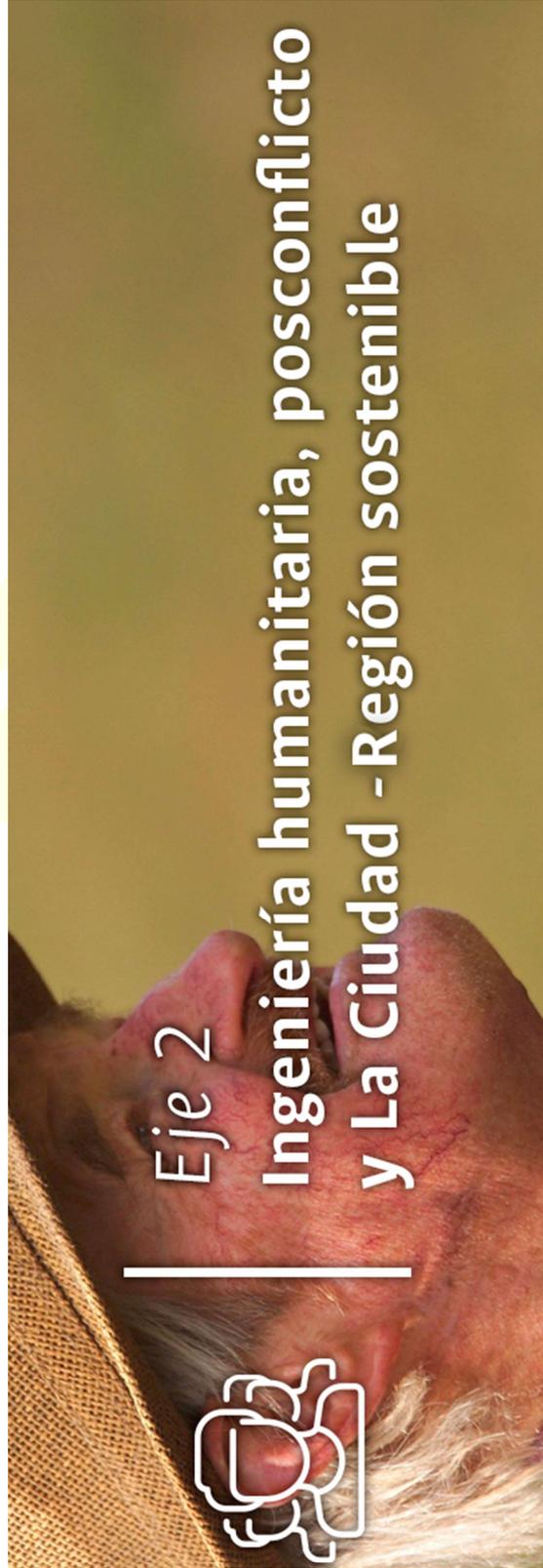
Barrios, C., Puleo, R., Cruz, J., Bedoya, D., Briceño, Y., Díaz Toro, G. J., ... Núñez de Villavicencio, L. (2012). Un Modelo de Autosostenibilidad y Servicio para Computación Avanzada en Latinoamérica inspirado en Aplicación como Servicio (AaaS). Segunda Conferencia de Directores de Tecnología Gestión de las TI en Ambientes Universitarios - TICAL 2012.

Burgos, D. (2015). Simulación y visualización de la dinámica del comportamiento de multi-études usando aceleradores gráficos (PhD Thesis). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombie.

Golchay, R., Le Mouël, F., Ponge, J., & Stouls, N. (2016, novembre). Spontaneous proximity clouds: Making mobile devices to collaborate for resource and data sharing. In Proceedings of the 12th eai international conference on collaborative computing: Networking, applications and worksharing (Collaboratecom'2016). Beijing, China. Consulté sur <https://hal.inria.fr/hal-01391114> (BestPaper)

Lèbre, M.-A. (2016). De l'impact d'une décision locale et autonome sur les systèmes de transport intelligent à différentes échelles (PhD Thesis). Université de Lyon, INSA Lyon, Lyon, France.





## Ciudad-región en el posacuerdo: dignificación rural y articulación metropolitana en Colombia

**Sergio Ramiro Burgos Romero**

*Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia*

*\* E-mail: srburgosr@unal.edu.co*

### **Resumen**

Luego de sellar un acuerdo de paz histórico entre el Gobierno Nacional de Colombia y el grupo subversivo de las FARC-EP, poniendo fin a más de medio siglo de confrontaciones armadas entre las partes, subyace la necesidad de indagar sobre el papel de las urbes colombianas, su contexto metropolitano y de cómo, la dignificación y reivindicación de la ruralidad nacional pueden brindar herramientas para afrontar el posacuerdo en la ciudad-región colombiana. Una revisión detallada de las negociaciones de paz que se adelantaron en La Habana permite indagar sobre la ausencia del ámbito urbano en articulación con la región, y su rol en el posacuerdo.

El estado actual de la territorialidad nacional evidencia la poca o nula comunicación entre la ciudad núcleo y los municipios generalmente de vocación rural que se encuentran en su periferia, en torno a la formulación de sus planes de ordenamiento territorial, y de cómo éstos pueden articularse conjuntamente para el desarrollo de la región. Esta situación conlleva a que se generen diversidad de conflictos territoriales por el uso del suelo, segregación y marginalización social, desempleo u ocupación informal, detrimento del entorno natural y medio ambiente, problemas de movilidad y de seguridad, así como el asentamiento de la pobreza en la periferia de las ciudades.

La enorme responsabilidad que reposará sobre las ciudades colombianas en materia de provisión de vivienda y empleo, seguridad alimentaria, entre otros, requiere del establecimiento de estrategias planificadas para la recepción de cada uno de los actores del conflicto armado a las urbes con la implementación del acuerdo. Por tanto, la articulación de las áreas rurales y urbanas entre sí, en búsqueda de alternativas conjuntas de adaptación al posacuerdo como el

**Palabras Clave:** Integración, ciudad, región, posacuerdo, ruralidad.

## Introducción

El acuerdo de paz pactado entre el Gobierno Nacional y el grupo subversivo de las FARC, establece básicamente la búsqueda de la paz con justicia social por medio del diálogo, poniendo fin a cerca de sesenta años de confrontación armada en el territorio colombiano. El presente documento tratará de esbozar las implicaciones del primer eje de discusión de la mesa de diálogo: el tema agrario, y sus implicaciones en el contexto de la ciudad-región colombiana.

Uno de los temas de mayor trascendencia en el marco de la implementación de los acuerdos de paz, es la búsqueda de la justicia y equidad social en el contexto rural históricamente desprotegido por el Estado colombiano, fundamentalmente por la carencia de una reforma agraria sólida que permita a sus habitantes tener mayores índices de desarrollo económico y social.

Sin embargo, durante la construcción colectiva del acuerdo de paz, la cuestión urbana tan importante como la rural y su papel con miras al posacuerdo, se encuentra totalmente ausente a pesar de la gran responsabilidad que las ciudades afrontarán en materia de oferta laboral y seguridad alimentaria; aspectos, que requieren una adecuada planificación.

En esa medida, la articulación sólida del sector rural con las áreas urbanas en la conformación de estructuras territoriales que logren atender la demanda de sus habitantes de forma integral permitiría generar estrategias mancomunadas entre la ciudad y la región para afrontar los retos del posacuerdo.

## Metodología

Con la implementación del acuerdo de paz pactado entre el Gobierno colombiano y las FARC-EP, se espera que el campo colombiano salga del abandono en el cual ha permanecido en los últimos tiempos (León, 2014).

Esta situación puede ser aprovechada positivamente por las ciudades con grandes concentraciones poblacionales, tasas de desempleo considerables y dependencia alimentaria, en pro de la generación de proyectos conjuntos con los territorios rurales de su periferia que le permitan a la población trabajar la tierra y regresar a las actividades agropecuarias de manera digna, así como la consecución de empleos formales bien remunerados en los municipios con vocación rural, fomentando regiones más competitivas que contribuyan a disminuir la brecha entre los habitantes del campo y la ciudad (Patiño Villa, 2013).

Las ciudades colombianas no pueden desconocer el gran reto social que tendrán que afrontar en el posacuerdo. El ejemplo más dicente es el de la capital de la república, la cual tiene enormes retos en torno a la consolidación de un área metropolitana sólida, que desarrolle agendas colectivas con los municipios de la Sabana en temas como seguridad alimentaria, generación de empleo en los suelos productivos de la región, entre otros. Por tanto, resulta equivocado abordar el ordenamiento territorial si se entienden de forma apartada las relaciones sociales y la configuración del territorio presentes en un espacio geográfico (Fals Borda, 1987).

El hecho que los actores del conflicto armado, tanto grupos al margen de la ley, fuerzas públicas y víctimas civiles se acojan nuevamente a una vida en comunidad, que en muchos casos, se desarrollará en las grandes ciudades colombianas o en sus inmediaciones, se traducirá en altas probabilidades de no tener otra alternativa que dedicarse a las economías informales ante la falta de oportunidades de empleo en las urbes y, la estigmatización social que aún deben llevar a cuentas por cuenta de su pasado.

La consolidación de proyectos agropecuarios en las ciudades-región como primer paso para garantizar la suficiencia alimentaria y la generación de nuevos empleos en el campo, no solo para los actores derivados del posconflicto, sino para aquellos que hoy en día pasan necesidades en las periferias de las ciudades, se vislumbra como una gran apuesta a la llegada y construcción de la paz.

## Conclusiones

Resulta imprescindible fortalecer las relaciones entre la ciudad y la región colombiana con miras al posacuerdo. La seguridad y soberanía alimentaria, la creación de empleos formales y la dotación de vivienda digna, son los principales

El fortalecimiento que se presume tendrá el agro colombiano con la implementación del acuerdo de paz, debe verse como una oportunidad de cohesión social entre ciudad y región.

Bajo la propuesta planteada en el presente documento, el habitante de campo dejará de ser considerado como “de segunda categoría” puesto que su relación activa con las ciudades en materia de flujos cooperativos motivará no solo a los actores del posacuerdo, sino a diversos de los actuales pobladores urbanos a residir en las áreas rurales.

### Referencias Bibliográficas

Fals Borda, O. (1987). *Ordenamiento territorial e integración regional en Colombia, En: La insurgencia de las provincias: hacia un ordenamiento territorial para Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, IEPRI, Siglo XXI editores.

León, J. (25 de Septiembre de 2014). *Así transformarían a Colombia los acuerdos logrados con las FARC*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://lasillavacia.com/historia/asi-transformarian-colombia-los-acuerdos->

Patiño Villa, C. A. (07 de Julio de 2013). *Las ciudades para el posconflicto*. (E. Espectador, Ed.) Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://www.elespectador.com/noticias/nacional/articulo-432227-ciudades-el-posconflicto>

## Entornos amigables para la paloma de la paz. El papel de los espacios verdes públicos en el posconflicto colombiano

Sylvie Nail<sup>a</sup>, Lorena Erazo Patino<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Université de Nantes, Nantes, France

<sup>b</sup> Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [Sylvie.nail@univ-nantes.fr](mailto:Sylvie.nail@univ-nantes.fr)

### Resumen

La ponencia presenta un análisis de los servicios que pueden prestar los espacios verdes urbanos para la cohesión social en sociedades en posconflicto, con propuestas para el contexto colombiano. Entre ellas, se presenta el potencial de la agricultura urbana como agente de cohesión social y de dinamismo económico.

Esta contribución se basa en unas miradas cruzadas entre: una especialista francesa del estudio de las civilizaciones contemporáneas a partir de los usos y funciones de los espacios de naturaleza urbanos, y del potencial de estos espacios como agentes para mejorar la salud y el bienestar individual y social, y una politóloga e internacionalista colombiana, autora de una tesis de Maestría de gerencia del desarrollo (Universidad Externado de Colombia, 2016) sobre el papel de los espacios públicos en el postconflicto colombiano, a partir de experiencias nacionales e internacionales. El propósito de esta colaboración es demostrar que los espacios verdes constituyen una herramienta transformadora, aún desconocida, de la sociedad colombiana en el contexto del posconflicto, así como de proponer estrategias concretas.

Los resultados surgen del cruce de tres análisis: 1) estudios de casos de países en postconflicto (Irlanda, Suráfrica, El Salvador) y de su uso de los espacios públicos para generar paz y cohesión social; 2) estrategias desarrolladas a nivel internacional (en Europa y las Américas), para generar paz y bienestar en comunidades urbanas, en particular vulnerables, a partir del uso de espacios verdes públicos; 3) estrategias existentes en Colombia que pueden servir de modelos para fomentar una dinámica social positiva a nivel nacional y una nueva dinámica económica a través de la economía social y solidaria.

Se espera que esta primera colaboración sobre este tema genere una dinámica académica e institucional entre Francia y Colombia sobre las relaciones entre paz, cohesión social, dinamismo económico y espacios públicos urbanos.

**Palabras clave:** postconflicto, espacios verdes, bienestar, cohesión social, economía social y solidaria

## Introducción

En Colombia, al crecimiento demográfico y a la urbanización galopante en las últimas décadas se suma el desplazamiento forzado para generar pobreza, violencia y degradación ambiental. El cese de las hostilidades tras la firma de los acuerdos de paz traerá probablemente más personas a las ciudades, puesto que los centros urbanos ofrecen múltiples posibilidades de seguridad, supervivencia y desarrollo personal. Sin embargo, las personas migrantes se asientan frecuentemente en áreas pobres y vulnerables (Codhes, 2003), lo cual supone retos sociales y económicos que deberá asumir la sociedad en su totalidad.

Lograr la paz significa, entre otros, (re)crear identidades colectivas inclusivas y resilientes en las ciudades, para reparar el tejido social roto de los desplazados y acompañar el cambio en los barrios donde llegarán las nuevas poblaciones. En la medida en que los “referentes espaciales son para la identidad colectiva el equivalente del cuerpo para la identidad individual” (Di Meo, 2007), se debe construir una nueva territorialidad, es decir un espacio social a partir del territorio.

## Metodología

Numerosos estudios internacionales sobre los espacios verdes urbanos demuestran su multifuncionalidad y su papel fundamental para la salud, la lucha contra la exclusión y la generación de redes sociales. De la misma manera, la agricultura urbana, además de responder a necesidades fundamentales de las poblaciones desplazadas, se ha vuelto en muchas ciudades una herramienta transformadora a nivel social y económico, sin olvidar su contribución en la resolución de los desafíos ambientales urbanos (gestión de los residuos, manejo del agua, cambio climático).

Parece pertinente entonces analizar, desde la literatura y el trabajo de campo de las autoras en Europa y Colombia, las experiencias colombianas e

internacionales, en busca de estrategias exitosas en el uso de los espacios verdes urbanos como herramienta transformadora de la sociedad en el contexto del posconflicto, para promover la cohesión social y la prosperidad.

La presentación se enfocará primero en un resumen de los servicios de la naturaleza urbana para la cohesión social. La segunda parte desarrollará los beneficios de la agricultura urbana para luchar contra la exclusión, fortalecer las identidades colectivas y empoderar los ciudadanos a través de la economía social y solidaria. Finalmente, se compararán los conocimientos y las experiencias internacionales con el contexto colombiano para proponer pistas concretas de acción que permiten una paz durable a través del uso adecuado de los espacios verdes públicos.

## Resultados y discusión

En relación con casos comparables a nivel internacional, el estudio de los usos de los espacios verdes públicos en Colombia revela, a pesar de algunos casos exitosos desarrollados durante el conflicto armado en Colombia, una infravaloración de su potencial como lugares de encuentro, de identidad, de prosperidad y de reconciliación. Eso parece ser debido a una falta de conocimiento del potencial de tales espacios como territorios de paz y de bienestar. Además, a pesar del trabajo continuo de ciertas entidades para capacitar centenas de personas, la agricultura urbana sufre de una estigmatización social, así como de una falta de compromiso dentro de las políticas locales, que hasta ahora ha impedido que se generalicen sus beneficios a nivel geográfico y social.

El análisis de diversas experiencias en sociedades en posconflicto permite realzar la importancia del fortalecimiento de la cohesión social por medio de la apropiación de los espacios públicos verdes en los centros urbanos que son los territorios protagonistas en el siglo XXI.

## Conclusiones

En el contexto del posconflicto que moviliza toda la sociedad colombiana a principios de 2017, parece oportuno abrir caminos para cooperaciones académicas e institucionales, con el objeto de explorar cómo los espacios públicos urbanos pueden contribuir a generar capital social y así generar entornos amigables para la paz en Colombia, a partir de investigaciones bilaterales (universidades, INRA,

CIRAD, jardín botánico José Celestino Mutis), así como de experiencias compartidas entre ciudades francesas (Nantes, Lyon, Paris, entre otras) y colombianas (Bogotá, Medellín, Popayán, etc.). El intercambio de prácticas organizacionales e institucionales (SCOP en Francia, redes de agricultura urbana en Colombia) podría también constituir un camino común para explorar nuevas maneras de crear y apropiarse de un urbanismo sostenible en todos los sentidos de la palabra.

El objetivo de esta colaboración franco-colombiana es precisamente proponer nuevas pistas para abrir este camino hacia la paz, desde la academia y la práctica.

### Referencias bibliográficas

Consultoría para los derechos humanos y el desplazamiento (Codhes). Crisis humanitaria y catástrofe social. Boletín n. 31. En: Codhes/UNICEF. Un país que huye. Desplazamiento y violencia en una nación fragmentada. Bogotá : Gente Nueva ; 2003.

Di Méo, G. (2007). Identités et territoires : des rapports accentués en milieu urbain ? *Métropoles*, 1. Consultado en <http://metropoles.revues.org/80>

Echeverría Ramirez, M. C. (Coord, general) (2016). *Retos del Habitat. Por la vida, la equidad y los derechos territoriales*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Forrest, R., & Kearns, A. (2001). Social cohesion, social capital and the neighbourhood. *Urbanstudies*, 38(12), 2125-2143

*Géocarrefour*. (2014). Número 89 (1-2) dedicado a Agricultureurbaine et alimentation: entre politiques et initiatives locales.

Gomez-Baggeth, E., De Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The History of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment scheme. *EcologicalEconomics*, 1209 - 1218.

## Ingeniería para la construcción de país

Francy Nayely Prieto Novoa<sup>a</sup>, Gineth Paola Ortiz Fuentes<sup>a\*</sup>, Hernán Gustavo Cortés Mora<sup>a</sup>, Néstor Yesid Rojas Roa<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia*

\* *E-mail: gportizfu@unal.edu.co*

### Resumen

La universidad puede generar ese cambio que algunos argumentan se requiere entre la forma que interactúa el ser humano y su entorno, tiene el potencial de ofrecer soluciones innovadoras a algunos de los retos globales como la sustentabilidad y otros locales como el proceso de paz para el caso colombiano. Teniendo en cuenta el rol de las instituciones de educación superior y en particular de las facultades de ingeniería en la construcción de país, en la articulación teórica de la sustentabilidad con su implementación, el propósito del presente trabajo es identificar cómo las facultades de ingeniería de Colombia están incorporando o planean incorporar elementos que les permita contribuir con la construcción de un país en paz, sustentable y con desarrollo.

A partir de la identificación de aspectos que caracterizan una institución de educación superior sustentable, decanos de diferentes facultades de ingeniería miembros de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, presentan las diferentes acciones, modificaciones de currículo, contenidos y formas de trabajo de los planes de estudio, entre otros, que emprenderá la respectiva facultad para llegar a ser sustentable y alcanzar un país sustentable, en paz y con desarrollo. Con un total de 17 artículos se procedió a realizar un análisis de contenido, el cual permite observar las iniciativas y propuestas que apuntan a cada uno de los aspectos que caracteriza una institución de educación superior sustentable: Docencia, investigación, proyección social, gestión y comunicación. Este trabajo presenta los resultados obtenidos, sentando las bases para la construcción de un diagnóstico de la sustentabilidad en las facultades de ingeniería de Colombia y una posible hoja de ruta para su incorporación.

**Palabras clave:** Ingeniería, sustentabilidad, desarrollo, paz, educación.

## Introducción

La sustentabilidad es un concepto dinámico, evolutivo, complejo y multidimensional (Velázquez, Munguia, Platt, & Taddei, 2006), sujeto a interpretaciones variadas, que partiendo de modos de vida y de culturas locales, tiende hacia la visión de un mundo diferente y que constituye el más grande reto de la humanidad; se entiende como un paradigma para pensar en el futuro en el que las consideraciones ambientales, sociales y económicas se balancean en la búsqueda de desarrollo y una mejor calidad de vida (McKeown, Hopkins, Rizzi, & Chrystallbridge, 2002).

Durante las últimas dos décadas, un creciente número de instituciones de educación superior se han comprometido en incorporar e institucionalizar la sustentabilidad (Lozano et al., 2013). Teniendo en cuenta el rol de las facultades de ingeniería como constructores de país, dada su capacidad de materializar ideas e impactar directamente la sociedad, deben apropiarse este rol e incorporar en sus facultades la sustentabilidad. Así, es desde las facultades de ingeniería desde dónde deben darse las herramientas para alcanzar un país en paz, sustentable y con desarrollo.

## Metodología

Pretendiendo hacer un diagnóstico de las facultades de ingeniería colombianas en materia de sustentabilidad, se hizo un llamado a la presentación de artículos por parte de los decanos de las facultades de ingeniería miembros de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, respondiendo la pregunta: ¿Qué acciones, modificaciones de currículo, contenidos y formas de trabajo de los planes de estudio, entre otros, emprenderá su facultad para llegar a ser sustentable y alcanzar un país sustentable, en paz y con desarrollo?

Así, se reunieron 17 artículos. Se realizó un análisis de contenido de la información recogida por medio de codificación en el software Nvivo, partiendo de los aspectos que hacen parte de una institución de educación superior: Docencia, investigación, proyección social, gestión, comunicación, además del contexto en el que se encuentran.

## Discusión y análisis de resultados

Los artículos presentan como común denominador el reconocimiento de la crisis a la que se enfrenta la humanidad reflejado en el cambio climático, el calentamiento global, el cambio social, político y económico. Aspectos como el desconocimiento o la indiferencia son identificados como las principales causas de esta crisis. Adicionalmente reconocen la ingeniería como la herramienta para hacer frente a los desafíos y presentes y futuros en materia de paz, sustentabilidad y desarrollo del país.

La paz se presenta como un elemento central en los artículos analizados (Figura 1). Se evidencia el compromiso de la ingeniería como herramienta para apoyar el cumplimiento de los acuerdos de paz; igualmente, la necesidad de repensar la ingeniería en escenario de posconflicto, preparar ingenieros para los retos venideros con la incorporación en el currículo de temas trascendentales del país.

Para lograr una incorporación efectiva de la sustentabilidad en las instituciones de educación superior, es necesario permear todos los aspectos de la institución: docencia, investigación, operación y es en el campus, alcance a la comunidad y comunicación (Lozano, 2006). Partiendo de esto, se obtuvieron de manera emergente categorías atribuidas a éstos, observados en las figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

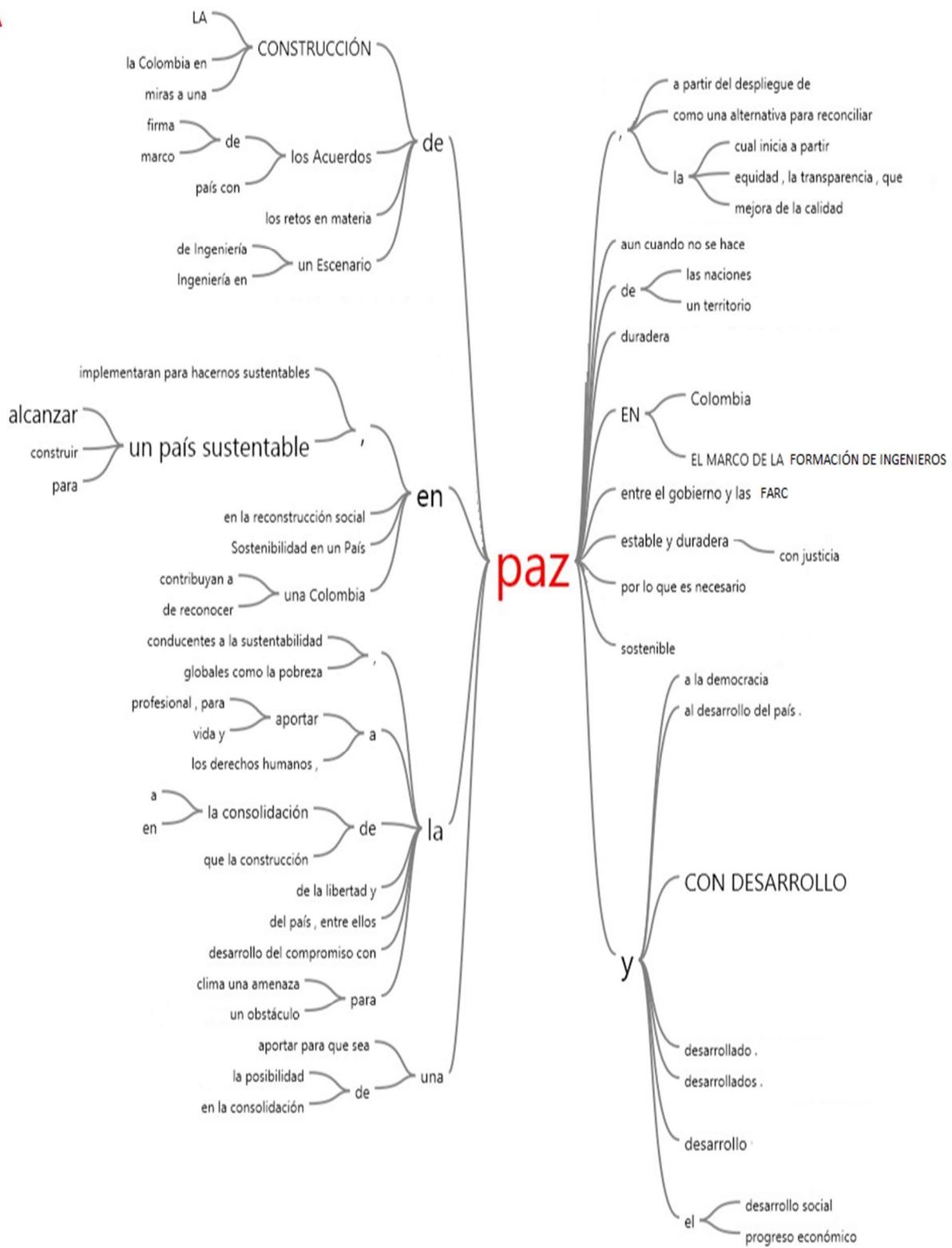


Figura 1. Consulta de la palabra "paz". Fuente: Adaptado de NVivo 10, versión de prueba.

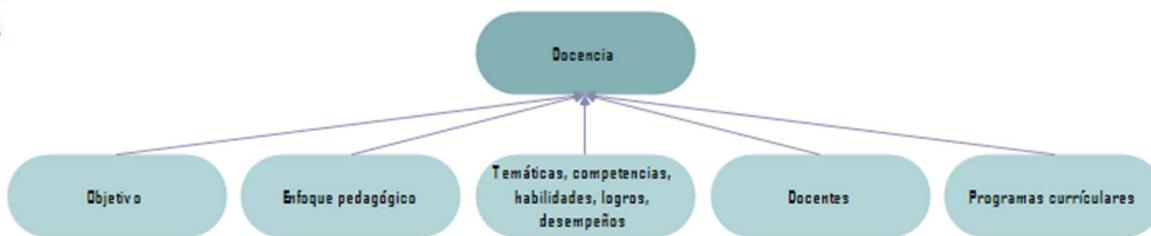


Figura 2. Categorías emergentes de Docencia.



Figura 3. Categorías emergentes de Investigación.

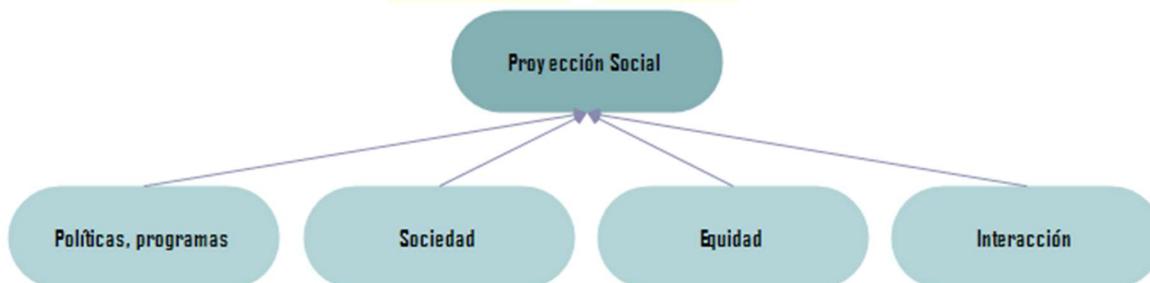


Figura 4. Categorías emergentes de Proyección Social.

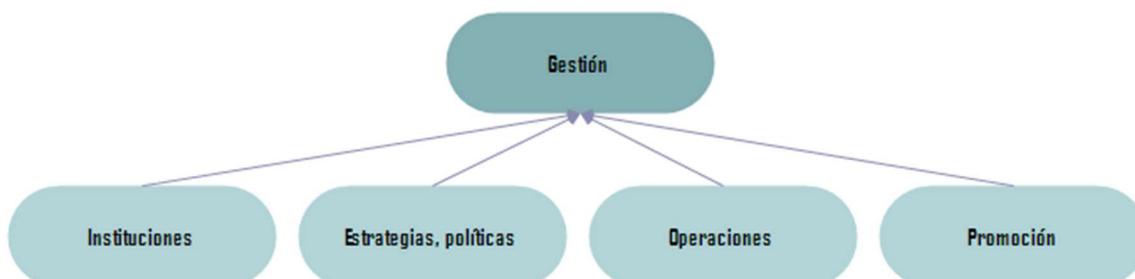


Figura 5. Categorías emergentes de Gestión.

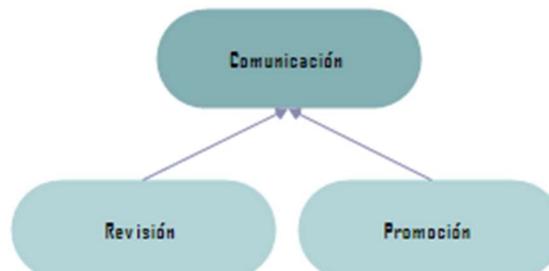


Figura 6. Categorías emergentes de Comunicación.

## Conclusiones

Este trabajo permitió ilustrar cómo las facultades de ingeniería conciben la sustentabilidad y la aplican en su quehacer en el contexto colombiano. Se identificaron iniciativas que abordan los aspectos encontrados en la literatura académica que caracterizan una institución de educación superior sustentable. Se evidenció un mayor número de iniciativas y planes en los aspectos de docencia y proyección social; mientras que los con mayor debilidad y que requieren fortalecerse son comunicación y gestión en la facultad.

Se perciben coincidencias en las iniciativas de diferentes facultades, por lo que trabajos en red y la construcción colectiva de políticas puede potenciar los esfuerzos particulares y robustecer la construcción de facultades sustentables.

Se ratifica la necesidad de un cambio de paradigma en el currículo y la integración de nuevos modelos pedagógicos en la formación de los ingenieros, que permitan a la disciplina articularse y adaptarse al contexto, ser vigente, desarrollando las competencias necesarias para dar soluciones que permitan mantener y potenciar la sustentabilidad.

Finalmente, es necesario fortalecer sustancialmente las relaciones que la academia construye con la sociedad, reconociendo las particularidades de los contextos, transformándolos, y transfiriendo los conocimientos y los resultados de la investigación, de manera que permeen y sean apropiados por ella.

### Referencias bibliográficas

Lozano, R., (2006). Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, 14, 9-11, 787-796.

Lozano, R., Lozano, F. J., Mulder, K., Huisingh, D., & Waas, T. (2013). Advancing Higher Education for Sustainable Development: International insights and critical reflections. *Journal of Cleaner Production*, 48, 3-9. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.034>

Mckeown, R., Hopkins, C. A., Rizzi, R., and Chrystallbridge, M. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Number 865.

Velázquez, L., Munguia, N., Platt, A., & Taddei, J. (2006). Sustainable university : what can be the matter? *Journal of Cleaner Production*, 14, 810–819. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.008>



## El Canopy Urbano en la Universidad EAN. Un desarrollo importante para la reducción de los impactos de la vida citadina

Julien G. Chenet<sup>a</sup>, Daniel Gómez Gutiérrez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad EAN, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup>Profesional en sostenibilidad independiente, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [jgchenet@universidadean.edu.co](mailto:jgchenet@universidadean.edu.co)

### Resumen

La OMS define un criterio mínimo de área verde recomendada en una ciudad de 9 m<sup>2</sup> por persona. En Bogotá, contamos en la actualidad con 3,9 m<sup>2</sup> por persona, lo que representa una falta neta de espacios verdes en la actualidad, y con una población en perpetuo aumento.

Las ciudades grandes y densas como Bogotá no pueden contar con nuevos espacios verdes al nivel del suelo, por lo que ya se dio una ocupación a todas las zonas que las conforman. Aparece entonces una oportunidad de desarrollar espacios verdes en los mismos edificios existentes, en sus techos o en sus fachadas.

Además de amentar la extensión de área verde por persona, los tejados urbanos se podrían convertir en lugares estratégicos para el control de los extremos hidrológicos, para la producción de recursos biológicos de consumo, para la regulación térmica, la regulación de la calidad del aire, además de representar un atractivo paisajístico que permite ayudar con la conectividad de los ecosistemas urbanos y periurbanos.

La terraza de la Universidad EAN es un ejemplo de todas las virtudes antes mencionadas para mantener los servicios ecosistémicos fundamentales para los asentamientos humanos, y participar así en la mitigación del impacto de la urbanización sobre el Ambiente que nos rodea.

La terraza de la Universidad EAN es hoy día un lugar de predilección para toda la comunidad, para actividades formales e informales. Es un laboratorio a cielo abierto que permite realizar investigaciones sobre las bondades que genera, y es un lugar estratégico de educación ambiental, que necesitamos para tener un cambio de mentalidades de la gente citadina con respecto a su relación con el medio ambiente.

**Palabras clave:** agricultura urbana, espacios verdes ciudadanos, servicios ecosistémicos urbanos

## Introducción

De acuerdo con el observatorio ambiental de Bogotá, la ciudad cuenta con un promedio de 3,9 m<sup>2</sup> de espacio público verde por habitante. De acuerdo con la OMS, el área mínima recomendada por habitante debe ser 9m<sup>2</sup>.

Las terrazas plantadas como las fachadas vegetalizadas representan una alternativa excelente para aumentar la cobertura de zonas verdes en una ciudad. Contribuyen a mejorar el bienestar de las personas, la calidad del aire (Getter, Rowe, Robertson, Gregg, &Andressen, 2009), son un sistema de regulación de aguas lluvias, un proveedor de productos agrícolas sin transporte (Garrison, Horowitz, &Lunghino, 2012) así como un enclave de biodiversidad (De Bon, Parrot, &Moustier, 2010) y una zona de atenuación de la isla de calor (Atelier parisiend'urbanisme, 2012). Hoy día, la terraza cuenta con hamacas, y es un lugar de esparcimiento de predilección para la comunidad Eanista.



Imagen 1: Las hamacas en el Canopy Urbano de la Universidad EAN: un lugar de descanso con una vista privilegiada hacia los Cerros Orientales de Bogotá

Hasta 2013, la terraza era un cuarto técnico y zona de captura de agua lluvia. Unos estudiantes plantearon la opción de construir una terraza verde, enmarcándose en las políticas de sostenibilidad a las cuales empezaba a hacer parte la Universidad.

Hoy día, la terraza se llama Canopy Urbano, en honor a que en la copa de los árboles (el canopeo o dosel). Tiene paneles solares, para el 15 % de su autoconsumo eléctrico, el agua captada del techo y el subsuelo representando 75% del autoconsumo.

El Canopy cuenta con cinco zonas. Un bosque andino con ornamentales y frutales, una zona de aromáticas, un jardín ornamental, un ecosistema subxerofítico y una huerta urbana que además sirven de telón para las abejas de raza italiana que polinizan la terraza.

Esta zona de más de 700 metros cuadrados es hoy en día un laboratorio vivo y un espacio de esparcimiento y de educación ambiental para la comunidad universitaria y el vecindario. La Universidad instaló una estación meteorológica para fines investigativos.



Imagen 2: Vista hacia los Cerros orientales desde el Canopy

Se estima que la terraza hoy en día puede estar capturando anualmente entre 2,3 y 2,6 toneladas de CO<sub>2</sub> (Getter, Rowe, Robertson, Gregg, &Andressen, 2009) 37 kg de Material Particulado (PM10) (Yang, Yu, & Gong, 2008) y 540 gramos de ozono troposférico (Garrison, Horowitz, &Lunghino, 2012).

Es un ecosistema urbano donde hay presencia de insectos (avispas y mariposas) y aves (mirlas, copetones y picaflones) que han encontrado en la terraza una fuente de comida y un lugar para permanecer en el día a día.

Adicionalmente, haypanales de abejas tipo italianas que producen constantemente miel y la huerta urbana donde cultivamos comida orgánica (frutas, verduras y aromáticas).

La terraza participa a la conectividad directa entre la Reserva Forestal de los Cerros Orientales y demás ecosistemas de Bogotá.

Es un lugar de captación de agua lluvia, de energía solar, que permite regular los extremos climáticos y su poca regulación natural en una ciudad como Bogotá. Es un espacio muy agradable, donde la comunidad tiene placer de ir a reunirse, o donde los invitados tienen un espectáculo paisajístico muy especial. Hoy día, este espacio cuenta también con 5 hamacas, que permiten tener una de las mejores vistas sobre la Reserva Forestal de los Cerros Orientales al tiempo que un lugar de descanso muy agradable

Es un espacio de reducción/control de la isla térmica de la ciudad fundamental para los equilibrios ecológicos asociados entre la periferia y su centro (Atelier parisien d'urbanisme, 2012).

Este espacio también es un lugar de producción de frutas y verduras orgánicas, que se dan en el mismo lugar de consumo, reduciendo significativamente la huella carbón de estos productos.

## Conclusiones

A la luz del cambio climático y del crecimiento demográfico, es fundamental poner en marcha unos sistemas naturales (o artificiales) que permitan regular los

extremos climáticos (lluvia, sequía, temperatura, radiación solar...) y proporcionar los servicios ecosistémicos fundamentales para nuestra supervivencia.

Es importante asociar el valor estético de estos espacios, su interés botánico, paisajístico y para la biodiversidad aledaña con la posibilidad de realizar corredores biológicos entre los existentes de la Reserva Forestal de los Cerros Orientales y la ciudad.

Es fundamental en los próximos meses y años monitorear una gran cantidad de parámetros para poder describir aún mejor con cifras precisas las bondades del lugar. Es importante precisar también cuáles productos (frutas, verduras...) producidos en estos lugares tiene limitaciones en su consumo por contaminación aérea y extrapolar estos resultados a la escala de Bogotá entera.

### Referencias bibliográficas

Atelier parisien d'urbanisme. (2012). Les îlots de chaleur urbains à Paris. *Cahier #1*.  
De Bon, H., Parrot, L., & Moustier, P. (2010). Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 21–32.

Garrison, N., Horowitz, C., & Lunghino, C. (2012). Looking up: How green roofs and cool roofs can reduce energy use, address climate change and protect water resources in Southern California. *NRDC Report*.

Getter, K., Rowe, B., Robertson, P., Gregg, B., & Andressen, J. (2009). Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environmental science and technology*, vol 43, 7564-7570.

Yang, J., Yu, Q., & Gong, P. (2008). Quantifying air pollution by green roofs in Chicago. *Atmospheric environment* 42, 7266-7273.

## Equipo Médico de Emergencia (EMT), medio ambiente y control de vectores para zonas de difícil acceso geográfico y cultural

Molina Castaño Carlos Federico <sup>a\*</sup>, Montoya Rendón Andrés Felipe <sup>a</sup>, Gómez García Giovan Fernando <sup>a</sup>

<sup>b</sup> Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria (TdeA), Medellín, Colombia

- E-mail: [cmolina@tdea.edu.co](mailto:cmolina@tdea.edu.co)

### Resumen

En las zonas de difícil acceso geográfico y cultural de Colombia existe una ausencia de Estado en la atención sistemática y permanente para la implementación de proyectos en las áreas de salud, educación, medio ambiente y sostenibilidad social para las poblaciones con factores condicionantes.

La intervención por parte de la institucionalidad del estado en estas zonas, exige que ésta se realice bajo una política de atención integral con un enfoque e intervención continua, utilizando los conceptos de emergencia humanitaria compleja, bajo unos lineamientos claros en la *planificación*, la *implementación*, el *seguimiento* y la *evaluación* de las respuestas humanitarias para de esta manera coordinar la acción humanitaria y la asignación de recursos.

Por tal motivo la Secretaría de Salud de Antioquia, por medio del Programa Aéreo de Salud de Antioquia (PAS) y en alianza con el Tecnológico de Antioquia (TdeA) han propuesto un EMT bajo estándares internacionales y nacionales con componentes de innovación para la adaptación al territorio nacional.

El primer estudio de caso del EMT Medio Ambiente y Control de Vectores se realizó en el corregimiento de Vegáez en el municipio de Vigía del Fuerte Antioquia, específicamente en una de las zonas de reagrupación de las FARC, donde por medio de un equipo interdisciplinario de profesionales del TdeA y el PAS se evaluaron variables en atención médica primaria, atención psicosocial, medio ambiente y sustentabilidad del territorio, control de vectores, educación, medicina física, MANÁ y emprendimiento.

Los resultados de este ejercicio hacen parte de la voluntad política, la misión y la visión del TdeA y la Gobernación de Antioquia, que bajo sus principios institucionales contribuyen a la construcción de la paz, un anhelo de las entidades y los entes territoriales para aportar a la construcción de una convivencia pacífica entre las distintas regiones del territorio nacional.

**Palabras Clave:** Equipo Médico de Emergencia (EMT), Programa Aéreo de Salud de Antioquia (PAS), Tecnológico de Antioquia (TdeA), Posconflicto.

## Introducción

La atención en salud prestada en zonas de difícil acceso geográfico y cultural, es generalmente fragmentada y limitada en el tiempo, lo que impide lograr un impacto a largo plazo en las condiciones de salud (Altare & Guha-Sapir, 2014; Kruk, Freedman, Anglin, & Waldman, 2010; Roome, Raven, & Martineau, 2014). Surge entonces la necesidad de desarrollar una estrategia innovadora que mejore las condiciones de vida de la población que habita en estas zonas.

Por tal razón se genera una alianza entre el Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria del orden departamental y la Secretaría de Salud de Antioquia, por medio del Programa Aéreo de Salud de Antioquia (PAS); para promover la construcción del proyecto EMT con estándares internacionales y nacionales establecidos con elementos y componentes de innovación para la adaptación a nuestro territorio nacional, en temas de salud pública en los cuales el EMT nivel uno medio ambiente y control de vectores de Antioquia-Colombia tendrán su selectividad y especificidad en la atención médica primaria en salud, atención en salud mental o psicosocial, sustentabilidad ambiental, control de vectores, en medicina física y rehabilitación, enfermedades tropicales y atención MANÁ. Con este proyecto, se pretende contribuir a la reconstrucción del tejido social en pro de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las regiones más alejadas de nuestra geografía fomentando la presencia gubernamental en zonas donde ha estado ausente.

## Metodología

Se realizó un estudio de caso del corregimiento de Vegéez del municipio Vigía del Fuerte (Antioquia), la cual es una población que está ubicada en el Atrato medio, con fuerte influencia del grupo FARC-EP, por medio de un árbol de

problemas. Se definieron cuáles eran las problemáticas en salud, medio ambiente, educación y emprendimiento. A partir de los resultados obtenidos, se construyó una matriz FODA identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para proponer una alternativa innovadora de atención de estas zonas con base en el Manual Esfera, Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria(Sphere Project).

## Resultados y discusión

Se identificó como problema central la ausencia de estado en la atención sistemática y permanente para la implementación de proyectos en las áreas de salud, educación, medio ambiente y de sostenibilidad social para las poblaciones con factores condicionantes de difícil acceso geográfico y cultural.

Basados en el árbol de problemas y en relación con el problema central se definieron cuáles eran las problemáticas en salud, medio ambiente, educación y emprendimiento (Tabla 1) del corregimiento de Vegéez del municipio Vigía del Fuerte (Antioquia).

Tabla 1  
*Problemáticas en salud, medio ambiente, educación y emprendimiento corregimiento de Vegéez del municipio Vigía del Fuerte (Antioquia)*

<b>CAUSAS Y EFECTOS EN SALUD</b>	<b>CAUSAS Y EFECTOS EN MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD</b>
Desnutrición en todas las edades	Aislamiento geográfico
Alta mortalidad materna y perinatal	Falta de presencia institucional
Presencia de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores	Falta de sistemas de saneamiento básico
Enfermedades laborales	Bajas tasas de escolaridad
Emergencias por riesgo antrópico y naturales	Sobreexplotación de los recursos naturales
	Cultivos ilícitos
	Desplazamiento forzado de la población
	Aislamiento geográfico

Como resultado del análisis del árbol de problemas se derivó la construcción de la matriz FODA (Tabla 2) del grupo de trabajo EMT propuesto.

Tabla 2

*Matriz FODA identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para proponer una alternativa innovadora de atención de zonas de difícil acceso geográfico y cultural*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
Conocimiento y experiencia	Aplicar experiencias
Grupo interdisciplinario	Proceso sistemático y permanente
Compromiso institucional	Vincular la academia y la
Organización	investigación
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Ausencia del Estado	Falta de compromiso
Falta de una política pública	Presencia de otros actores armados
Desconocimiento de la realidad	Recursos insuficientes
Fuentes de información	

El primer estudio de caso del EMT Medio Ambiente y Control de Vectores se realizó en el corregimiento de Vegáez en el municipio de Vigía del Fuerte Antioquia, específicamente en una de las zonas de reagrupación de las FARC, donde por medio de un equipo interdisciplinario de profesionales del TdeA y el PAS, se evaluaron variables en atención médica primaria, atención psicosocial, medio ambiente y sustentabilidad del territorio, control de vectores, educación, medicina física, MANÁ y emprendimiento. Lo anterior, derivó en la construcción de una carta humanitaria de servicios (Tabla 3) que da cuenta de la atención que potencialmente se debería brindar en las zonas de difícil acceso geográfico y cultural de Colombia.

Tabla 3

*Carta humanitaria de servicios del proyecto EMT nivel 1 de medio ambiente y control de vectores para la atención sistemática y continua de zonas difícil acceso geográfico y cultural de Colombia.*

<b>SALUD</b>	<b>AMBIENTE</b>
Epidemiología	Desarrollo sostenible
Atención en salud	Sistemas de saneamiento básico
Laboratorio y diagnóstico	Proyectos agroforestales
Promoción de la salud	Gestión del riesgo
Gestión del conocimiento	

## PSICOSOCIAL

Atención psicosocial  
Educación formal, para el trabajo y el desarrollo humano  
Creación y apoyo a estrategias de intervención social y autosostenimiento  
Enlaces y creación de redes nivel local, nacional e internacional

## EMPRENDIMIENTO

Generación de ideas de negocio  
Gestión para la ejecución de las ideas de negocio  
Promoción para la creación de empleo y autoempleo  
Autogestión y sostenibilidad

## Conclusiones

A partir del estudio de caso, se presenta la conformación de un EMT nivel 1 de medio ambiente y control de vectores para la atención sistemática y continua de zonas de difícil acceso geográfico y cultural de Colombia. Los EMT se convierten en una alternativa innovadora en la prestación de atención humanitaria en las zonas de posconflicto, las cuales no pueden verse como un equipo médico en salud sino como equipos de atención integral según las necesidades del territorio.

## Referencias bibliográficas

Altare, C., & Guha-Sapir, D. (2014). The Complex Emergency Database: a global repository of small-scale surveys on nutrition, health and mortality. *PloS One*, 9(10), e109022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109022>

Kruk, M. E., Freedman, L. P., Anglin, G. A., & Waldman, R. J. (2010). Rebuilding health systems to improve health and promote statebuilding in post-conflict countries: a theoretical framework and research agenda. *Social Science & Medicine* (1982), 70(1), 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.09.042>

Roome, E., Raven, J., & Martineau, T. (2014). Human resource management in post-conflict health systems: review of research and knowledge gaps. *Conflict and Health*, 8, 18. <https://doi.org/10.1186/1752-1505-8-18>

Sphere Project. The Sphere Project: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response. Recuperado 20 de febrero de 2017, a partir de <http://www.sphereproject.org/>

## Proyecto de emisora comunitaria, un aporte desde la ingeniería humanitaria a la paz de Colombia

Andrés Leonardo León<sup>a</sup>, Jorge Andrés Romero<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: alleonr@unal.edu.co, jaromeron@unal.edu.co

### Resumen

El presente documento describe el proyecto en curso de una emisora comunitaria en el valle del río Cimitarra que surge a partir de las experiencias previas con trabajo en comunidades del Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario – GITIDC-, de la Universidad Nacional de Colombia, como el proyecto *Trashware*, desarrollado en Altos de Cazucá en Soacha, Cundinamarca, y el de redes comunitarias en la localidad de Tunjuelito en Bogotá, como un aporte que se hace desde la comunidad académica, más precisamente desde el área de la ingeniería, para la construcción de una paz estable y duradera, tal como aparece en el acuerdo firmado entre el gobierno de Colombia y la insurgencia de las FARC-EP.

La evolución que tuvo el proyecto de extensión solidaria "Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación", el cual se ejecutó en Tunjuelito, dados los resultados, la experiencia adquirida tanto por parte de la comunidad como de quienes conformaron el equipo de trabajo y las motivaciones del equipo de trabajo, generó un ambiente favorable para la formulación de un segundo plan o un siguiente momento del mismo en un escenario rural. El nuevo paso consiste en la planificación e implementación de una emisora comunitaria en conjunto con la Asociación Campesina del valle del río Cimitarra (ACVC) en la vereda Puerto Matilde, perteneciente a la jurisdicción donde tiene trabajo la organización, en la región del Magdalena Medio, comunidad afectada directamente durante décadas por el conflicto armado que está llegando a su fin.

**Palabras clave:** ingeniería humanitaria, emisora comunitaria, acuerdo de paz.

## Introducción

GITIDC ha trabajado en proyectos de ingeniería humanitaria con comunidades de Bogotá, en los que han habido logros, avances, tropiezos, pero sobre todo aprendizajes colectivos e individuales a partir de la praxis y de la teoría que han llevado a la reflexión sobre el papel de la ingeniería en la solución de los problemas de las comunidades más vulnerables en el país y a la acción para aportar en esa vía, tanto en la cotidianidad de la ciudad, como en el marco de un futuro escenario de paz en el campo, tras los acuerdos logrados entre el gobierno y las FARC.

Este artículo realiza un acercamiento al planteamiento de una emisora comunitaria en la vereda Puerto Matilde, en el Magdalena Medio, comunidad afectada por el conflicto armado, iniciativa que surge como secuela del proyecto de antenas comunitarias desarrollado en la localidad de Tunjuelito de Bogotá.

## Metodología

En los proyectos de GITIDC se ha trabajado con aportes de la Investigación Acción Participativa; buscando una transformación de la realidad, la reflexión y el autoconocimiento de las comunidades, en la que los miembros del grupo de trabajo hacen parte activa del proyecto, sintiendo el territorio como propio, aprendiendo y enseñando según la pedagogía de la liberación.

Esto se complementa con metodologías como *Human Center Design*, la cual tiene como principios la conveniencia para la comunidad, que sea factible organizativa y técnicamente y viable económicamente, escuchando, creando y entregando un producto final. Otra que se ha incorporado es la de Construcción de Capacidad Crítica, en la que se apuesta por el desarrollo de las capacidades críticas y creadoras de los participantes del proyecto (León et al, 2012).

## Resultados y discusión

A partir de los aprendizajes de los proyectos anteriores y teniendo en cuenta la realidad del país, desde GITIDC se planteó la posibilidad de trabajar con una comunidad afectada por el conflicto armado, sin imponer conocimientos y sin relaciones desiguales de poder. Por ello se dialogó con la ACVC y tras intercambiar puntos de vista sobre los intereses, capacidades, experiencias y saberes, se acordó

desarrollar una emisora comunitaria en la región, teniendo en cuenta las necesidades sociales, técnicas y pedagógicas, aprovechando las oportunidades que se abren tras el acuerdo de paz.

Éste abre posibilidades para que esta región golpeada por la guerra pase a ser un lugar con plenos derechos para sus pobladores, aprovechando elementos de lo acordado en La Habana en puntos como el de “Política de desarrollo agrario integral”, y el de “Participación política”, específicamente en lo referente al “acceso a medios de comunicación” (Gobierno y Farc, 2016).

Dentro de los compromisos del gobierno para implementar los acuerdos está el de “abrir nuevas convocatorias para la adjudicación de radio comunitaria, con énfasis en las zonas más afectadas por el conflicto...” (Gobierno y Farc, 2016, p. 46).

Las políticas operacionales del sistema propuesto están relacionadas con los manuales de uso e implementación de la emisora comunitaria. Son lineamientos que serán descritos en común acuerdo con la comunidad y que definirán la metodología de trabajo y operación de la misma.

Algunos elementos que han sido tratados, previo a la elaboración de la propuesta, consta de garantizar la elaboración de los contenidos de radiodifusión, asignando responsabilidades por zona y temática; realización de manuales de estilo y buenas prácticas para el uso de los recursos de transmisión y creación de figuras u organismos de evaluación y seguimiento a los contenidos transmitidos para la auto-regulación, la garantía de una comunicación eficaz con el usuario final y un marco sancionatorio que permita realizar ajustes pertinentes.

## Conclusiones

Con la experiencia y los conocimientos adquiridos en proyectos anteriores y teniendo en cuenta las necesidades que surgen para la implementación del acuerdo de paz se procederá a articular saberes académicos y urbanos con rurales y comunitarios que aporten a la solución de problemáticas sociales relacionadas con el conflicto y así contribuir a la construcción de una paz estable y duradera.

Gobierno de Colombia y Farc (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. Recuperado de: <https://www.mesadeconversaciones.com.co/sites/default/files/24-1480106030.11-1480106030.2016nuevoacuerdofinal-1480106030.pdf>

León, A. L., Martínez, D. F., Reina, J. D., & Romero, J. A. (2012). *Trashware para el desarrollo social y sostenible*. In *Congreso Colombiano de Cultura Libre* (pp. 1-9).



## Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación - RED MESH TUNJUELITO

Jorge Andrés Romero<sup>a</sup>, Andrés Leonardo León<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [jaromeron@unal.edu.co](mailto:jaromeron@unal.edu.co), [alleonr@unal.edu.co](mailto:alleonr@unal.edu.co),

### Resumen

El presente documento describe el proceso de diseño e implementación de una red mallada inalámbrica (MESH) en la I.E.D Marco Fidel Suárez, de la localidad de Tunjuelito en Bogotá D.C - Colombia, en el marco de la Convocatoria Nacional de Extensión Solidaria para el fortalecimiento de la innovación social en la Universidad Nacional de Colombia (2014) y como parte del proyecto “**Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación**” por parte del Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario - GITIDC.

Se listan algunos de los resultados más relevantes que se obtuvieron durante el proceso de ejecución del proyecto, que tuvo una extensión total de 18 meses, con respecto a los objetivos planteados inicialmente que trataron de abordar de manera integral la construcción conceptual del término Brecha Digital, como un factor influyente en el desarrollo de comunidades en condición de vulnerabilidad. La descripción y empoderamiento del territorio por medio del uso y acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). El fortalecimiento de habilidades y capacidades en población juvenil para el manejo y administración de herramientas informáticas y tecnológicas.

En ese sentido, a modo de conclusión, se reconoce el papel fundamental que representan las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en los procesos organizativos propios de las comunidades en pro del desarrollo local, la difusión cultural y la consolidación de espacios de diálogo para el encuentro, que en el contexto de la situación actual para Colombia, representan un aporte de gran magnitud para la construcción de Paz.

**Palabras clave:** Brecha Digital, Red MESH, Tecnologías de la información y las comunicaciones.

## Introducción

La implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de libre acceso para fortalecer y fomentar la participación de integrantes de una comunidad en los espacios de diálogo, en el ejercicio de la enseñanza de costumbres y saberes, en la construcción de procesos democráticos y demás procesos propios de su cotidianidad es una de las estrategias que se plantean para la reducción de la brecha digital<sup>3</sup> presente en los sectores de la sociedad con mayores índices de vulnerabilidad.

El uso e implementación de redes inalámbricas tipo malla (MESH) como una tecnología de información y comunicación (TIC) de libre acceso para el desarrollo y la consolidación de procesos comunitarios se ha reflejado en casos como el de los distritos Tehriy Pauri Garhwal de Uttara khand, los cuales hacen parte de una de las zonas más montañosas de la India, donde pobladores de la región lograron acceder a diferentes servicios y beneficios para el desarrollo de sus actividades económicas mediante la construcción de sistemas de comunicación basados en este principio (Wireless Network in the Developing World, 2016).

El presente artículo contiene la descripción del proceso de diseño y construcción de una red inalámbrica de malla (MESH) en la I.E.D<sup>4</sup> Marco Fidel Suárez, de la localidad de Tunjuelito en Bogotá D.C - Colombia, en el marco de la Convocatoria Nacional de Extensión Solidaria para el fortalecimiento de la innovación social en la Universidad Nacional de Colombia (2014) y como parte del proyecto “**Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación**” por parte del Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario - GITIDC.

---

<sup>3</sup> (Martínez, 2015)

<sup>4</sup> I.E.D. Institución educativa distrital.

La Metodología implementada en el desarrollo del proyecto **Brecha digital y acceso a las tecnologías de la información y la comunicación** tuvo como referente el método de investigación y acción participativa propuesto por Orlando Fals Borda, en la que la comunidad implicada de la localidad de Tunjuelito adquirió un papel representativo e incluyente en la planeación y coordinación de las actividades enmarcadas para la ejecución y posterior seguimiento.

## Resultados y discusión

Implementar la red inalámbrica de malla (MESH) en la I.E.D Marco Fidel Suárez de la localidad de Tunjuelito en Bogotá D.C. fue un proceso de 18 meses de trabajo conjunto con la comunidad que reflejó los siguientes resultados

La conformación y articulación de grupos de estudiantes, padres y madres de familia en torno a la organización, gestión y soporte de la red inalámbrica.

Desde la socialización de la propuesta hasta la puesta en marcha de los sistemas involucrados, fue determinante propiciar espacios de encuentro y discusión en los que se pudo generar entornos de confianza y fraternidad que permitieron consolidar figuras de organización comunitaria entre los individuos que se interesaron por ser parte del proyecto para llevarlo a cabo.

Se fomentaron y descubrieron capacidades en torno a los lenguajes de programación para el uso de dispositivos tecnológicos.

La dinámica de organización grupal permitió explorar en conjunto con miembros de la comunidad, en especial con jóvenes entre 14 y 16 años, el funcionamiento de los dispositivos tecnológicos y la lógica de los lenguajes de programación constitutivos de una red inalámbrica mallada (MESH). Este proceso se realizó mediante el uso de software libre.

Identificar otras maneras de vivir el territorio, de convivir en comunidad y reconocerse como miembros influyentes dentro de los espacios que frecuentan cotidianamente.

Durante el diseño e implementación de la red inalámbrica mallada, se desarrollaron ejercicios de contexto local, enfocados a describir y definir con conceptos propios el territorio. El uso de cartografía social y otras actividades de participación lúdicas permitieron descubrir espacios de encuentro y socialización dentro de la dinámica barrial, lo que posibilitó la planeación estructural de la red para su construcción, tomando en cuenta los aportes que surgieron del reconocimiento territorial, sus lugares más frecuentados, las facilidades de acceso y el adecuado aprovisionamiento de los servicios necesarios para mantener la integridad de los elementos constitutivos en cuanto estuvieran en marcha. Por ejemplo, el acceso al suministro de energía, condiciones básicas de seguridad y la caracterización de la población al alcance.

## Conclusiones

El uso e implementación de Tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza, la comunicación, la transmisión de saberes las convierte en un elemento potencial para la disminución de la Brecha Digital, en comunidades vulnerables o apartadas y en ese sentido, para la consolidación de espacios de diálogo y reconciliación en el contexto colombiano de construcción de Paz.

## Referencias bibliográficas

Martínez, D. (2015). Factores de éxito en la implementación de Centros de Acceso Público a TIC en Bogotá, 20.

Gobierno de Colombia y Farc (2016). Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera. Recuperado de: <https://www.mesadeconversaciones.com.co/sites/default/files/24-1480106030.11-1480106030.2016nuevoacuerdofinal-1480106030.pdf>

Wireless Network in the Developing World (2016). Airjaldi's Garhwal Network in India. Recuperado de: [http://wndw.net/CaseStudies/Airjaldis\\_Garhwal\\_Network.html](http://wndw.net/CaseStudies/Airjaldis_Garhwal_Network.html)

## Ecourbanismo y Estado. Una mirada a los lineamientos propuestos por entidades públicas

Sergio Ballén<sup>a</sup> \*,Olavo Escorcia<sup>b</sup>, Olga Garzón<sup>c</sup>,Juanita Montoya<sup>d</sup>.

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>c</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>d</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [sballenz@unal.edu.co](mailto:sballenz@unal.edu.co)

### Resumen

El 74% de la población colombiana habita en zonas urbanas (DANE, 2005), por encima del promedio internacional, estimado en 51.3 % y espera superar en 2020 el 80% (BID, 2017). Sus antecedentes en materia de iniciativas para el desarrollo sostenible del entorno construido en áreas urbanas han sido al mismo tiempo una oportunidad y una debilidad en temas ambientales. A nivel internacional, Colombia ha seguido las conferencias internacionales sobre cambio climático y cumbres de la tierra (ONU, 2015) generando consensos a nivel nacional para la formulación de la Política de Gestión Ambiental Urbana 2008 y en los planes de desarrollo de los gobiernos bajo estrategias que colaboran con los intentos de concretar una política nacional de construcción y urbanismo sostenible con avances importantes; sin embargo, dichos avances han puesto de relieve la necesidad de una mayor articulación interinstitucional y efectiva implementación. A su vez, el urbanismo basado en consideraciones ambientales y sociales ha tenido gran acogida debido a su importancia para la sostenibilidad urbana. Esta investigación desarrollada por el Grupo de Estudios en Sostenibilidad Ambiental (GESA)<sup>5</sup>, identifica en su primera fase, definiciones y algunas experiencias de desarrollo de políticas en Colombia, y España en el marco del urbanismo ecológico, así como normas y los planteamientos regionales y urbanos sostenibles para definir conceptos, condiciones legislativas, culturales, sociales y tecnológicas asociadas, estableciendo la articulación, complementación o contradicciones en el contexto

<sup>5</sup>GESA <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000017030>



nacional. Esto con el fin de desarrollar consideraciones cualitativas para el modelo de ciudad que retroalimenten el discurso y proporcionen nuevas luces hacia el diseño de mejores ciudades acordes con las necesidades actuales y promovidas por el Estado.

**Palabras clave:** urbanismo ecológico, guía, políticas, sostenibilidad

## Introducción

Bajo el panorama de recientes acuerdos internacionales como el Acuerdo de Paris (COP21), ya desde hace varios años se viene trabajando y aplicando el denominado “urbanismo ecológico”, de la mano de importantes expertos con una renovada perspectiva de preservación ambiental y ecológica que incide en la ordenación urbana y que abandona la mirada tradicional en la cual lo ambiental era sinónimo de “paisajismo estilístico” representado con una mancha verde con árboles en fila y áreas libres sin consideraciones de los aspectos climáticos, energéticos y del entorno.

El modelo de ciudad sostenible propone ciudades con diversos atributos bajo condiciones de sustentabilidad ambiental. Si bien es cierto que la mayoría de las edificaciones, espacio público e infraestructura se construyen de acuerdo con la demanda y en suelos disponibles con usos acordes o en edificaciones existentes, es el Estado quien dicta unas directrices mediante el planeamiento urbano y la ordenación del territorio que, en este caso, tiende hacia una mayor consideración del entorno y del ambiente, así como la preservación de los mismos.

## Metodología

Se trata de una investigación exploratoria que se basa en metodología cualitativa para inventariar y valorar mediante la contratación de propuestas, planteadas desde las entidades públicas y su influjo en las privadas, acerca de políticas, lineamientos y acciones, con el fin de interpretar y construir una perspectiva de actuación, identificando los vacíos que determinan barreras para una implementación consistente y de largo aliento.

El urbanismo ecológico es un campo de conocimiento de aplicación en el territorio y paisaje para convertirlo en un sistema homeostático y ordenado, de acuerdo con las interacciones y los impactos entre seres vivos, los aspectos sociales, las infraestructuras y factores abióticos locales y globales en continuo desarrollo. Es preciso tener en cuenta la calidad de vida, la equidad, la heterogeneidad, el acceso a la información, el espacio público, la reducción y la eficiencia de recursos, energía y materiales.

Este campo de conocimiento incorpora conceptos vigentes sobre desarrollo sostenible e incentiva la transdisciplinariedad. Carlos Verdaguer (2000) habla de una búsqueda de equilibrio mutualista entre el ser humano, el ambiente y sus elementos; Ester Higuera (2006) presta mayor atención a la noción de desarrollo urbano sostenible y su aplicación en la gestión de infraestructuras; Salvador Rueda (1997) incorpora el acceso a la información, una ecuación de eficiencia metabólica y propone un urbanismo que piensa en tres niveles simultáneos y, por último, José Feria y Jesús Ramos (2009) aplican un enfoque mucho más profundo de la ecología y el territorio, en el que la ciudad es un mosaico ecológico y de altos valores antrópicos.

## **Guías relativas a la sostenibilidad Urbana**

Mediante el planeamiento urbano y la ordenación del territorio, el Estado establece unas directrices para el crecimiento urbano en busca de calidad de vida y desarrollo social. En este caso, son relevantes las consideraciones frente al entorno, a los recursos, a la energía y al ambiente; como en toda actuación urbana, el Estado tiene un papel protagónico en la implementación, el seguimiento y la difusión del urbanismo ecológico.

En este capítulo se hace referencia a cinco guías nacionales y siete internacionales que hacen referencia a la aplicación de criterios ecológicos en el urbanismo, ofrecidos principalmente por entidades de gobierno.

## **Conclusiones**

Los lineamientos dirigidos específicamente a las ciudades se limitan a mostrar ejemplos exitosos y a expresar políticas que en muchos casos van más allá de las

realidades de muchos de los países en desarrollo y que, a pesar que se mencionan la participación de los ciudadanos, este aspecto aún no está completamente estudiado. Sin embargo, son un importante punto de referencia para los gobiernos locales.

En general, Colombia tiene una adecuada base de políticas de urbanismo y construcción sostenible coherente con urbanismo ecológico que debe seguir desarrollando de la mano de las instituciones de investigación para generar más guías y manuales específicos para proponer herramientas de diseño para el diseño y la construcción, reforzamiento, remodelación o restauración de equipamientos, sean estos públicos o privados, que a su vez son los que más alto consumo energético e impacto en el medio ambiente tienen.

### Referencias bibliográficas

DNP. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo "Todos por un nuevo país"*. Bogotá: DNP. Retrieved Enero 15, 2017 from <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

Ezquiaga, J.; González, L. (eds.) (2011). *Transformaciones urbanas sostenibles*. Madrid: Universidad Internacional Menéndez Pelayo.

ONU, Convención Marco sobre el Cambio Climático (2015). *Acuerdo de París CP.21*. [fecha de consulta: 13 diciembre 2016] Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

Rueda, S. (1997). *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>

USAID-COLOMBIA. (2013). *Documento técnico de soporte, recomendaciones de política pública de construcción y urbanismo sostenible*. Informe final. Bogotá: USAID.

## Ingeniería humanitaria en el aula: aprendizaje desde la sistematización de experiencias en el Centro de tecnologías apropiadas y educación

Angelica Molina-Soler<sup>a</sup>, Andrés Leonardo León<sup>a</sup>, José Ismael Peña<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

E-mail: [almolinas@unal.edu.co](mailto:almolinas@unal.edu.co)

### Resumen

La educación puede promover en los futuros profesionales un sentido social que contribuya a mejorar la calidad de vida de los menos favorecidos. A partir de un caso concreto con estudiantes de la cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad (Cátedra ICTyS), ideada y gestionada por el grupo Ingenio Sin Fronteras de la Universidad Nacional de Colombia, se analiza la apropiación de contenidos de ingeniería humanitaria (IH), enmarcados en las diferentes sesiones de la asignatura y en especial en la vivencia del Centro de Tecnologías apropiadas y Educación (C-Innova), organización de base comunitaria que permitió materializar una solución al intervenir un espacio público en Bogotá. Este curso busca desde una perspectiva interdisciplinaria, tecnocientífica y colaborativa, con una continua introspección del contexto local, político, social y ambiental, co-construir soluciones alternativas a problemáticas situadas, con ciudadanías en tiempos de globalización.

Para tal fin, se empleó la sistematización de herramientas, como metodología cualitativa, que busca generar conocimientos desde la práctica, además de reconocer y valorar los saberes de los participantes, con elementos de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Se encontró evidencia, que hubo una reflexión sobre el papel de las disciplinas en la satisfacción de necesidades sociales desde una mirada holística y de aprendizaje significativo por parte del estudiante al ejecutar de manera práctica, rápida y de bajo costo una alternativa de solución, obtenido mediante el diálogo de saberes, la observación participante, talleres, grupos de discusión, encuesta al inicio y al final del curso e insumos conceptuales de las charlas de conferencistas invitados. Adicionalmente, los estudiantes reconocieron las potencialidades del trabajo en equipo, un aumento de sus capacidades de creatividad, una comprensión más profunda de la realidad, una

valoración de sus saberes, conocimientos, habilidades y destrezas, para contribuir en una sociedad más justa y sustentable.

**Palabras claves:** Educación, ingeniería humanitaria, innovación social.

## Introducción

Desde 2014 la Cátedra ICTySbusca generar espacios para la reflexión del ejercicio de la ingeniería y las ciencias, su papel y compromiso con la sociedad, en especial con las poblaciones más vulnerables, y preocupados por los retos de un planeta que agota sus recursos, un país en pos acuerdo y el vertiginoso desarrollo de la tecnología.

En el 2016-II, en la temática del curso, estuvo el abordaje de una perspectiva humanística de la ciencia y la tecnología, retomando elementos de CTS, herramientas de las ciencias sociales en especial introduciendo la IH, para potencializar en los estudiantes la capacidad de co-diseñar, junto a los beneficiados, soluciones tecnocientíficas desde una perspectiva integral.

La IH es un concepto desarrollado para distinguir el ejercicio de la ingeniería con fines de lucro para la industria (Schneider, Lucena, & Leydens, 2009). Es *“el uso de la ciencia para dirigir los recursos de la naturaleza que, en conjunto con la compasión activa, satisface las necesidades básicas de todos, especialmente los económicamente pobres o marginados de algún otro modo”* (Mitcham & Muñoz, 2010, p. 62).

Con la finalidad de apropiarse de conceptos de IH, durante el curso se realizó un ejercicio práctico en C-Innova espacio nacido a finales del 2014, con un interés de conectar miembros de diversas comunidades con recursos, oportunidades de aprendizaje y enseñanza, infraestructura, mentoría y un ecosistema que conduzca al desarrollo de tecnologías que produzcan un impacto positivo en la sociedad, afiliado a la Red de Innovación para el Desarrollo Internacional IDIN.

Se emplea la sistematización de experiencias, como *“modalidad participativa de producción de conocimientos sobre las prácticas educativas y sociales”* (Mendoza & Torres, 2013, p. 155), al aportar construcción de conocimiento desde y sobre lo particular y cotidiano, enriqueciendo, confrontando y cuestionando el conocimiento existente, al no privilegiar el conocimiento de lo general (Jara, 2000, p. 20-21), manera de aprender desde lo vivido.

De investigación activa, cualitativa y participativa, empleando técnicas de observación participante, diálogo de saberes, talleres, conferencias y grupos de discusión, con ayudas visuales y usando herramientas descriptivas para la oralidad y la escritura, entre agosto y noviembre del 2016, 56 estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, 57.1% de la Facultad de Ingeniería, 13.3 % de la Facultad de Ciencias y un 29,6 % de otras facultades, participaron en la solución de una problemática local.

Con el acompañamiento, empleando los materiales y las instalaciones de C-Innova, se realizó la intervención de un lugar público, vivencia de insumo para realizar una sistematización de experiencias y un posterior grupo de discusión, para finalmente analizar la experiencia.

Adicionalmente se realizaron unas encuestas al inicio y al final de la asignatura con algunas preguntas abiertas.

## **Resultados y discusión**

A partir de los conceptos desarrollados en clase y complementados con el trabajo práctico en C-Innova, los estudiantes descubren y valoran algunas metodologías de investigación cualitativo desconocidas para la mayoría de ellos, porque el 85,7 % de los estudiantes pertenecen a facultades de ingeniería y ciencias, metodologías que podrían ser de utilidad al realizar proyectos con comunidades. Adicionalmente, expresan que entre los aspectos que más les agradaron están el trabajo interdisciplinar, el trabajo en equipo, la percepción de generar impactos positivos desde proyecto a corto plazo, el reconocimiento por la retroalimentación y la preocupación por los otros. Dentro de los aspectos que menos agradó de la experiencia están relacionados con la estrechez de las instalaciones de C-Innova, los problemas de comunicación dentro del grupo, las nociones de una solución que no será a largo plazo y cuya estética final del artefacto es cuestionada.

Al hacer preguntas como las mostradas en la figura 1, muestra que el 85.4% de los encuestados tienen una percepción de 3 o mayor que considera que la

La pertinencia de la asignatura es absoluta y el 90.3% de los estudiantes valoran de 3 o más que la cátedra compartió conocimientos útiles.

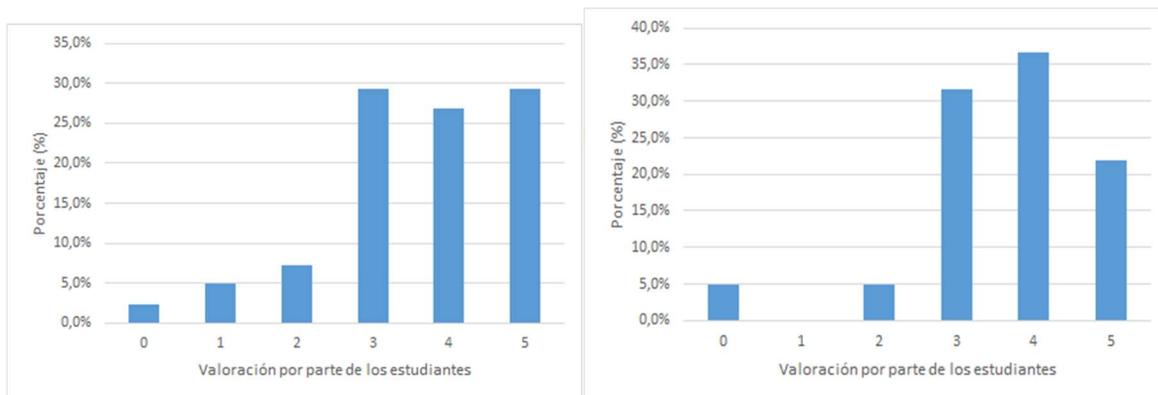


Figura 1. Respuestas de los estudiantes, en porcentaje a las preguntas. (Izq.) En su desarrollo personal y profesional ¿Qué tan útiles cree que serán los conocimientos compartidos? cuya escala es de 0 a 5. donde 0 es nada y 5 es bastante. (Der.) Para su formación personal y profesional ¿Qué pertinencia tuvieron los temas presentados? cuya escala es de 0 a 5. donde 0 es ninguna y 5 es absoluta. Elaboración propia.

Algunos estudiantes en su sistematización desglosan situaciones como la gestión e implementación de políticas públicas sin un análisis global de la situación, corrupción, tensiones entre los diferentes sistemas de movilidad, la construcción de ciudadanía, las nociones de lo público, de seguridad industrial, teoría del cuidado y el fortalecimiento de la identidad de grupo.

## Conclusiones

Con las herramientas teóricas sobre ingeniería humanitaria, el uso de las mismas en contexto y el diálogo de saberes, la experiencia académica desde la cátedra en conjunto con C-Innova logró el resultado esperado en los estudiantes ya que lograron reflexionar desde una mirada novedosa sobre el quehacer de las disciplinas en la solución de problemas sociales del entorno.

## Referencias bibliográficas

C-INNOVA. (2017). ¿Quiénes somos? ¿Qué hacemos? Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.c-innova.org/>

Jara, O. (2000). Tres posibilidades de sistematización: comprensión, aprendizaje y teorización. Aportes 44. Sistematización de experiencias. Búsquedas recientes, 7-22.

Mendoza, N., & Torres, A. (2013). La sistematización de experiencias en educación popular. En L. Cendales, M. R. Mejía, & J. Muñoz, *Entretejidos de la educación popular en Colombia*. Bogotá: Ediciones desde abajo, 155-184.

Mitcham, C., & Muñoz, D. (2010). *Humanitarian Engineering. Synthesis Lectures on Engineering, Technology and Society*. Morgan & claypool publishers.

Schneider, J., Lucena, J., & Leydens, J. A. (2009). Engineering to help. *IEEE Technology and Society Magazine*, 28(4), 42–48.



## Implicaciones de la Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social en el Posacuerdo

Nicolás Gaitán-Albarracín<sup>a\*</sup>, Luis Marmolejo<sup>b\*\*</sup>, Jaime Vélez<sup>\*\*\*</sup>, Juan David Reina-Rozo<sup>d\*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

<sup>b</sup>Universidad del Valle, Cali, Colombia.

<sup>c</sup>Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>d</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

[\\*ngaitana@unal.edu.co](mailto:*ngaitana@unal.edu.co)

[\\*\\*luis.marmolejo@correounivalle.edu.co](mailto:**luis.marmolejo@correounivalle.edu.co)

[\\*\\*\\*jaimvelez@udea.edu.co](mailto:***jaimvelez@udea.edu.co)

[\\*\\*\\*\\*jdreinar@unal.edu.co](mailto:****jdreinar@unal.edu.co)

### Resumen

La Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social se ha creado para estrechar de lazos entre las Instituciones de Educación Superior, las ciudades y las regiones rurales. Este espacio permite el libre tránsito de conocimiento facilitando la elaboración de proyectos e iniciativas colaborativas que involucren la ingeniería en la consolidación del tejido social y aporten soluciones a las problemáticas del posacuerdo. La Red es una iniciativa Nacional con menos de un año de creación en la que participan las facultades de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Valle.

A través de este documento la Red presenta algunas de las problemáticas que han creado la ruptura entre los sectores rurales del país y los centros urbanos, y como estas rupturas han sido uno de los causantes del conflicto en Colombia. También se analiza el papel que desempeña la ingeniería en fomentar el distanciamiento entre la ciudad y la ruralidad, para luego pasar proponer nuevas alternativas que desde la ingeniería que pueden ayudar a superar estas diferencias. En seguida se presenta como fue la construcción de la red, los avances parciales de la red a nivel nacional y Latinoamérica, exponiendo las estrategias de corto y mediano plazo que se tienen en la Red para favorecer las condiciones necesarias en una etapa de posacuerdo en Colombia. Por último se hace una reflexión sobre la importancia de

buscar nuevas formas de construcción de tejido social a través de la extensión, la investigación y la docencia mediante el fortalecimiento de redes, colectivos e iniciativas colaborativas en las que pueda se trabaje horizontalmente de la mano de la ingeniería.

**Palabras clave:** Ingeniería Humanitaria, Desarrollo Social, Posacuerdo, Red.

## Introducción

Es necesaria la introducción de cambios en las relaciones entre gobierno, empresas, organizaciones y agentes sociales que se ajusten a las realidades del Posacuerdo. Sin embargo, estos cambios se abordan generalmente desde la perspectiva de políticas y proyectos de carácter social en los cuales no siempre están representadas de forma directa asociaciones e instituciones de orientación técnico-científica.

Por otro lado, el modelo centralista de administración del país ha permitido un desarrollo institucional muy fuerte en las ciudades, relegando los sectores rurales a un menor desarrollo en diferentes dimensiones; entre estas el desarrollo social. Este abandono estatal de los territorios “apartados” ha sido unos de los causantes de estos conflictos armados; por esta razón es importante re conceptualizar la noción de ciudad en Colombia.

En esta reconceptualización la ingeniería juega un papel primordial al convertirse en la profesión mediante la cual se ejecutan múltiples políticas públicas como la construcción de infraestructura vial, saneamiento básico, apropiación de las TIC, entre otros. Sin embargo, la implementación de políticas públicas a través de la ingeniería es insuficiente si la planeación de las mismas se sigue haciendo desde las ciudades y sin integrar el campo de acción de la ingeniería humanitaria (Amadei & Wallace, 2009). Es por esto que la participación de la Ingeniería en los procesos del Posacuerdo y el desarrollo social debe partir desde las aulas, donde se favorezca el surgimiento de una conciencia clara del papel crucial del ingeniero como agente de la aplicación positiva de las ciencias y los conocimientos técnicos en beneficio no solo de la planta productiva e infraestructura del país, sino de manera directa en el desarrollo social de las regiones a través de mejoras en la calidad de vida de sus habitantes (Wall, 2010).

Como valor agregado de esta inclusión, se reconfigura también la influencia de las ciudades como nodos a partir de los cuales esta nueva conciencia del

ingeniero se difunde en las regiones, creando un efecto multiplicativo del desarrollo social en lugar de un concentrador del conocimiento y el talento. Para esto, es necesario empezar a generar presencia de instituciones educativas de nivel superior en zonas rurales que, además de ayudar a empoderar a los habitantes, facilite el desarrollo de proyectos educativos que puedan ser apropiados por la comunidad, haciéndola participe de manera activa en la resolución de problemáticas vitales en el Posacuerdo.

## Metodología

La iniciativa partió de un grupo de profesores de las facultades de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Valle, participantes en la Cátedra José Celestino Mutis, organizada por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

A partir de este encuentro, semanalmente se han venido desarrollando reuniones y se han celebrado seminarios y talleres en las distintas universidades promotoras, además de la participación en el *XIII Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social* en Brasil (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), donde se estableció contacto con dos profesores de la Universidad Federal de Rio de Janeiro con quienes se trabaja en la creación de una Red Latinoamericana de Ingeniería para el Desarrollo Social (RELIDS).



Figura 7: Ciclo de encuentros desarrollados en el 2016.

Con el fin de romper barreras regionales y conceptuales, a la vez que dar visibilidad a las ideas y personas que trabajan desde su quehacer ingenieril en pos de un futuro mejor para Latinoamérica, en Octubre de 2016 se crea la Red Colombiana de Ingeniería para el Desarrollo Social (RECIDS), enmarcada en los 17 principios de desarrollo sostenible de la Organización de Naciones Unidas (ONU) (Macharia, Donoghue, & General Assembly of the United Nations, 2015)

RECIDS parte del principio de la creación participativa, pues son las metodologías IAP (Colmenares E., 2011) y RRI (von Schomberg, 2013), en su definición de comunicación, colaboración permanente y disolución de barreras entre el investigador y el objeto de estudio, las que conforman el núcleo epistemológico de la Red.

Las estrategias fundamentales de la Red son:

Generar un espacio de diálogo de saberes en torno a la relación entre la ingeniería y el desarrollo social en Colombia.

Generar propuestas innovadoras en la práctica de la ingeniería a través de encuentros académicos, investigación colaborativa, docencia, extensión y proyección social.

Incentivar y apoyar una red estudiantil y docente conformada por agentes del cambio social desde la ingeniería con la perspectiva del Desarrollo Sustentable.

## Conclusiones

El ejercicio de la Ingeniería en Colombia debe realizar una reflexión crítica y activa en cuanto a sus prácticas relacionadas con la generación de tecnologías en conjunto comunidades vulnerables. Es crucial el fortalecimiento de redes, colectivos, iniciativas, entre otras que permitan profundizar el impacto a nivel de procesos de educación, de investigación y de extensión que contribuyan en la construcción colectiva de los proyectos que promuevan el escenario de posacuerdo.

## Referencias bibliográficas

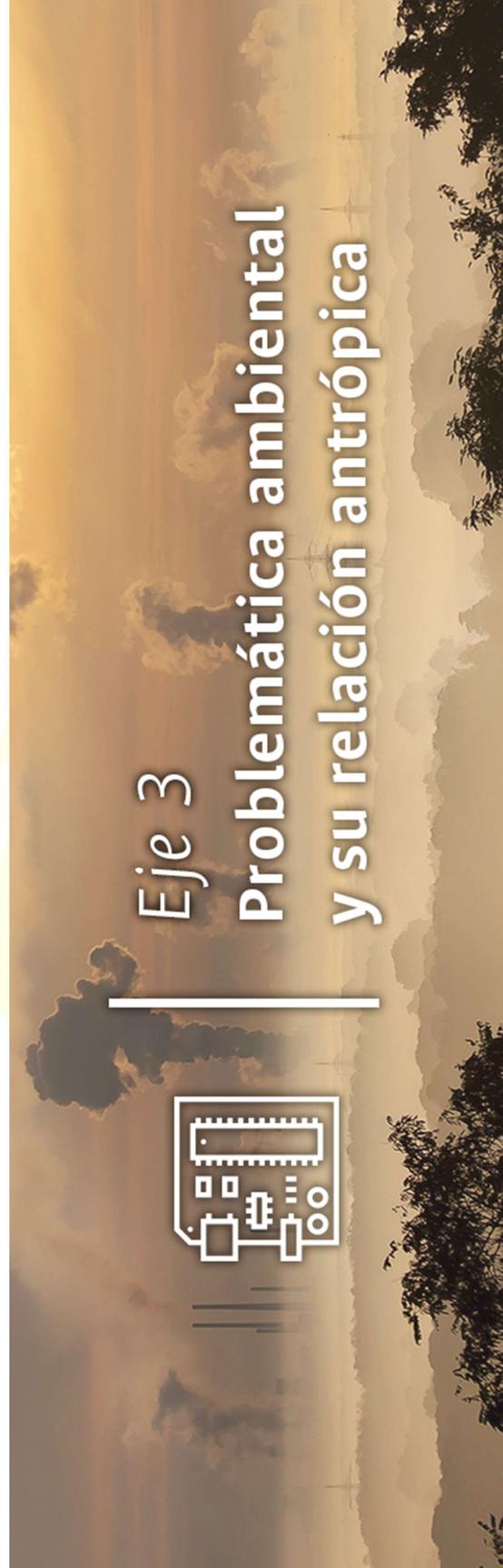
Amadei, B. & Wallace, W., 2009. Engineering for Humanitarian Development. IEEE Technology and Society Magazine, pp.6–15.

Colmenares E., A. M. (2011). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces Y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, 3(1), 102–115.

Macharia, K., Donoghue, D., & General Assembly of the United Nations. (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

vonSchomberg, R. (2013). A Vision of Responsible Research and Innovation. In R. Owen, J. Bessant, & G. Heintz (Eds.), Responsible Innovation (pp. 51–74). John Wiley & Sons, Ltd.

Wall, K. (2010). Engineering: issues, challenges and opportunities for development. UNESCO.



## Contribución desde un proyecto educativo ambiental rural: aporte al desarrollo local en la construcción de ciudades-regiones sostenibles

**Adriana Parra-Carrasquilla<sup>1</sup>, Margie Jessup Caceres<sup>2</sup>, Alain Vulbeau<sup>3</sup>, Mireya Villalba Baquero<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doctorante de la Universidad Paris OueſtNanterre bajo la dirección de Alain Vulbeau. Paris, Francia ([aaparrac@gmail.com](mailto:aaparrac@gmail.com))

<sup>2</sup> Ph.D. Docente investigadora Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Colombia, Bogotá ([mjessupc@gmail.com](mailto:mjessupc@gmail.com))

<sup>3</sup> Professeur d'universités. Responsable de l'équipe "Crise : École, Terrains Sensibles" Université Paris Oueſt Nanterre La défense UFR Sciences psychologiques et Sciences de l'éducation. Département des Sciences de l'éducation. (CREF, EA 1589) ([alain.vulbeau@free.fr](mailto:alain.vulbeau@free.fr))

<sup>4</sup> Docente de ciencias biológicas y coordinadora del proyecto PRAE del Gimnasio del Campo Juan de la Cruz Varela. Colombia, Localidad XX de Sumapaz, Bogotá rural. ([mireya.villalbabaquero@gmail.com](mailto:mireya.villalbabaquero@gmail.com))

### Resumen

En el contexto del Sistema Integrado Nacional Ambiental (SINA) colombiano, la educación ambiental se ha asumido como un eje transversal de la política de educación. En tal sentido, se han trabajado procesos de transformación de dinámicas naturales y socioculturales, cuyo propósito fundamental es construir una visión de ciudad-región, al tiempo que se desarrollan una serie de proyectos con instituciones educativas (IE) del país, a fin de mejorar las propuestas desde la educación ambiental.

Consideramos que para dar pertinencia a dichos proyectos educativos se debe hacer un trabajo cooperativo entre investigadores y comunidad educativa, con el objeto de acompañar procesos de construcción del conocimiento ambiental, así como, reconocimiento de las comunidades y de su entorno desde un enfoque sensible.

Presentamos algunos de los resultados obtenidos de una investigación acción, adelantada entre un grupo de investigadores de las Universidades Pedagógica Nacional de Colombia y Paris Oueſt Nanterre la défense, de Francia, y un grupo de

docentes participantes de la IE “Gimnasio del Campo Juan de la Cruz Varela”, ubicada en la localidad rural XX de Sumapaz. Como características fundamentales está el hecho de que en la localidad se encuentra el Parque Nacional Natural de Sumapaz que constituye un corredor bio-geoestratégico. Históricamente ha sido escenario de luchas políticas en favor de una reforma agraria justa. Diferentes tensiones de violencia han afectado la calidad de vida de sus pobladores.

Gracias a un trabajo cooperativo, se logró crear estrategias en el desarrollo del Proyecto Educativo Ambiental (PRAE) para que éste sea un eje articulador y de pertinencia en la formulación de los proyectos pedagógicos productivos, a través de cinco líneas de acción. Nuestro objetivo es contribuir desde el PRAE a una economía local de desarrollo sostenible y vincular la formación escolar a los objetivos de ciudad-región en Bogotá Distrito Capital.

**Palabras claves:** educación ambiental, desarrollo sostenible, desarrollo a escala humana, calidad de vida, proyecto de educación ambiental.

## Introducción

La sostenibilidad es un concepto que ha sido fuente de múltiples debates que implica un reconocimiento de lo ambiental y de lo social. Debemos centrar nuestros esfuerzos a realizar trabajos de profundidad sobre las necesidades de la población: identificar lo que les falta para potencializar las comunidades y encontrar los medios para que ellas expresen cómo satisfacer sus carencias. Gracias a una investigación de corte etnográfico y de investigación-acción se logró transformar con algunos docentes prácticas y proyectos educativos hacia una apuesta local y sostenible.

Los investigadores del grupo *Probleducencias* de la Universidad Pedagógica Nacional en las líneas “estudios de calidad de vida y educación ambiental en poblaciones”, aportaron conceptos sobre la calidad de vida y su relación con las necesidades de la población y sobre el ambiente desde una mirada sistémica. El equipo *crise école et terrain sensible* brindó las orientaciones metodológicas que hicieron posible el estudio de campo Vulbeau (2007).

Se trabajó a nivel macro dentro del territorio y micro en un proyecto de aula y luego se propuso la reformulación del PRAE de la IE rural “Gimnasio del Campo Juan de la Cruz Varela”, para que fuese pertinente con los proyectos de aula y se contribuyera a mejorar la calidad de vida de la población campesina de la Zona del Alto Sumapaz, históricamente marginada de los procesos de desarrollo a pesar de

estar muy cerca de la Bogotá urbana. Actualmente, la comunidad recibe muchas ayudas de tipo asistencial, pero no hay procesos de empoderamiento.

## Metodología

La etnografía e investigación- acción por co-formación fueron los ejes de la investigación. Se utilizaron técnicas de observación, entrevistas abiertas y talleres de discusión. El trabajo se desarrolló en tres etapas donde se pudo obtener resultados y limitaciones parciales, que se fueron concatenando y transformando hasta llegar a la construcción de un PRAE centrado en el desarrollo de la Localidad.

## Resultado

La primera etapa permitió crear una tipología de terreno sensible que va más allá de los indicadores de vulnerabilidad para encontrar lo que puede generar procesos de cambio (Parra, s.f) (Anexo 1). Se constató que los docentes tienen una tendencia a ligar el concepto ambiente a representaciones diversas y no a una dimensión holística y compleja (Orellana y Sauvé 2002) (Anexo 2). La restitución de la información a la comunidad educativa permitió construir la problemática de la investigación. Esta se centra en la urgencia de trabajar en formación de docentes para trabajar en territorios sensibles y adaptar los proyectos pedagógicos productivos PPP, muy centrados en la idea de rentabilidad para el campo lo que dificulta otros aspectos que propone la EA desde una propuesta sistémica.

Durante la segunda etapa de la investigación, se trabajó de manera individual con una docente en la reflexión y transformación de su práctica. Se adaptó la matriz elaborada por el economista Max Neff y del grupo Cepaur (1986), a partir de un rediseño elaborado por Pulido et al (2012) (Anexo 3). Así, se realizó un trabajo participativo y de escucha, a fin de captar lo que desean las comunidades dentro de un proyecto de aula llamada “recuperación de saberes ancestrales” (Parra A, (s.f) (Anexo 4).

Los resultados obtenidos permitieron destacar la importancia de ir hacia una economía solidaria y una pedagogía intercultural de saberes. Se logró aumentar la participación de otros miembros de la comunidad educativa y así se transformó el PRAE el cual se orientará a una relación armónica entre ambiente y desarrollo. De esta manera, buscamos que los habitantes de la Localidad XX adapten sus prácticas agrícolas bajo principios sostenibles y se articulen a las dinámicas de Bogotá urbana como proveedores de alimentos al tiempo que protegen su

ecosistema de páramo y logran desarrollar procesos más claros de participación ciudadana.

## Conclusiones

El trabajo desarrollado en la IE Gimnasio del Campo Juan de la Cruz Varela es de gran ayuda ya que la formación escolar se articula a una construcción de desarrollo local. Nos enfocamos principalmente en la importancia de trabajar con la población para el proyecto de educación ambiental PRAE y en la elaboración de cinco líneas de acción: hidrología, restauración y reforestación, residuos sólidos, recuperación de saberes ancestrales, soberanía alimentaria.

El trabajo conjunto entre Francia y Colombia permitió unir lazos a nivel académico y plantearnos nuevas dimensiones que deben ser abordadas desde las ciencias de la educación para territorios que denominamos sensibles, teniendo en cuenta que estos pueden ser difíciles por cuestiones de migración, desplazamiento, diversidad, tensiones por riqueza natural y procesos extractivos, entre otros.

## Bibliografía

Max-Neef M., Elizalde A y Hapenhayn M. 1986. Desarrollo a Escala Humana –Una opción para el futuro. Cepaur. Fundación Dag Hammarskjöld. Motala Grafiska, Motala, Sweden

Pulido de C, R; León, J. C.; Vallejo, O. Y. C.; Obregoso, Y. y Parra, C. A. (2012). Representaciones sociales de maestros rurales sobre el ambiente. Investigación desde la calidad de vida y el desarrollo humano integral. p 43 – 49. Bogotá. CB Editores. Colciencias – Universidad Pedagógica Nacional. 220 págs.

Parra C, Adriana (s.f) Expérimentation et innovation dans les pratiques pédagogiques : une alternative pour lier éducation à l'environnement et développement locale dans un terrain sensible. Thèse en cours d'élaboration sous la direction de Vulbeau Alain. Document Inédit.

Sauvé, Lucie y Orellana Isabel (2003). La formación continua de profesores en educación ambiental: la propuesta de Edamaz. Tópicos de Educación Ambiental 4 (10), 50–62. Recuperado en mayo de 2008, de <http://anea.org.mx/Topicos/T%2010/Paginas%2050-62.pdf>

Vulbeau Alain (2007), « L'approche sensible des quartiers "sensibles". Une posture de proximité », *Revue Informations sociales* 5/2007 (n° 141) , p. 8-13 URL : [www.cairn.info/revue-informations-sociales-2007-5-page-8.htm](http://www.cairn.info/revue-informations-sociales-2007-5-page-8.htm)



## Tablas y anexos

### Anexo 1



Tableau1: Tipología de un territorio sensible. Parra C, A. (s.d)

### Anexo 2

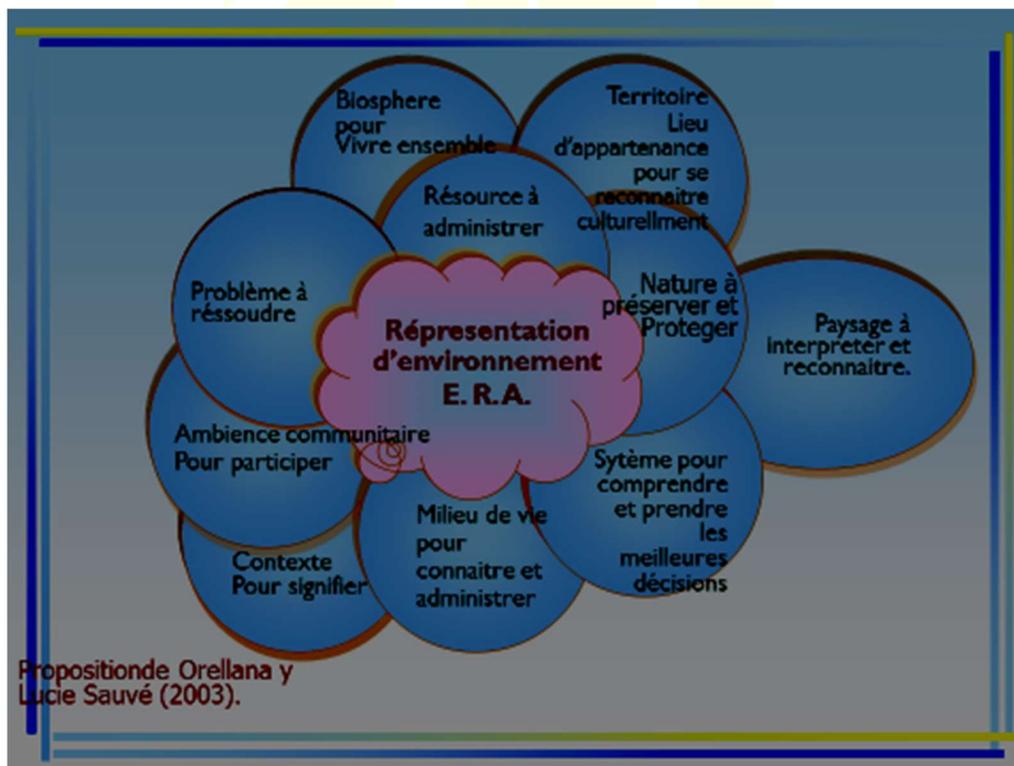


Tableau2: Representaciones de ambiente propuestas por Orellana y Sauve (2003)

### Anexo 3

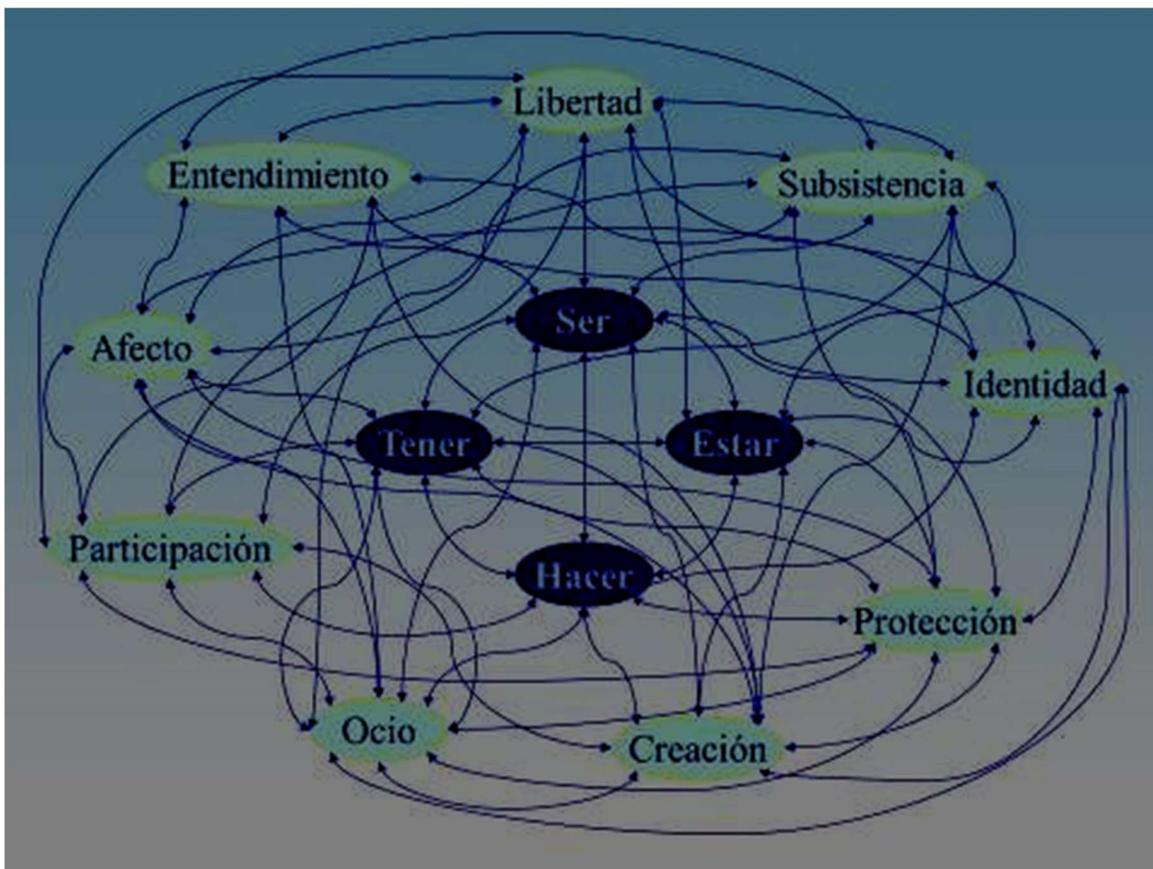


Tableau3: Organización sistémica de la matriz de necesidades fundamentales propuesta por Pulido et al (2011) inspirada de la matriz de Max Neff (1998).

### Anexo 4

Cuadro explicativo de trabajo realizado con la comunidad de Sumapaz. Se propusieron cuatro preguntas a los padres de familia participantes durante el taller de discusión “tomémonos un tinto”. A partir de un ejercicio de escucha se logró llenar la matriz propuesta por Max Neff y encontrar los satisfactores a las necesidades vitales o valores universales que se encuentra en la primera columna del tablero.

	¿Cómo deben ser los campesinos que trabajan en un proyecto sobre las plantas?	¿Que elementos debemos adquirir o desarrollar para consolidar nuestro proyecto?	¿Qué podemos hacer para realizar nuestros proyectos?	¿Cómo podemos interactuar con los otros y proteger el ecosistema?
Para subsistir	Solidarios que piensen en el futuro.	Espacio permanente para cultivar, hacer contactos con empresas.	Cultivar, saber y conocer nuestras plantas	Recuperar los saberes alrededor de las plantas y proteger los espacios verdes.
Para tener protección	Comprometidos.	Subvenciones del Estado. Solidaridad entre los campesinos interesados.	Organizar cooperativas.	Integrarse como campesino con un objetivo común.
Para alcanzar relaciones de amor, fraternidad	Amor por la tierra, conscientes de nuestra situación.	Espíritu de colaboración, nuevas relaciones de reciprocidad	Restablecer el dialogo.	Espacios de encuentro. Salidas por el territorio.
Para comprender nuestro mundo	Conscientes de los peligros que traen los pesticidas y el ganado vacuno	Apertura mental; Perseverancia	Hacer nacer nuestras huertas.	Ser guardianes de nuestro ecosistema.
Para lograr alcanzar niveles más altos de participación	Responsables	Trabajar en equipo, desarrollar mingas, ser cooperativos, y organizados.,	Explorar nuestro territorio, compilar nuestros saberes	Enseñar a nuestros hijos
Para tener tiempo para nosotros mismos.	Ser comprometidos con nuestra causa	Nuevas formas de cultivo,	Aprender a servirnos de nuestros recursos	Ser consecuentes. Dejar actividades que no conducen a nada.
Para adquirir y pensar nuevas maneras de crear	Capaces de conocer lo que dicen las personas mayores	Motivación	Pensar en una economía solidaria.	Escuchar nuevas ideas, abiertos de pensamiento
Para alcanzar niveles más altos de identidad	Autonomía	Recuperar nuestra memoria	Escribir.	Difundir

Tableau4: Parra C, A. Document inédit.

## SIG principales contaminantes sobre cuenca del río Tunjuelo (Bogotá-Colombia)

**Edgar David Méndez Medellín**

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia*

*E-mail: edmendezm@correo.udistrital.edu.co*

### **Resumen**

El crecimiento de la ciudad de Bogotá hacia el sur durante la segunda mitad del siglo XX, en dirección de la cuenca del río Tunjuelo, se fue dando de manera anónima y de espaldas al protagonismo del norte y occidente; hizo que se urbanizara de manera informal, sin planificación y a partir de los estratos socioeconómicos más bajos, dadas las dinámicas de ocupación de la ciudad para la época.

Para analizar la problemática más a fondo, se plantea la estructuración de un SIG que permita un análisis de los principales contaminantes a nivel subcuenca, que permita determinar el área de influencia de estas problemáticas medioambientales a partir del estudio de las corrientes de agua que pueden verse comprometidas, y así, mejorar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales según obligaciones a cumplir por parte de las autoridades ambientales, el distrito capital, alcaldías localidades y empresas privadas.

**Palabras clave:** Cuenca Río Tunjuelo, problemáticas medioambientales.

### **Introducción**

Para analizar la problemática más a fondo, se recopila información, tanto de los resultados obtenidos a través de la consulta bibliográfica correspondiente a las problemáticas de la cuenca del río Tunjuelo y de las observaciones realizadas a través de recorridos en la cuenca del río Tunjuelo, se establecieron los principales contaminantes, quienes son las empresas en el sector de minería (Cemex y Holcim), al cuero (zona industrial de curtiembres parque industrial san Benito) y frigoríficos (frigorífico Guadalupe y san Martín).

Como resultado, se tienen las salidas gráficas, en las cuales se presentan la relación entre los Subcuencas del río Tunjuelo, los principales contaminantes que afectan la cuenca, el área de afectación sobre los principales componentes (embalses, interfluvios, quebradas y ríos); Finalmente, se realiza una reflexión sobre las principales problemáticas ambientales en cada subcuenca, también se analiza el área de influencia en la cuenca alta del relleno sanitario de doña Juana y los cultivos de papa (los cuales no se espacializaron en los mapas, dado a los límites difusos y la magnitud de la zona).

## Metodología

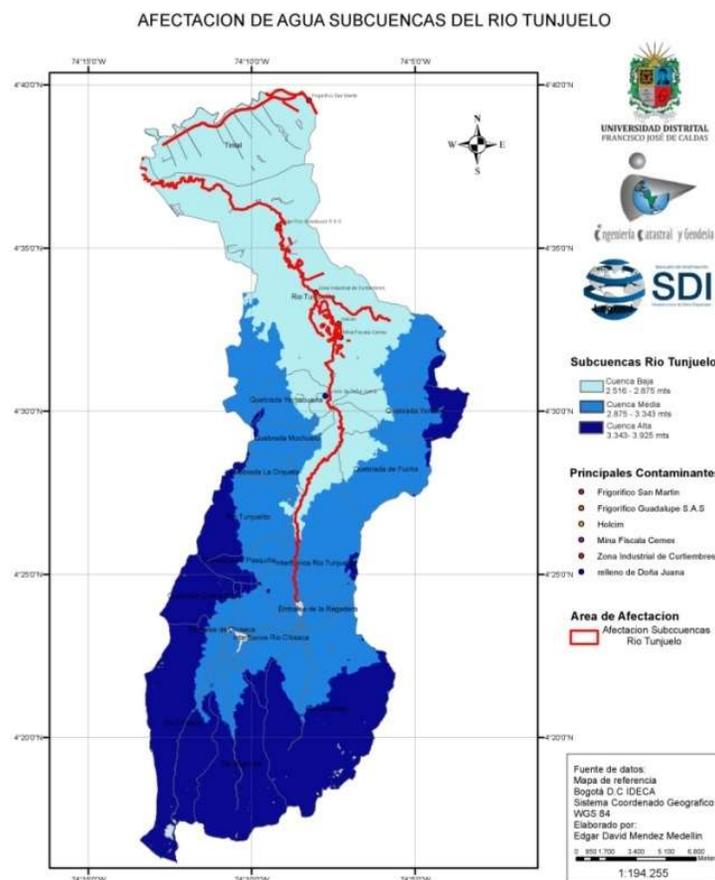
En primer lugar, se realiza un estado del arte que establece los principales contaminantes que afectan la cuenca, luego se procede a recopilar los datos espaciales que fueron utilizados en el sistema de información geográfico, los cuales provienen de la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital IDECA, y que corresponden a archivos .shp, referentes a la división de localidades, cuerpos de agua, corrientes de agua y cuencas de Bogotá D.C.; El modelo digital de Terreno DEM, se obtuvo a partir del software Global Mapper y para la ubicación de los principales contaminantes se digitalizó su posición en un archivo .kmz en Google Earth.

Luego se cargaron los datos en el software ArcGis, con el fin de espacializar los focos de afectación de los principales contaminantes, así mismo, se delimitan la cuenca por Subcuencas, siguiendo por parámetro la altimetría del terreno (Cuenca Baja 2.516 - 2.875 mts, Cuenca Media 2.875 - 3.343 mts, Cuenca Alta 3.343- 3.925 mts), el Sistema de información geográfico permitió establecer funciones espaciales y áreas de influencia que determinaron el impacto ambiental de los principales contaminantes ubicados en cada subcuenca con el área de afectación en las mismas, a través de las corrientes de agua que recorren la cuenca.

## Resultados y discusión

A continuación se presentan los mapas elaborados, que indican la relación entre los Subcuencas del río Tunjuelo, los principales contaminantes que afectan la cuenca, el área de afectación sobre los principales componentes (embalses, interfluvios, quebradas y ríos); en la figura 1, se representa la afectación de agua por Subcuencas dadas los principales contaminantes (frigorífico San Martín, frigorífico Guadalupe, Holcim, mina fiscal Cemex, zona industrial de curtiembres y relleno sanitario Dona Juana), el área de afectación está determinada por las

corrientes de agua presentes en la misma subcuenca y que por proximidad, pueden ser afectadas por las actividades de extracción, producción o depósito; hay actividades agrícolas en la cuenca alta del río, sin embargo, los límites difusos de los cultivos no permitieron determinar específicamente las corrientes de agua afectadas por esta actividad; en la figura 2, se representa la Afectación por principales componentes cuencas del río Tunjuelo, que está compuesto por el embalse de Chisacá, embalse de la Regadera, interfluvios del río Chisacá y del río Tunjuelo, así como la red de quebradas de la cuenca, entre las que se destacan Mochuelo, Yomasa y Fucha; en la figura 3, se representan las corrientes de agua de la cuenca del río Tunjuelo y cuáles con las que están afectadas por factores de proximidad con los principales contaminantes, entre las principales corrientes se encuentran el embalse de la Regadera, las quebradas Cuevecita, Fucha, La Orqueta, Pasquilla, Yomasa, así como los ríos Bogotá, Chisacá, Curubital, El Tabaco, Fucha, Mugroso, Santa Rosa, Soacha y Tunjuelo.



**Figura 1.** Afectación de agua Subcuencas del río Tunjuelo  
 (Elaboración propia, con base en información suministrada por IDECA)

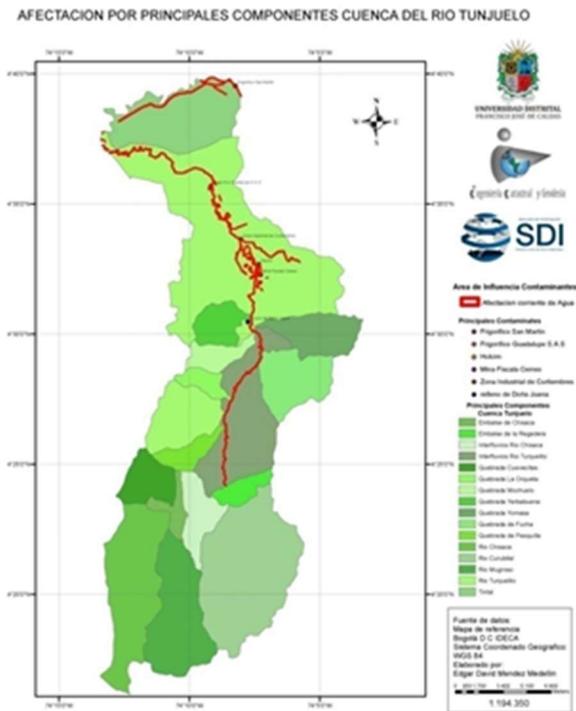


Figura 2. Afectación por principales componentes cuencas del río Tunjuelo (Elaboración propia, con base en información suministrada por IDECA)

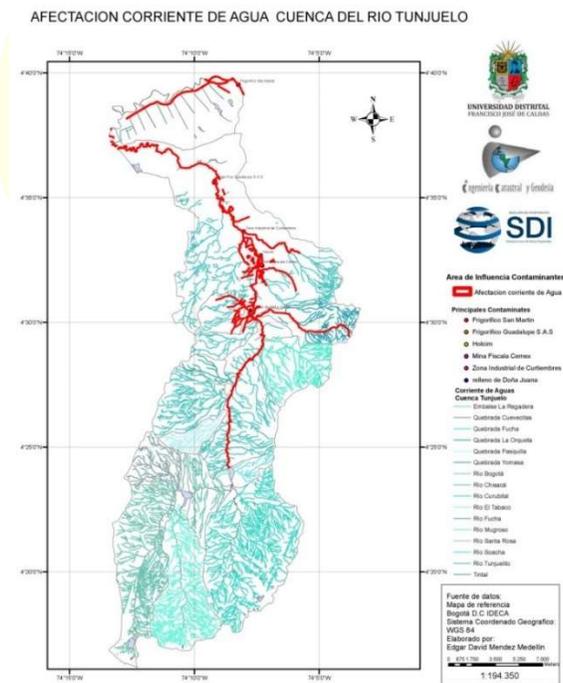


Figura 3. Afectación corriente de agua cuenca del río Tunjuelo (Elaboración propia, con base en información suministrada por IDECA)

Los sistemas de información geográfica SIG son una herramienta importante en el estudio de impactos ambientales, para este caso, permitió que se pudiera determinar la zona de estudio, comparando los datos oficiales de la infraestructura de datos espaciales de Bogotá IDECA, con el geoprocesamiento del modelo digital de terreno, realizado para analizar corrientes de agua afectadas en la cuenca, también se implementó para ubicar los principales actores que ejercen contaminación constante a la cuenca, de manera que se estudiaron las relaciones espaciales que tienen estas actividades, con el daño ambiental producido a nivel Subcuencas y las áreas de afectación de los principales componentes de la cuenca del río Tunjuelo.

### Referencias bibliográficas

Julio, Miguel Ángel., Hernández, Andrés. (Eds.). (2014) *Territorios ambientales de Bogotá. Historias de Acción Colectiva*. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad de los Andes CIDER.

Osorio, Julián. (Dir.). (1997). *La historia del agua en Bogotá: una exploración bibliográfica sobre la cuenca del río Tunjuelo en el siglo XX*. Bogotá, Colombia.

Secretaria Distrital de Medio Ambiente. (2007). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Tunjuelo*. Bogotá, Colombia.

Secretaria Distrital de Medio Ambiente. (2007). *Diagnostico POMCA Tunjuelito*. Bogotá, Colombia.

Umaña, Roberto. (Dir.). (2016). *Problemática socio-ecosistémica de la cuenca del río Tunjuelo*. Bogotá, Colombia.

## Los retos del ordenamiento territorial ante la problemática ambiental en la región Central del país. Clima y Urbanización

**Yolanda Teresa Hernández Peña**

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia*

*ythernandezp@udistrital.edu.co*

### **Resumen**

El cambio en el clima y la densificación de los procesos de urbanización se constituyen en dos factores de transformación territorial que junto a la modificación tanto de prácticas sociales también es eje generador de problemáticas ambientales en vastos territorios del mundo y tienen su manifestación en ámbitos locales como es el caso de la región Central del país, comprendida entre la ciudad capital, la Sabana de Bogotá y la zona de influencia del departamento de Boyacá.

El objetivo de la presentación es establecer una discusión acerca del papel de los procesos y enfoques de ordenamiento territorial ante los impactos locales que han tenido los procesos de cambio climático y urbanización en las zonas urbanas, rururbanas y rurales de dicha región. La metodología se fundamenta en el enfoque etnográfico con la aplicación de encuestas y entrevistas a los actores sociales relacionados, información sistematizada en Atlas Ti, y cuyos resultados permiten observar la convergencia de estos factores en las dinámicas territoriales, generando respuestas alternativas, pero igualmente agravando las tendencias de la realidad. Algunas de las respuestas locales se han enfocado a nuevas formas de entender la relación con el medio natural y la organización de los agentes sociales. Los retos del ordenamiento se enfocan a lograr balances adecuados entre, los usos del suelo industriales, comerciales y residenciales con la vocación ecológica-ambiental del territorio, propender por un modelo regional de ordenamiento y establecer instrumentos adecuados para el seguimiento a los procesos de ordenamiento y los proyectos relacionados, entre ellos los expedientes territoriales.

**Palabras clave:** gestión del riesgo, planificación territorial, percepciones.

De acuerdo al informe (ONU, 2012), para el año 2030 aproximadamente el 60% de la población del mundo habitará la zona urbana, el informe señala que de la población que actualmente habita en ciudades, 828 millones se encuentran en zonas marginales, y que en las ciudades se consume entre el 60 y 80% de energía y el 75% de las emisiones de carbono. Las ciudades tienen una demanda considerable sobre el agua dulce y un importante impacto en términos de usos del suelo, generación de aguas residuales y otros desechos producto de la dinámica urbana. La región central de Colombia tiende hacia la urbanización, fenómeno estudiado entre otros por, Isaza (2008), Velasco, Díaz y López (2010), Ladino, Arévalo y Bulla (2013).

Con relación a las condiciones climáticas, Latinoamérica y en particular Colombia, a pesar de ser uno de los países que menos contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, es altamente vulnerable al cambio del clima. El IDEAM menciona que Colombia será uno de los países más afectados, incidiendo directamente en los bienes y servicios ambientales fundamentales para la productividad nacional y para reducir las causas de la pobreza que afecta a la población (IDEAM, 2010:17).

La región comprendida entre la Ciudad Capital, la Sabana de Bogotá y el sur de Boyacá presenta un escenario de interés dadas sus características ecológico-ambientales y su dinámica socioeconómica. El objetivo es mostrar en el marco del eje “problemática ambiental y su relación antrópica” la discusión relacionada sobre el papel de los procesos y enfoques de ordenamiento territorial ante los impactos locales que han tenido los procesos de cambio climático y urbanización en esta región.

### Metodología

El método de investigación está basado en el enfoque etnográfico ya que se buscó conocer lo que la gente percibe sobre cambios del clima, la urbanización y las estrategias de respuesta. Se realizaron 71 entrevistas a habitantes tradicionales, líderes de los municipios y a funcionarios relacionados con los procesos objeto de análisis. Las categorías utilizadas se enfocaron en el establecimiento de percepciones sobre la urbanización y el cambio de clima, sobre causas y efectos, las relaciones con la naturaleza y la gestión institucional, esta

última permitió establecer los principales retos del ordenamiento objeto de la ponencia.

## Resultados y discusión

El ordenamiento territorial como categoría genérica trasciende un enfoque puramente físico al constituirse en medio para mejorar la relación que establecen los grupos sociales con el territorio, porque permite una lectura del territorio donde se pongan en evidencia temas de importancia estratégica como son el cambio climático y la aceleración de los procesos de urbanización con las consecuencias sobre el paisaje y los servicios ecosistémicos de la región, pero tal vez lo esencial es la posibilidad de construir un modelo de ocupación que involucre el conocimiento local de las comunidades y los conocimientos técnicos de urbanistas, planificadores y administradores territoriales.

**Tabla 1 Resultados de la investigación**

<b>Categorías de análisis</b>	<b>Principales tendencias encontradas</b>
Percepciones sobre el paisaje	100% percibe cambios en la morfología del paisaje, detrimento de la oferta hídrica y de las coberturas vegetales.
Percepciones sobre el cambio de clima.	80% percibe cambios en lluvias más intensas y temperaturas más elevadas. No es posible estimar un calendario para la siembra 100% percibe a Bogotá más caliente que hace décadas
Concepciones sobre la ciudad	80% percibe la ciudad como una zona no deseada, también existe un imaginario sobre la ciudad como un espacio de progreso en el 60% de los entrevistados.
Urbanización, percepciones y procesos.	100% urbanización y su densificación como un proceso inevitable.
Efectos de la urbanización	Generación de empleo y en ocasiones consideran que mejora el paisaje en algunos sectores percibidos como deforestados (Villa de Leyva).

Categorías de análisis	Principales tendencias encontradas
	Efectos ambientales por el tema del suelo y del agua. Pérdida de servicios ecosistémicos.
Retos del ordenamiento territorial.	Modelos de ocupación con enfoque regional. Armonía de usos de suelo industrial y componente ecológico. Planificación de los procesos de urbanización para todos los estratos Implementación de expedientes municipales para monitoreo de procesos y proyectos implementados.

## Conclusiones

Si bien el proceso de urbanización acelerado no es nuevo si está acabando con suelos y con ello, con las dinámicas naturales y con las formas tradicionales de relacionarse con el territorio. Ante la densificación de la urbanización y los impactos del cambio climático, se requiere un enfoque de ordenamiento territorial que permita la reconfiguración de la zona central en un modelo que involucre la diversidad, la gestión del riesgo para preservar la sustentabilidad de las zonas y la revaloración de la vida rural.

## Agradecimientos

La autora agradece el apoyo de la Universidad Distrital.

## Referencias bibliográficas

Isaza, J. (2008). *Conurbación y desarrollo sustentable: una estrategia de intervención para la integración regional*. Caso: primer anillo metropolitano Bogotá - Sabana de Occidente. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

DEAM. 2010. *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Ladino E., Arevalo, C., Bulla, L. (2013). *Afectación de los procesos de conurbación en la planificación territorial y en la oferta de servicios ambientales. Estudio de caso: Bogotá D.C. – Mosquera.* (U. M. Granada, Ed.) FAEDIS Revista Académica y Virtual, pp. 67-84.

ONU. (2012). Rio+20 *El Futuro que queremos*. Recuperado el 10 de 09 de 2013, de Ciudades Sostenibles: <http://www.un.org/es/sustainablefuture/cities.shtml>

Velasco Bernal, V., Díaz, F., & López, M. L. (2010). *Gestión de suelo en la configuración de bordes de ciudad. El caso del borde occidental de Bogotá.* Territorios 22, pp. 65-85.



## Riesgo y vulnerabilidad de comunidades y viviendas en barrios de origen informal

Juanita Montoya Galvis<sup>a</sup>, Iván Cartes Siade<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> PhD(c) Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile; Profesora Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

<sup>b</sup> PhD Profesor Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile, Departamento de Planificación y Diseño Urbano.

\*E-mail: [jmontoyaga@unal.edu.co](mailto:jmontoyaga@unal.edu.co)

### Resumen

A partir de la segunda mitad del siglo XX Bogotá tuvo un rápido crecimiento y expansión en parte por el fenómeno de migración del campo a la ciudad lo cual produjo la formación de asentamientos informales que crecieron de manera no planeada en la periferia de la ciudad.

La construcción de la vivienda en estos asentamientos respondió a bajos estándares de calidad por lo cual son altamente vulnerables a la acción de un sismo. Las políticas urbanas nacionales y locales de las últimas décadas se orientan a disminuir el riesgo de desastres en las ciudades. Aunque Bogotá ha avanzado en el mejoramiento de barrios de origen informal y en el reasentamiento de población ubicada en zonas de riesgo no mitigable, aún el problema persiste. La propuesta de ponencia oral enmarcada en el Eje 3, tiene como objetivo evidenciar el estado de vulnerabilidad de las viviendas en los barrios de origen informal para analizar el efecto de las políticas urbanas en la reducción de este riesgo de origen antrópico.

En el desarrollo de la investigación se analizaron las principales políticas urbanas nacionales y locales, el Plan de Ordenamiento (POT) de Bogotá y los informes de vulnerabilidad de la vivienda en barrios de mejoramiento.

La investigación concluye que las comunidades han construido cerca del 20% del territorio actual de Bogotá por tanto tienen potencial para desarrollar conjuntamente con los gobiernos locales planes para el reforzamiento de la vivienda vulnerable y planes de reasentamiento y que el gobierno local debe formular estrategias para

**Palabras clave:** barrios informales, políticas urbanas, vulnerabilidad.

## Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo XX, Bogotá vivió un proceso de crecimiento y expansión que trajo como resultado entre otras, la formación de asentamientos informales en la periferia. El crecimiento de las áreas marginales ha ido disminuyendo a partir del 2000 por el agotamiento del suelo urbano disponible y por los procesos de control del territorio que han venido llevando a cabo las administraciones locales.

Según la Alcaldía Mayor de Bogotá (2016) el 21% del territorio urbano de Bogotá está conformado por asentamientos de origen informal que por su localización están sometidos a riesgo por sismo, remoción en masa e inundación. En estas áreas se ha determinado que la vulnerabilidad de las viviendas se debe a la precariedad de su planteamiento estructural y constructivo.

Esta propuesta de ponencia oral enmarcada en el Eje 3, tiene como objetivo evidenciar el estado de vulnerabilidad de las viviendas en los barrios de origen informal para analizar el efecto de las políticas urbanas en la reducción de este riesgo de origen antrópico.

## Metodología

Para desarrollar esta investigación se analizaron: a) las políticas urbanas a nivel nacional y local de la última década, b) el Plan de Ordenamiento (POT) de Bogotá y c) los informes de vulnerabilidad de la vivienda en barrios de mejoramiento. Con estos insumos se produjo una relación de las políticas orientadas a disminuir el riesgo en los barrios de mejoramiento y se identificaron los vacíos en estas políticas.

## Resultados y discusión

La Nueva Agenda Urbana de Hábitat III y las políticas nacionales y locales tienen como uno de sus propósitos principales reducir el riesgo en las áreas

urbanas y mitigar el impacto de desastres naturales como se puede observar en la siguiente tabla:

Tablas 1 Relación de las principales políticas urbanas internacionales, nacionales y locales.

Política	Año	Objetivos
1. Nueva Agenda Urbana – Hábitat III	2016	Reducir el riesgo y el impacto de los <u>desastres naturales</u> en las ciudades.
2. Ley 388 de 1997, Ley de ordenamiento territorial	1997	<u>Prevención de desastres naturales</u> mediante la identificación de las áreas de riesgo e identificación de los mecanismos para la <u>reubicación de los asentamientos humanos</u> localizados en zonas de alto riesgo incluyendo la estrategia para su transformación con el fin de evitar su nueva ocupación.
3. Conpes 3305 de 2004, lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbana	2004	Mejorar las condiciones de los asentamientos precarios y <u>prevenir y mitigar</u> los riesgos ambientales urbanos.
4. La Misión Sistema de Ciudades	2014	Apoyar a las ciudades en el manejo <u>de riesgo de desastres</u> .
5. Plan Nacional de Desarrollo: Prosperidad para todos	2010-2014	Enfrentar el cambio climático, la reducción de la <u>vulnerabilidad</u> y adaptación por medio de implementar las directrices y estrategias de la Política de Gestión Ambiental Urbana y de Mejoramiento Integral de Barrios.
6. Plan Nacional de Desarrollo: Todos por un nuevo país.	2014-2018	Promover el programa de Ciudades Sostenibles y Competitivas del BID el cual tiene como uno de sus principales objetivos adelantar acciones para la <u>gestión del riesgo</u> de desastres y reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.
7. Decreto 190 de 2004: Plan de Ordenamiento de Bogotá	2004	Identifica las <u>zonas sujetas a amenazas y riesgos</u> , determina las <u>medidas de mitigación</u> , <u>monitoreo de amenazas</u> , <u>rehabilitación de zonas desocupadas</u> en desarrollo del proceso de reasentamiento por alto riesgo no mitigable, adopta la <u>microzonificación sísmica</u> de Bogotá.

Elaboración: Propia.

Según el estudio de Valbuena y Mena (2011) la vulnerabilidad de las viviendas en Bogotá está dada entre otras por aspectos como la deficiencia o carencia de cimentación, discontinuidad en elementos verticales como muros y columnas, irregularidades en planta y en alzado, elementos verticales no amarrados con elementos horizontales, muros construidos con diferentes formatos de mampuestos, presencia de columnas cortas, anclaje deficiente en cubiertas livianas.

El Plan de desarrollo Bogotá para Todos (2016-2020) tiene como meta mejorar 3.000 viviendas sin incluir reforzamiento estructural y reasentar 4.286 hogares de cerca de 145.429 que viven en zonas de riesgo no mitigable lo cual corresponde a que al final de período 2016-2020 el 2,95% de los hogares hayan superado esta condición de riesgo.

A partir de la premisa del riesgo como oportunidad para mejorar (Banco Mundial, 2014), los resultados de esta investigación llaman la atención para que el gobierno local de Bogotá oriente sus políticas en la disminución de la vulnerabilidad de las viviendas en los barrios de mejoramiento que por su origen necesitan de la intervención del Estado y de la academia para formular soluciones estructurales económicas y de fácil construcción para reforzar estas edificaciones y reducir el riesgo ante un sismo.

## Conclusiones

La vivienda en los barrios de mejoramiento, así como los mismos barrios, son resultado del trabajo y la gestión de las comunidades (Hernández, 2010) por lo tanto cuentan con un gran valor social. Estos asentamientos, con sus problemas y oportunidades, son parte de la ciudad y en muchos casos los habitantes se caracterizan por sus habilidades en términos de integración, inclusión y diversidad (Ramírez, 2010). Por tanto, las comunidades que han construido cerca del 20% del territorio actual de Bogotá tienen un potencial para desarrollar conjuntamente con los gobiernos locales los planes para el reforzamiento de la vivienda vulnerable y los planes de reasentamiento.

La ejecución de programas de reforzamiento debería hacerse en conjuntos de viviendas por manzanas para ir abordando áreas de intervención en la ciudad y debe contar con el respaldo de las comunidades quienes son las que han

Es necesario establecer trámites ágiles y fomentar un costo preferencial para la expedición de las licencias de reforzamiento en viviendas de barrios de mejoramiento, que permitan que los recursos de subsidio puedan ser ejecutados en los tiempos de cada plan de desarrollo local.

### Referencias bibliográficas

Alcaldía Mayor de Bogotá (2016), *Proyecto del Plan de Desarrollo 2016-2020, Bogotá mejor para todos*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Banco Mundial (2014), *Risk and Opportunity. Managing Risk for Development*. Washington D.C.: Banco Mundial.

Hernández, J. (2010), *El Parque de mi Barrio: Production and Consumption of Open Spaces in Popular Settlements in Bogotá*. Tesis de doctorado no publicada. Newcastle: University of Newcastle.

Ramírez, R. (2010), *Integrated Informality in the Barrios of Havana. Rethinking the informal city: critical perspectives from Latin America*. Oxford: Berghahn Books.

Valbuena, S., Mena, M. (2011). *Caracterización del sistema constructivo y aspectos generales de la construcción de las viviendas populares en sectores vulnerables de la ciudad de Bogotá según la información base actual de las entidades del Distrito Capital*. Informe de consultoría sin publicar. Bogotá: Swisscontact.

## Actualización de la priorización de sustancias químicas consumidas en Colombia, por afinidad en elementos ambientales

Saúl Martínez Molina<sup>a\*</sup>, Oscar Javier Suarez Medina<sup>a</sup>, Maicol Andrés Martínez González<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá-, Bogotá, Colombia

[\\*saumartinezmol@unal.edu.co](mailto:saumartinezmol@unal.edu.co)

### Resumen

En este trabajo se muestra la actualización de la priorización de las sustancias químicas en Colombia, por afinidad de sustancias en elementos ambientales, se realizó bajo lineamientos de naciones unidas y la metodología establecida en el proyecto SAICM Colombia, partiendo de los datos consignados en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y las sustancias descritas en el CPC (Clasificación Central de Productos), se realizaron modificaciones a la metodología, como la introducción de nuevas variables independientes entre ellas la movilidad de sustancias químicas en elementos ambientales la cual será objeto principal de estudio, además del planteamiento de su respectiva metodología de trabajo. Como resultado de esto se tienen listas priorizadas de las sustancias químicas en Colombia para las series históricas del año 2008 al año 2012, clasificados en grupos debido a la procedencia de la sustancia se trabajaron tres grupos, el grupo 1 de sustancias orgánicas, el grupo 2 de sustancias inorgánicas y el grupo 3 de sustancias del petróleo y sus derivados, se estudió el factor de movilidad a partir de la afinidad a los diferentes elementos ambientales agua, aire, suelo, biota animal y la biota vegetal. Dichas listas pueden ser usadas para tratar con las principales problemáticas relacionadas con sustancias químicas en Colombia, además dan vía a estudios localizados en los que solo se desee analizar uno de los elementos ambientales trabajados, debido a que cada una de ellas da información muy importante, las sustancias priorizadas en los 3 grupos fueron la vitamina a, el carburo de silicio y el hexano, para el grupo 1, grupo 2 y grupo 3 respectivamente.

**Palabras clave:** EAM, CPC, Elementos Ambientales, Priorización de Sustancias Químicas.

En el 2012, se realizó el último inventario sobre sustancias químicas con característica peligrosa a nivel nacional, enmarcado en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), en este inventario se priorizaron sustancias solo hasta el año 2007 y no por movilidad. Esta priorización posibilita establecer un panorama del comportamiento de las sustancias químicas en país, cuáles son las posibles emergencias que se pueden desencadenar, cuáles son las áreas de mayor consumo, junto con los sectores de mayor aplicación entre otras variables. Este estudio podría servir como base para establecer posibles planes de acción con miras a disminuir el uso de sustancias químicas con alta movilidad en elementos ambientales.

Para considerar la movilidad de una sustancia, es necesario que sea una sustancia pura, aunque en algunos casos se trabajó la sustancia de mayor consumo del grupo, debido a la clasificación dada por el CPC que en varios casos agrupa familias de compuestos químicos como lo es una de las características de peligrosidad.

Este trabajo busca comprender el panorama de la situación nacional ambiental referente a las sustancias químicas sus implicaciones en la gestión de riesgos, formulación de políticas y estrategias, planteando una problemática ambiental y su relación antrópica.

## **Metodología**

Se estudió la influencia de 417 sustancias puras, haciendo uso de valores generados por el EPIsited de la EPA, presentados en ChemSpider (Chemspider Search and Share chemistry, 2015). Se adaptan los grupos establecidos en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas para la priorización por movilidad limitando el trabajo a sustancias puras.

Tabla 2. Grupos y subgrupos de sustancias químicas modificados

NO.	Grupo	Subgrupo
1	<b>Sustancias Químicas Orgánicas</b>	1.1 Alcoholes, Fenoles y sus derivados
		1.2 Ácidos carboxílicos y sus derivados
		1.3 Compuestos derivados petroquímicos
		1.4 Compuestos orgánicos con metales pesados
		1.5 Compuestos orgánicos con fósforo, nitrógeno o azufre
		1.6 Otras sustancias orgánicas básicas
		1.7 Compuestos orgánicos persistentes de uso industrial
		1.8 Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
2	<b>Sustancias Químicas Inorgánicas</b>	2.1 Hidrógeno, Oxígeno y otros gases
		2.2 Ácidos inorgánicos
		2.3 Óxidos, Peróxidos e Hidróxidos
		2.4 Sales metálicas (sin metales pesados)
		2.5 Metales pesados y sus compuestos (Excepto Mercurio)
		2.6 Mercurio
		2.7 Minerales
		2.8 Otros compuestos inorgánicos básicos
3	<b>Petróleo, Gas y Sus Derivados</b>	3.1 Gasolinas
		3.2 Aceites ligeros del petróleo
		3.3 Queroseno y combustible tipo queroseno
		3.4 Gasóleo
		3.5 Combustóleo
		3.6 Aceites lubricantes del petróleo, aceites especiales y bases
		3.7 Disolventes derivados del petróleo
		3.8 Gases del petróleo y otros hidrocarburos gaseosos (excepto gas natural).
		3.9 Subproductos y residuos de la refinación del petróleo
		3.10 Petróleo, gas y otros hidrocarburos

Elaboración: propia, fuente:(López Arias, Suárez Medina, & C., 2012)

Para escoger el puntaje de la priorización por factor de movilidad se recopiló la información de las sustancias puras, de los valores de solubilidad (sol.(g/L)), constante de Henry(H(atm-m<sup>3</sup>/mol)), logaritmo del coeficiente de adsorción en suelo(log(KOC)), coeficiente de partición de octanol-agua((log(KOW) y el coeficiente de partición octanol-aire(log(KOA) (CEPIS/OPS, 1999), estos valores definirán la afinidad de la sustancias química en el agua, aire, suelo, la biota animal y a biota vegetal respectivamente.

Tabla 3. Afinidad de las sustancias químicas en los elementos ambientales

	Agua	Aire	Suelo	Biota Animal	Biota Vegetal	Puntaje primario
<b>Afinidad</b>	Sol(g/L)	Henry(atm-m <sup>3</sup> /mol)	Log(Koc)	Log(Kow)	Log(K <sub>OA</sub> )	
<b>Alta</b>	>1	>10	>5	>5	>8	5
<b>Media alta</b>	1-10 <sup>-2</sup>	1-10 <sup>-1</sup>	5-4	5-3,5	8-7	4
<b>Media</b>	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-2</sup>	4-2	3,5-3	7-5	3
<b>Media baja</b>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-4</sup>	2-1	3-1	5-4	2
<b>Baja</b>	<10 <sup>-5</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<1	<1	<4	1

Fuente: CEPIS

Se define el factor de movilidad con la siguiente ecuación teniendo en cuenta los rangos de la tabla 2.

$$F = \frac{P_{Agua} + P_{Aire} + P_{Suelo} + P_{B.animal} + P_{B.vegetal}}{5} \quad (1)$$

## Resultados y discusión

Las 10 sustancias prioritarias por grupos en algunos años varían debido a la nula presencia de algunas sustancias, como son el caso del benceno que no se presenta en año el año 2008 o del Propileno que no tienen registros en 2008 y 2009, entre otras diferencias en las tablas.

Tabla 3. Priorización por movilidad 2008

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad
Vitamina A	4			Hexano	3,2
Vitamina B9 - Ácido fólico	3,8	Carburo de silicio	2,4	Ciclohexan o	2,8
Loratadina	3,6	Argón	2,2	Etileno	2,8
Clorferinamina	3,6	Ácido nítrico	2,2	Propano	2,52
Vitamina E	3,4	Acido crómico	2,2	Estireno	2,4
Vitamina D	3,4	Cloro	2,2	Tolueno	2,4
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	Fosforo rojo	2,2	Ortoxileno	2,2
Ortoftalato de dioctilo	3,4	Manganeso	2,2	Acetileno	2,2
Cafeína	3,4	Nitrógeno	2,2		
		Oxido de estaño	2,2		
		Yodo	2,2		
		Cloruro de aluminio	2,2		
		Óxido nitroso	2,2		
		Peróxido de hidrógeno	2,2		
		Óxido de zinc	2,2		
		Ácido clorhídrico	2,2		
		Ácido sulfúrico	2,2		
		Bióxido de titanio	2,2		
		Oxígeno	2,2		

Elaboración: propia

Tabla 4. Priorización por movilidad 2009

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad
Vitamina A	4	Carburo de silicio	2,4	Hexano	3,2
Vitamina B9 - Ácido fólico	3,8	Ácido nítrico	2,2	Ciclohexano	2,8
Clorferinamina	3,6	Argón	2,2	Etileno	2,8
Loratadina	3,6	Acido crómico	2,2	Propano	2,5
Vitamina E	3,4	Cloro	2,2	Estireno	2,4
Vitamina D	3,4	Fosforo	2,2	Tolueno	2,4
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	Fosforo rojo	2,2	Benceno	2,4
Ortoftalato de dioctilo	3,4	Manganeso	2,2	Ortoxileno	2,2
Cafeína	3,4	Nitrógeno	2,2	Acetileno	2,2
		Oxido de estaño	2,2		
		Yodo	2,2		
		Cloruro de aluminio	2,2		
		Óxido nitroso	2,2		
		Peróxido de hidrógeno	2,2		
		Óxido de zinc	2,2		
		Ácido clorhídrico	2,2		
		Ácido sulfúrico	2,2		
		Bióxido de titanio	2,2		
		Oxígeno	2,2		

Elaboración: propia

Tabla 5. Priorización por movilidad 2010

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad
Vitamina A	4	Carburo de silicio	2,4	Hexano	3,2
Vitamina B9 - Ácido fólico	3,8	Oxido de manganeso	2,4	Propileno	3
Loratadina	3,6	Argón	2,2	Ciclohexano	2,8
Clorferinamina	3,6	Ácido nítrico	2,2	Etileno	2,8
Estradiol	3,6	Acido crómico	2,2	Propano	2,5
Aminas	3,4	Nitrógeno	2,2	Estireno	2,4
Vitamina E	3,4	Cloro	2,2	Tolueno	2,4
Vitamina D	3,4	Fosforo rojo	2,2	Benceno	2,4
Ortoftalato de dioctilo	3,4	Manganeso	2,2	Ortoxileno	2,2
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	Oxido de estaño	2,2	Acetileno	2,2
Cafeína	3,4	Yodo	2,2		
		Cloruro de aluminio	2,2		
		Óxido nitroso	2,2		
		Peróxido de hidrógeno	2,2		
		Ácido clorhídrico	2,2		
		Óxido de zinc	2,2		
		Ácido sulfúrico	2,2		
		Bióxido de titanio	2,2		
		Oxígeno	2,2		

Elaboración: propia

Tabla 6. Priorización por movilidad 2011

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad
Vitamina A	4	Carburo de silicio	2,4	Hexano	3,2
Vitamina B9 - Ácido fólico	3,8	Oxido de manganeso	2,4	Propileno	3
Clorferinamina	3,6	Ácido nítrico	2,2	Ciclohexano	2,8
Loratadina	3,6	Argón	2,2	Etileno	2,8
Estradiol	3,6	Nitrógeno	2,2	Gas propano	2,5
Vitamina E	3,4	Acido crómico	2,2	Estireno	2,4
Vitamina D	3,4	Cloro	2,2	Tolueno	2,4
Ortoftalato de dioctilo	3,4	Yodo	2,2	Benceno	2,4
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	Oxido de estaño	2,2	Ortoxileno	2,2
		Fosforo rojo	2,2	Acetileno	2,2
		Dióxido de manganeso natural	2,2		
		Manganeso	2,2		
		Peróxido de hidrógeno	2,2		
		Óxido nitroso	2,2		
		Cloruro de aluminio	2,2		
		Ácido clorhídrico	2,2		
		Óxido de zinc	2,2		
		Ácido sulfúrico	2,2		
		Bióxido de titanio	2,2		
		Oxígeno	2,2		

Elaboración: propia

Tabla 7. Priorización por movilidad 2012

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad	Sustancia	Factor de movilidad
Vitamina A	4	Carburo de silicio	2,4	Hexano	3,2
Vitamina B9 - Ácido fólico	3,8	Oxido de manganeso	2,4	Propileno	3
Clorferinamina	3,6	Argón	2,2	Ciclohexano	2,8
Loratadina	3,6	Nitrógeno	2,2	Etileno	2,8
Estradiol	3,6	Ácido nítrico	2,2	Gas propano	2,5
Aminas	3,4	Acido crómico	2,2	Estireno	2,4
Vitamina E	3,4	Cloro	2,2	Tolueno	2,4
Vitamina D	3,4	Dióxido de manganeso natural	2,2	Benceno	2,4
Ortoftalato de dioctilo	3,4	Fosforo rojo	2,2	Ortoxileno	2,2
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	Manganeso	2,2	Acetileno	2,2
Cafeína	3,4	Oxido de estaño	2,2		
		Yodo	2,2		
		Cloruro de aluminio	2,2		
		Óxido nitroso	2,2		
		Peróxido de hidrógeno	2,2		
		Ácido clorhídrico - muriático	2,2		
		Óxido de zinc	2,2		
		Ácido sulfúrico	2,2		
		Bióxido de titanio	2,2		
		Oxígeno	2,2		

Elaboración: propia

Para el año 2012 la sustancia con mayor factor de movilidad la Vitamina A, tiene el mayor número de establecimientos comerciales del grupo 1, el grupo 2 muestra parecido en las cifras de movilidad, mientras que en el número de establecimientos el oxígeno es el mayor junto con el bióxido de titanio y los ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico, se nota que estos son “commodities” muy importantes en las industrias y por ende un alta presencian en establecimientos. El hexano que es el que presenta un mayor factor de movilidad en el grupo 3 mientras que la de mayor consumo será el ortoxileno y el estireno. Como se ve en las siguientes tablas.

Tabla 8. Influencia de otras variables en las 10 sustancias priorizadas por movilidad para el grupo 1.

Sustancia	Factor de movilidad	Establecimientos	Consumo (Mg)	Áreas Metropolitanas	Sector Industrial
Vitamina A	4	62	122,889	9	11
Vitamina B9	3,8	18	8,241	7	5
Loratadina	3,6	8	0,0172	3	3
Estradiol	3,6	9	0,523	3	2
Clorferinamina	3,6	3	0,00610	4	3
Vitamina E	3,4	45	295,763	7	9
Vitamina D	3,4	30	33,119	7	5
Clorhidrato de fenilefrina	3,4	4	8,562	3	2
Ortoftalato de dioctilo	3,4	10	1,626	2	2
Cafeína	3,4	14	29,254	6	4

Elaboración: propia

Tabla 9. Influencia de otras variables en las 10 sustancias priorizadas por movilidad para el grupo 2.

Sustancia	Factor de movilidad	Establecimientos	Consumo (Mg)	Áreas metropolitanas	Sector Industrial
Carburo de silicio	2,4	5	244,342	2	5
Óxido de manganeso	2,4	6	543,391	3	5
Argón	2,2	55	227,623	7	17
Nitrógeno	2,2	59	6925,904	10	23
Ácido nítrico	2,2	61	191775,605	7	27
Ácido crómico	2,2	23	86,892	5	11
Cloro	2,2	20	5908,581	7	9
Dióxido de manganeso	2,2	3	329,562	0	0
Fósforo	2,2	4	5,994	3	4
Manganeso	2,2	3	23207,000	3	3
Oxido de estaño	2,2	5	18,893	5	5
Yodo	2,2	18	24,270	6	4
Cloruro de aluminio	2,2	8	208,023	3	2
Óxido nitroso	2,2	8	0,000	0	0
Peróxido de nitrógeno	2,2	68	11128,352	0	0
Ácido Clorhídrico	2,2	109	8334,890	10	30
Óxido de Zinc	2,2	108	3747,311	9	29
Ácido sulfúrico	2,2	125	51845,062	9	35
Dióxido de Titanio	2,2	133	4171,716	9	41
Oxígeno	2,2	195	14533,820	10	37

Elaboración: propia

Tabla 10. Influencia de otras variables en las 10 sustancias priorizadas por movilidad para el grupo 3

Sustancia	Factor de movilidad	Establecimientos	Consumo (Mg)	Áreas Metropolitanas	Sector Industrial
Hexano	3,20	9	1,05	5	6
Propileno	3,00	3	7,16	1	1
Ciclohexano	2,80	9	0,16	4	7
Etileno	2,80	3	307,73	2	2
Propano	2,51	18	2,68	0	0
Estireno	2,40	44	85077,06	7	18
Tolueno	2,40	34	31,37	9	15
Benceno	2,40	4	0,65	3	3
o-xileno	2,20	4	110522,89	3	3
Acetileno	2,20	93	1397,14	9	26

Elaboración: propia

La Tabla 11 muestra los peligros según el SGA de las principales sustancias priorizadas por movilidad y el elemento priorizado con su valor.

Tabla 11. Frases de peligro y propiedades de las sustancias priorizadas en los tres grupos.

Nombre	Formula M.	Elemento priorizado y su valor	Frases de Peligro (SGA)
<b>Vitamina A</b>	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O	Biota animal y vegetal con un valor de 5	H317 Puede provocar reacción cutánea alérgica. H319 Provoca irritación ocular grave H360 Puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto. H413 Puede ser nocivo para los

Nombre	Formula M.	Elemento priorizado y su valor	Frases de Peligro (SGA)
			organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
<b>Carburo de Silicio</b>	SiC	Agua con un valor de 5	
<b>Óxido de Manganeso</b>	MnO <sub>2</sub>	Agua con un valor de 5	H302 Nocivo en caso de ingestión H332 Nocivo si se inhala
<b>Ácido Sulfúrico</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Agua con un valor de 5	H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares
<b>Ácido nítrico</b>	HNO <sub>3</sub>	Agua con un valor de 5	H272 Puede agravar un incendio, comburente. H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
<b>Ácido Clorhídrico</b>	HCl	Agua con un valor de 5	H290 Puede ser corrosivo para los metales. H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. H335 Puede irritar las vías respiratorias.
<b>Hexano</b>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Agua, Biota animal y aire con un valor de 4	H225 Líquidos y vapores muy inflamables. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión de penetración en las vías respiratorias. H315 Provoca irritación cutánea. H336 Provoca somnolencia y vértigo. H361 Susceptible a perjudicar la fertilidad o dañar al feto. H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H411 Tóxico para organismos acuáticos efectos nocivos duraderos
<b>Estireno</b>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	Agua con un valor de 4	H226 Líquidos y vapores inflamables. H315 Provoca irritación cutánea. H319 Provoca irritación ocular grave.

Nombre	Formula M.	Elemento priorizado y su valor	Frases de Peligro (SGA)
			H332 Nocivo si se inhala. H361 Susceptible a perjudicar la fertilidad o dañar al feto. H372 Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas
<b>O-xileno</b>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	Agua con un Valor de 4	H226 Líquidos y vapores inflamables. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión de penetración en las vías respiratorias. H312 Nocivo en caso de contacto con la piel H332 Nocivo si se inhala H315 Provoca irritación cutánea. H319 Provoca irritación ocular grave. H335 Puede irritar las vías respiratorias. H412 Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir la capa de ozono en la atmósfera.

Elaboración: propia

## Conclusiones

Se logró plantear una metodología para la priorización de sustancias químicas de tal forma que se puede modificar para un elemento ambiental específico, dando así trabajo en diferentes áreas y listas priorizadas por movilidad de sustancias químicas en los elementos ambientales. Las estancias priorizadas en los tres grupos fueron la vitamina A, los pirofosfatos y el hexano para los grupos 1,2 y 3 respectivamente y el elemento ambiental por total de sustancias fue el agua, seguido de la biota vegetal, luego el suelo, biota animal y aire.

## Referencias

CEPIS/OPS. (1999). *Afinidad y movilidad de contaminantes en los elementos ambientales*

Chemspider Search and Share chemistry. (2015). *Chemspider Search and Share chemistry*. Obtenido de Chemspider Search and Share chemistry: <http://www.chemspider.com/>

López Arias, A., Suárez Medina, O. J., & C., H. M. (2012). *Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Bogotá, D. C). *Decreto 4741: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Diciembre 30 de 2005.

SIGMA-ALDRICH. (2015). <http://www.sigmaaldrich.com/us-export.html>. Obtenido de <http://www.sigmaaldrich.com/us-export.html>: <http://www.sigmaaldrich.com/us-export.html>



## Aprendizaje Ambiental Alternativo: Opciones para cambios de hábitos que promuevan la sostenibilidad

**Leonardo Emilio Calle Páez**

*Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia*

lecallep@unal.edu.co

### **Resumen**

La educación ambiental empezó a tener relevancia en las sociedades occidentales desde los años 70 y 80 del siglo pasado, cuando la problemática asociada con la contaminación y el manejo de los recursos adquirieron mayor importancia, en especial en los medios de comunicación. Sin embargo, el diseño e implementación de programas de educación ambiental se han hecho generalmente asociados con otros cursos de ciencias o biología, siguiendo metodologías de formación tradicional, transmitiendo algunos conocimientos sobre la dimensión ambiental, pero con modestos resultados en cambios culturales.

Una característica típica del modelo de formación tradicional ha sido la separación entre la teoría y la práctica, en especial cuando los objetivos de aprendizaje implican cambios de hábitos, apropiación de principios y criterios de valoración social, entre otros, que son de utilidad, en la transformación hacia sociedades sostenibles.

Para buscar mayores cambios en los resultados de las clases tradicionales, se han planteado diversos esquemas académicos que enfatizan la práctica y fomentan el aprendizaje directo de temáticas ambientales, que pretenden primero, que las personas sean cada vez más conscientes de sus pensamientos y sentimientos y cuestionen los hábitos culturales tradicionales, para que finalmente puedan proponer procesos y acciones alternativas.

El objetivo del presente trabajo es compartir la experiencia del autor, de alrededor de doce años en estas lides, e invitar a reflexionar sobre nuevas estrategias y acciones que promuevan el aprendizaje activo, como contribución de utilidad para el cambio cultural estructural que requiere la sociedad contemporánea.

Algunas lecciones aprendidas de esta experiencia demuestran la importancia de:

- El diálogo durante el aprendizaje.
- La lúdica como motivador.
- La necesaria medición de todas las acciones.
- La evaluación de impactos y su retroalimentación.
- La elaboración de propuestas para cambiar hábitos.
- La aplicación de lo aprendido en la cotidianidad.

**Palabras clave:** Educación ambiental, Aprendizaje activo, Evaluación del aprendizaje.

## Introducción

Uno de los retos más importantes de la educación, es lograr que los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas por los estudiantes, sean la base para su progreso personal y de la propia transformación de la sociedad a la que pertenecen. Sin embargo, en la experiencia del autor, los cursos en temas ambientales para personas diferentes a los estudiantes y profesionales del área suministran unos cuantos conocimientos a los asistentes y muy pocas competencias para lograr una transformación de los hábitos sociales de los participantes.

No obstante, la importancia de la educación ambiental en Colombia ha estado en la agenda de las instituciones educativas y ambientales del país desde antes de 1991, cuando la nueva Constitución Política, protocolizó la importancia de la dimensión ambiental para el desarrollo sostenible.

Surge entonces la pregunta: “¿Por qué la educación no ha sido efectiva, como principal movilizador social?”. Pero más que responder a esa pregunta en el sector ambiental, el autor ha venido planteando desde hace algunos años, la necesidad de desarrollar nuevas prácticas educativas, que privilegiando el aprendizaje sobre los procesos tradicionales de enseñanza (como la exposición magistral), promovieran en los estudiantes el interés en los objetos de estudio, su conexión con otros elementos de la vida de ellos y su reflexión y compromiso para desarrollar cambios en su cotidianidad. Esto es buena parte de los postulados del aprendizaje activo.

Las actividades de formación práctica, como las usadas en la formación de ingenieros, fueron los primeros ejercicios aplicados en talleres de sensibilización ambiental con comunidades. A continuación, se desarrollaron módulos ambientales para incorporar en cursos de formación de proyectos, en particular para gerentes y posteriormente, se prepararon y realizaron cursos cortos en la formación de pregrado y postgrado de profesionales no ambientales. En total, se cuenta con casi treinta experiencias de formación ambiental con diversa intensidad y nivel de sus participantes.

El presente trabajo, más que resumir la anterior experiencia y sus evaluaciones, ilustra un par de ejemplos de aprendizaje activo de temas ambientales, presenta algunas lecciones aprendidas en los diferentes cursos y promueve la reflexión sobre el cambio que se requiere para adoptar nuevas prácticas y hábitos, que promuevan la transformación social hacia una cultura cada vez más sostenible.

## Metodología

El proceso seguido, se basó principalmente en una metodología de ensayo y error. Desde el primer curso se vio la necesidad de contar con un instrumento previo y uno posterior para evaluar el nivel de apropiación de conocimientos de los participantes en cada uno de los cursos. Posteriormente se incluyó una pequeña encuesta semi-estructurada para determinar el grado de sensibilidad y compromiso de los asistentes con respecto a los temas tratados. Las evaluaciones realizadas sobre los resultados obtenidos en cada curso sirvieron para corregir los errores, proponer nuevos ejercicios y prácticas y potenciar los resultados positivos alcanzados.

En el trabajo se presentan dos ejemplos de especial significancia en los talleres: Uno sobre el análisis ambiental de procesos y la importancia del ciclo de vida de los materiales y el otro sobre las oportunidades de ahorro y reutilización del agua en el hogar. También se presentan algunas conclusiones sobre los talleres de uso de energía, el suelo, los alimentos, algunos aspectos bióticos y un ejercicio sobre la interacción social en las dinámicas ambientales, en especial sobre el uso de los recursos.

Para concluir y construir la reflexión que este trabajo, se usaron las evaluaciones sobre los cursos realizados y las recomendaciones dadas por los asistentes, los docentes y los monitores participantes.

## Resultados y discusión

Si bien los resultados de aprendizaje de los talleres son más altos que los que se obtienen por métodos tradicionales, quizás el principal avance en los resultados obtenidos por los procesos de aprendizaje activo, están basados en la sensibilización y eventual compromiso que adquieren los participantes, sobre los temas tratados en desarrollados en el curso.

### Conclusiones

Las principales conclusiones de la evaluación de la experiencia corresponden a las principales lecciones aprendidas:

- El diálogo durante el aprendizaje.
- La lúdica como motivador.
- La necesaria medición de todas las acciones.
- La evaluación de impactos y su retroalimentación.
- La elaboración de propuestas para cambiar hábitos.
- La aplicación de lo aprendido en la cotidianidad.

La invitación que finalmente se hace a los lectores del presente trabajo, es primero que todo, reflexionar sobre los métodos de aprendizaje más apropiados para que los participantes y estudiantes, puedan promover cambios estructurales en los hábitos y posteriormente, comprometerse con ellos.

### Referencias Bibliográficas

#### Textos:

Cárdenas, Juan Camilo; Ramos, Pablo Andrés. (2006). Manual de juegos económicos para el análisis del uso colectivo de los recursos naturales. Perú. Centro internacional de la papa - CIP, CONDESAN, REDACAPA, GTZ.

Leonard, Annie. (2010). La historia de las cosas: de cómo nuestra obsesión por las cosas está destruyendo el planeta, nuestras comunidades y nuestra salud. Y una visión de cambio. Bogotá. FCE.

### Materiales de trabajo (inéditos):

Bautista, S; Calle, L; Cusguen, L. (2014). Gerencia Ambiental. Materiales del curso. Forum – Universidad de la Sabana. Bogotá.

Calle, L. (2016). Prevención de la contaminación industrial – Materiales del curso. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Pardo Martha. (2014). Seminario – Taller de Gestión Ambiental. Materiales de curso. Universidad de la Salle. Sasaima.



## Hacia la Evaluación Sistémica del Impacto Ambiental

Ing. Leonel Vega Mora, MSc. PhD.<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

\* E-mail: [Lvegamura@unal.edu.co](mailto:Lvegamura@unal.edu.co)

### Resumen

La Evaluación Sistémica de Impacto Ambiental (ESIA) es una propuesta singular e innovadora para la protección del medio ambiente, la cual, mediante el diseño, desarrollo y utilización de herramientas sistemáticas adecuadas, permitirá dar un salto cualitativo tanto en los métodos de evaluación de impactos por parte de las empresas promotoras, como en los procesos de licenciamiento y seguimiento por parte de la autoridad ambiental.

Su implementación involucra el desarrollo de algunos elementos conceptuales básicos que permitirán racionalizar y ordenar la información ambiental, repensando y evolucionando las metodologías de evaluación de impacto, desde el enfoque incidental que las ha caracterizado, hacia un enfoque más integral y sistémico en el corto y mediano plazo, hasta vislumbrar la posibilidad de su desaparición total en el largo plazo, cuando el ordenamiento ambiental territorial esté totalmente desarrollado e integrado al ordenamiento público-institucional, económico y social de cada país.

El desarrollo e implementación de la metodología ESIA impone pensar en grandes e importantes cambios en la gestión ambiental:

En el corto y mediano plazo, se deberá avanzar en la formulación de una política ambiental nacional de carácter estatal, que oriente, dinamice y articule adecuadamente la gestión ambiental hacia:

- El ordenamiento ambiental del territorio,
- El fortalecimiento de la función de autoridad ambiental,
- La participación real de la sociedad civil y por supuesto,
- La evaluación sistémica del impacto ambiental.

En el largo plazo, se vislumbra una cultura ambiental empresarial que ha interiorizado la ESIA hasta el punto, que el proceso de licenciamiento ambiental en proyectos prototípicos por parte de la autoridad ambiental podría reducirse a un simple control para el aseguramiento del plan de manejo ambiental.

**Palabras clave:** Seguimiento, evaluación, impactos, gestión ambiental.

## Introducción

En Colombia, a pesar de los múltiples avances logrados al interior del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el proceso de licenciamiento ambiental, aún prevalecen problemas de tipo técnico y de gestión relacionados con: baja calidad de los Estudios Ambientales, baja capacidad institucional para ejercicio autoridad ambiental y, poca o ninguna participación de la sociedad civil [UN-PIGA, 2013].

La ESIA es una propuesta singular e innovadora para la protección del medio ambiente, que permitirá mejoras cualitativas en los métodos de evaluación de impactos y en los procesos de licenciamiento y seguimiento por parte de la autoridad ambiental.

## Metodología

El fundamento conceptual de la ESIA es el proceso de Parametrización Sistémica de la Dimensión Ambiental (Vega, 2011), que permite disponer de información ambiental debidamente recolectada, organizada, sistematizada, agregada y almacenada, a través de la Matriz de Estado-Presión-Gestión (EPG) (tabla 1) y su configuración indicativa en el tiempo mediante Líneas Base de Información Ambiental (LBIA) (figura 1).

Tabla 1. Matriz de Estado-Presión-Gestión (EPG)

DIMENSIÓN AMBIENTAL												
Medio Ambiente	Componentes	Sub Componentes	Estado Ambiental (E)			Presión Ambiental (P)			Gestión Ambiental (GA)			
			k cantidad	q calidad	y disponibilidad	d demanda	r riesgos	i impactos	GAP pública	GAE empresarial	GAC ciudadana	
ECOSISTEMA	Geológico	Geología regional y local	1E									
		Geomorfología	2E									
		Geotécnica	3E									
		Suelos	4k	4q	4y	4d	4r	4i				
		Recursos Naturales No Renovables (RNNR)	5k	5q	5y	5d	5r	5i				
		Aguas superficiales	6k	6q	6y	6d	6r	6i				
		Aguas subterráneas	7k	7q	7y	7d	7r	7i				
		Clima	8E									
		Aire	9E									
		Ruido	10E									
MEDIO BIÓTICO	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	11k	11q	11y	11d	11r	11i				
		Fauna terrestre	12k	12q	12y	12d	12r	12i				
		Flora acuática	13k	13q	13y	13d	13r	13i				
		Fauna acuática	14k	14q	14y	14d	14r	14i				
MEDIO PÚBLICO	Componente público - institucional	Marco institucional para la gestión pública	15E									
		Marco institucional para la gestión ambiental	16E									
	Componente público - espacial	Espacio público en asentamientos urbanos y rurales	17E					17g				
		Infraestructura de vías y transporte	18E									
		Servicios públicos	19E									
		Servicios sociales	20E									
		Pobos y tendencias de desarrollo territorial	21E									
		Estructura de la propiedad	24E									
		Estructura productiva	25E									
		Estructura comercial	24E									
Medio laboral	25E											
MEDIO ECONÓMICO	Componente económico	Pobos y tendencias de desarrollo sectorial	26E									
		Caracterización demográfica grupos poblacionales	27E									
		Dinámica de poblamiento y tendencias demográficas	28E									
		Nivel de vida de la población	29E									
MEDIO SOCIAL	Componente político y de participación	Aspectos políticos, organización comunitaria y mecanismos de participación	30E									
		Percepción social del sector, subsector, programa o proyecto	31E									
		Mundo Simbólico o Imaginario Social, Patrimonio Arqueológico	32E									

Fuente: Vega, 2011

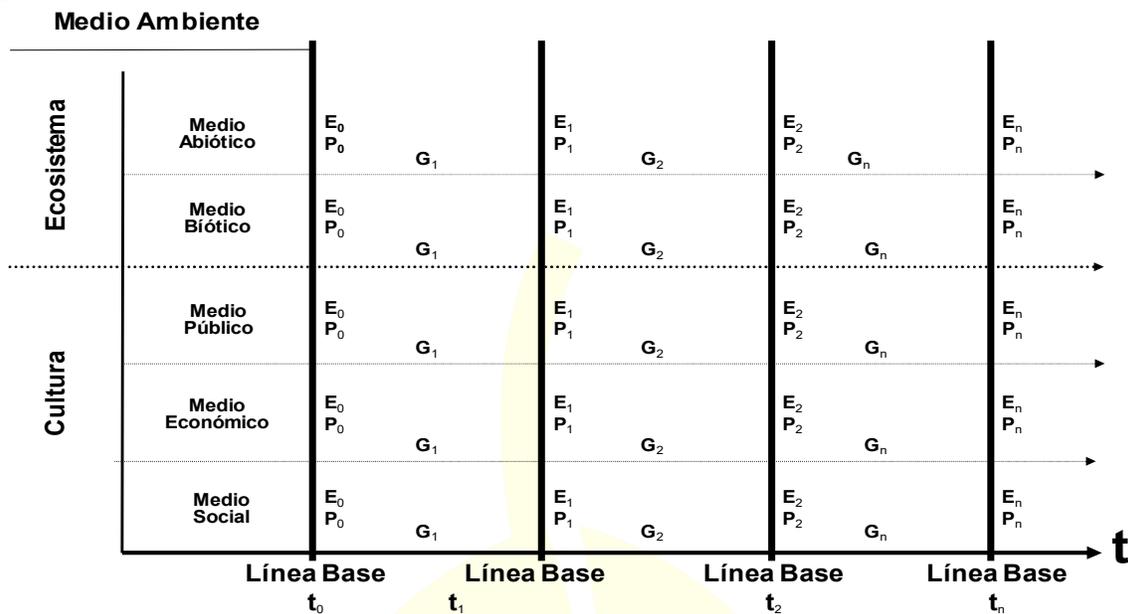


Figura 1. Líneas Base de Información Ambiental (LBIA). Fuente: Vega, 2011

Conceptualmente, la ESIA no es más que la diferencia entre las condiciones con proyecto y sin proyecto de la Matriz EPG, o lo que es lo mismo, la diferencia entre las líneas base de la condición con proyecto y sin proyecto, como se muestra en la siguiente ecuación (1) y se esquematiza en la figura 2.

$$ESIA = \text{Matriz EPG}_{cp} - \text{Matriz EPG}_{sp} \quad (1)$$

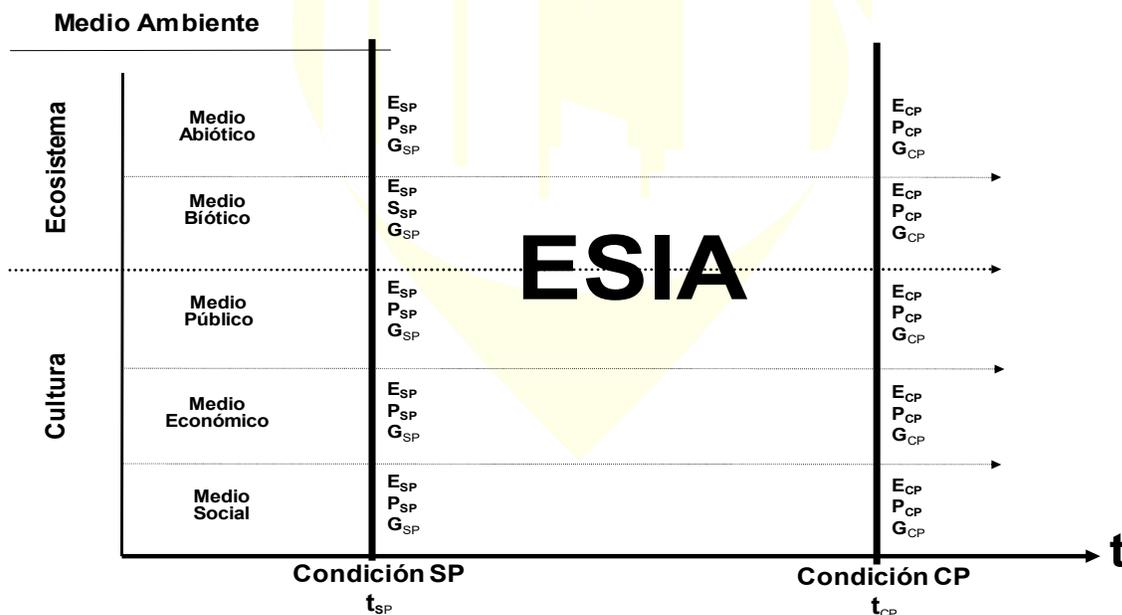


Figura 2. ESIA como diferencia de líneas base (cp – sp). Fuente: el autor.

Teóricamente, el Impacto Ambiental Total (**IAT**) de un proyecto o alternativa (**k**) se determina mediante la ecuación (2) [Conesa 2010]:

$$IAT_k = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot V_i \quad (2)$$

Donde:

$P_i$  = Importancia Ambiental Ponderada. Varía entre (0–1000)

$|V_i|$  = Valor Impacto Neto recibido ( $\pm 1$ ). Se calcula mediante ecuación (3):

$$|V_i| = \left[ \frac{|I_i|}{\text{máx}(|I_i|)} \cdot (EAN_i)^2 \right]^{1/3} \quad (3)$$

Donde:

$I_i$  = Importancia intrínseca se calcula mediante la ecuación (4)

$$I_{ij} = NA_{ij} (3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PS_{ij} + PR_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + CF_{ij} + RC_{ij}) \quad (4)$$

Con la ayuda de un panel de expertos.

$EAN_i$  = Índice de Estado Ambiental Neto. Se calcula con ecuación (4)

$$EAN_i = f(\Delta M_i) = f(M_{cp_i} - M_{sp_i}) \quad (5)$$

Donde:

$(M_{sp_i})$  = Magnitud dimensional en condición Sin Proyecto

$(M_{cp_i})$  = Magnitud dimensional en condición Con Proyecto

$f(M_i)$  = Función de Transformación a unidades adimensionales

Para implementar este marco teórico se diseña la “**matriz de marco lógico**”, que permite calcular de manera integral y sistémica el valor del impacto sobre cada factor ambiental y el generado por cada acción sobre el medio ambiente (ver Tabla 2).

Tabla 2. Matriz de marco lógico para el desarrollo de la ESIA

Factores Ambientales	Msp	P [0-1000]	ACCIONES DEL PROYECTO (ALTERNATIVA k)			Valoración Cualitativa DETERIORO Y/O MEJORAMIENTO AMBIENTAL	Funciones de Transformación EA = f(M)	Valoración Cuantitativa VALOR IMPACTO TOTAL SOBRE CADA FACTOR
			A <sub>i</sub>	A <sub>j</sub>	A <sub>m</sub>			
F <sub>1</sub>	Msp <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$I_{11}$	$I_{1j}$	$I_{1m}$	$I_1 = \frac{P_1}{1000} \cdot \sum_{j=1}^{j=m} I_{1j}$	$EAN_1 = f(Mcp_1 - Msp_1)$	$ V_1  = \left[ \frac{ I_1 }{\max I_1 } \cdot (EAN_1)^2 \right]^{2/3}$
			$Mcp_{11}$	$Mcp_{1j}$	$Mcp_{1m}$	$Mcp_1 = \sum_{j=1}^{j=m} Mcp_{1j}$		
			$ V_{11}  = \left[ \frac{ I_{11} }{\max I_{1j} } \cdot (EAN_{11})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{1j}  = \left[ \frac{ I_{1j} }{\max I_{1j} } \cdot (EAN_{1j})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{1m}  = \left[ \frac{ I_{1m} }{\max I_{1j} } \cdot (EAN_{1m})^2 \right]^{2/3}$			
F <sub>i</sub>	Msp <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	$I_{i1}$	$I_{ij}$	$I_{im}$	$I_i = \frac{P_i}{1000} \cdot \sum_{j=1}^{j=m} I_{ij}$	$EAN_i = f(Mcp_i - Msp_i)$	$ V_i  = \left[ \frac{ I_i }{\max I_i } \cdot (EAN_i)^2 \right]^{2/3}$
			$Mcp_{i1}$	$Mcp_{ij}$	$Mcp_{im}$	$Mcp_i = \sum_{j=1}^{j=m} Mcp_{ij}$		
			$ V_{i1}  = \left[ \frac{ I_{i1} }{\max I_{ij} } \cdot (EAN_{i1})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{ij}  = \left[ \frac{ I_{ij} }{\max I_{ij} } \cdot (EAN_{ij})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{im}  = \left[ \frac{ I_{im} }{\max I_{ij} } \cdot (EAN_{im})^2 \right]^{2/3}$			
F <sub>n</sub>	Msp <sub>n</sub>	P <sub>n</sub>	$I_{n1}$	$I_{nj}$	$I_{nm}$	$I_n = \frac{P_n}{1000} \cdot \sum_{j=1}^{j=m} I_{nj}$	$EAN_n = f(Mcp_n - Msp_n)$	$ V_n  = \left[ \frac{ I_n }{\max I_n } \cdot (EAN_n)^2 \right]^{2/3}$
			$Mcp_{n1}$	$Mcp_{nj}$	$Mcp_{nm}$	$Mcp_n = \sum_{j=1}^{j=m} Mcp_{nj}$		
			$ V_{n1}  = \left[ \frac{ I_{n1} }{\max I_{nj} } \cdot (EAN_{n1})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{nj}  = \left[ \frac{ I_{nj} }{\max I_{nj} } \cdot (EAN_{nj})^2 \right]^{2/3}$	$ V_{nm}  = \left[ \frac{ I_{nm} }{\max I_{nj} } \cdot (EAN_{nm})^2 \right]^{2/3}$			
Valoración Cualitativa AGRESIVIDAD Y/O BONDAD DE CADA ACCIÓN			$I_{A1} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot I_{i1}$	$I_{Aj} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot I_{ij}$	$I_{Am} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot I_{im}$			
Valoración Cuantitativa IMPACTO AMBIENTAL POR CADA ACCIÓN Y TOTAL			$IA_1 = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot V_{i1}$	$IA_j = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot V_{ij}$	$IA_m = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot V_{im}$		$IAT_k = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot V_i$	

Fuente: El Autor

En la Figura 3 se esquematiza el diagrama de procesos que involucra el desarrollo de la metodología ESIA.

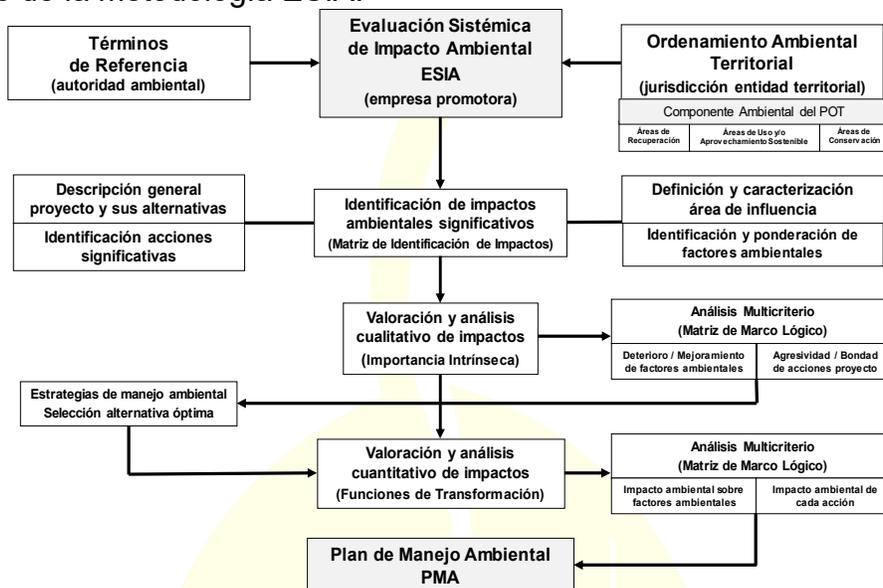


Figura 3. Diagrama de procesos metodología ESIA. Fuente: el autor.

Su desarrollo real estará íntimamente ligado al proceso de licenciamiento ambiental adelantado por la autoridad ambiental, como se muestra en la Figura 4.

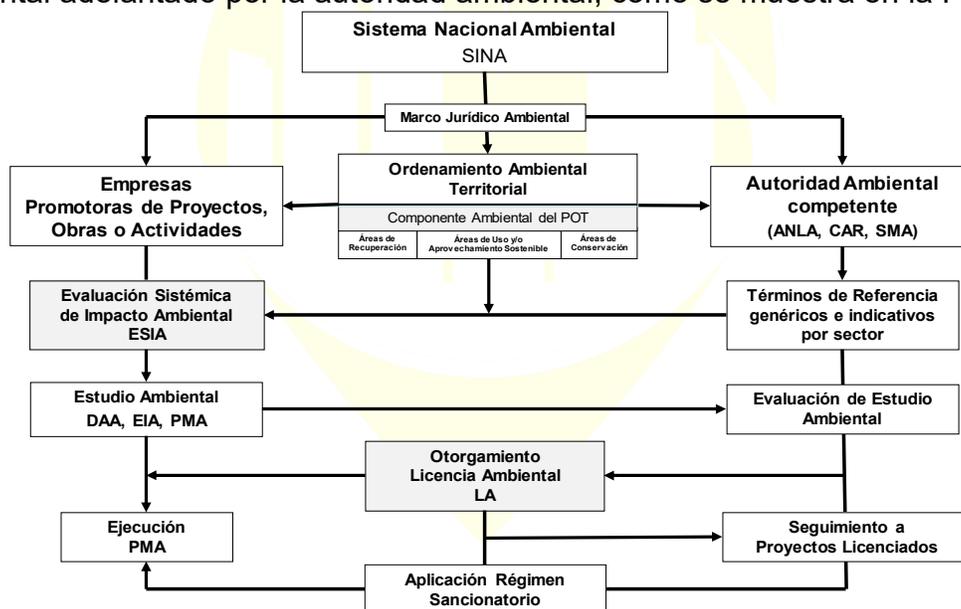


Figura 4. El licenciamiento ambiental bajo el enfoque ESIA. Fuente: el autor. A efectos prácticos, la metodología ESIA se focalizará fundamentalmente en las fases de prefactibilidad y factibilidad como se muestra esquemáticamente en la Tabla 3.

Tabla 3. Metodología ESIA

FASES CICLO PROYECTO	PROCESOS ESIA	ACCIONES	ACTIVIDADES	PRODUCTOS		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y SUS ALTERNATIVAS	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y SUS ALTERNATIVAS	Descripción general del proyecto	Reunión Técnico de Proyecto (definición, localización, caracterización general, marco legal)	Documento breve		
		Identificación y caracterización de Acciones (5)	A partir de Diagrama de Proceso, realizar listado por acción, opción, localización en área de influencia, caracterización, dimensionamiento	Documento y cartografía		
		Definición área de influencia	Identificación y delimitación del área de influencia	Cartografía		
		DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Mapa Matriz EPO de influencia ambiental	Mapa Matriz EPO de influencia ambiental	Mapa Matriz EPO. Base de Datos EPO del Proyecto y su Área de Influencia	
			Agrupación, definición y diseño de incidencias ambientales	Agrupación, definición y diseño de incidencias ambientales		
		IDENTIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE IMPACTOS	Identificación y previsión de impactos	Identificación y previsión de impactos	Tabla de acciones (5) para la condición CON PROYECTO y SIN PROYECTO	
			Importancia intrínseca de impactos	Importancia intrínseca de impactos	Tabla de Factores Ambientales Ponderados	
		VALORACIÓN Y ANÁLISIS CUALITATIVO DE IMPACTOS (Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA)	Identificación y previsión de impactos	Identificación y previsión de impactos	Tabla de identificación de impactos	
			Caracterización de importancia intrínseca	Caracterización de importancia intrínseca de impactos	Matriz de caracterización de importancia intrínseca	
		PREFACTIBILIDAD Evaluación de Alternativas Selección de Alternativa óptima	Selección de Alternativa óptima	Selección de Alternativa óptima	Matriz de importancia	Gráficos y Documento de Análisis Cualitativo
Definición Estrategias de Manejo Ambiental	Estrategias de Manejo Ambiental		Definición Estrategias de Manejo Ambiental que contenga el detalle sobre cada Factor Ambiental (para cada alternativa)	Matriz de Impacto Ambiental de las Estrategias de Manejo Ambiental		
DEFINICIÓN ESTRATEGIAS DE MANEJO Y SELECCIÓN ALTERNATIVA ÓPTIMA	DEFINICIÓN ESTRATEGIAS DE MANEJO Y SELECCIÓN ALTERNATIVA ÓPTIMA	Estrategias de Gestión del Riesgo	Validación y análisis cualitativo de impactos a las Estrategias de Manejo Ambiental definidas	Gráficos que demuestren el CONTROL TOTAL de distorsiones y agresividades		
		Estrategias de Monitoreo y Seguimiento Ambiental	Evaluación y análisis de riesgo (mapa de riesgo)			
		Estudios Complementarios requeridos	Lineamientos Plan Contingencia			
		Comparación de Alternativas	Lineamientos de monitoreo y seguimiento ambiental	Alternativa óptima seleccionada		
		VALORACIÓN CUANTITATIVA DIMENSIONAL	Valoración Cuantitativa Dimensional	Otras estudios técnicas requeridas		
			Valoración Cuantitativa Adimensional	Análisis multicriterio		
		VALORACIÓN Y ANÁLISIS CUANTITATIVO DE IMPACTOS (Estudio de Impacto Ambiental - EIA)	Valoración Cuantitativa Adimensional	Caracterización dimensional de Factores Ambientales (línea base individual)		
			Valoración Cuantitativa Total	Definición y agregación de magnitudes con proyecto (Mg) sobre cada Factor Ambiental	Matriz de Importancia - Magnitud	
		FACTIBILIDAD Datos Básicos de Ingeniería	FACTIBILIDAD Datos Básicos de Ingeniería	Valoración Cuantitativa Total	Funciones de Transformación, Definición Índice de Estado Ambiental: $EA = f(N) \rightarrow [0 - 1]$	Matriz de Impacto Ambiental Total
				Programas de Manejo Ambiental	Estado Ambiental Base: $EAB = EExp - EAm$	
Programa de Inversión del 1%	Valor del Impacto sobre cada Factor Ambiental: $VI = f(I), EAU$			Gráficos y Documento de Análisis Cuantitativo		
Programa de Gestión del Riesgo	Impacto Ambiental Total: $IAE = f(P, V)$					
Programa de Desmantelamiento y Abandono	Análisis Cuantitativo Total: $IAE = E P, V$			Matriz de Impacto Ambiental de las Medidas de Control		
Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental	Definición Medidas de Control que prevengan, mitiguen, eviten y/o compensen el impacto sobre cada Factor Ambiental considerado					
Programa de Inversión	Definición Medidas de Control que prevengan, mitiguen, eviten y/o compensen el impacto de cada Acción sobre el medio ambiente			Gráficos que demuestren el CONTROL TOTAL de impactos		
Ejecución Programas del Plan de Manejo Ambiental	Validación y análisis cuantitativo de impactos ambientales a las Medidas de Control definidas					
Ejercicio Programa Monitoreo y Seguimiento	Programa de Inversión del 1%			Programa de Inversión del 1%		
CONSTRUCCIÓN/ EXPLORACIÓN OPERACIÓN Y/O EXPLOTACIÓN	CONSTRUCCIÓN/ EXPLORACIÓN OPERACIÓN Y/O EXPLOTACIÓN			Ejecución Programa Monitoreo y Seguimiento	Programa de Compensación por Pérdida de Biodiversidad	PMA formulado
			Programa de Gestión del Riesgo			
			Programa de Desmantelamiento y Abandono			
			Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental			
			Programa de Inversión			
			Ejecución Programas del Plan de Manejo Ambiental	Plan de Manejo Ambiental ejecutado		
			Monitoreo y seguimiento al PMA	Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental ejecutado		
			Monitoreo y seguimiento al estado y presión ambiental del área de influencia			

Fuente: El Autor

## Algunas experiencias con la metodología ESIA



Figura 5. Proyecto Canal del Dique

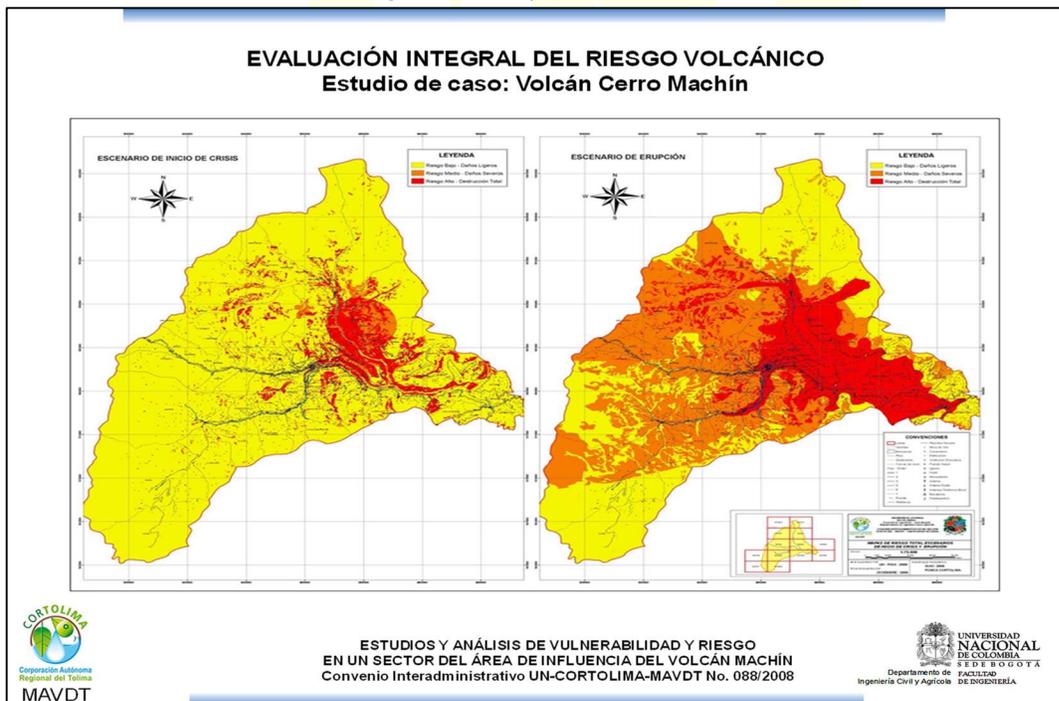


Figura 6. Proyecto Volcán Machín

**EVALUACIÓN SISTÉMICA DE IMPACTO AMBIENTAL  
 A ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL  
 EN LA REGIÓN DE LA MOJANA**



ESTUDIOS, ANALISIS Y RECOMENDACIONES PARA EL ORDENAMIENTO  
 AMBIENTAL Y EL DESARROLLO TERRITORIAL DE LA MOJANA  
 Convenio Interadministrativo UN-DNP No. 336/2011



Figura 7. Proyecto La Mojana

## Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo e implementación de la metodología ESIA impone pensar en grandes e importantes cambios en la gestión ambiental:

En el corto y mediano plazo, se deberá avanzar en la formulación de una política ambiental nacional de carácter estatal, que oriente, dinamice y articule adecuadamente la gestión ambiental hacia:

- El ordenamiento ambiental del territorio,
- El fortalecimiento de la función de autoridad ambiental,
- La participación real de la sociedad civil y por supuesto,
- La evaluación sistémica del impacto ambiental.

En el largo plazo, se vislumbra una cultura ambiental empresarial que ha interiorizado la ESIA hasta el punto, que el proceso de licenciamiento ambiental en

proyectos prototípicos por parte de la autoridad ambiental podría reducirse a un simple control para el aseguramiento del plan de manejo ambiental.

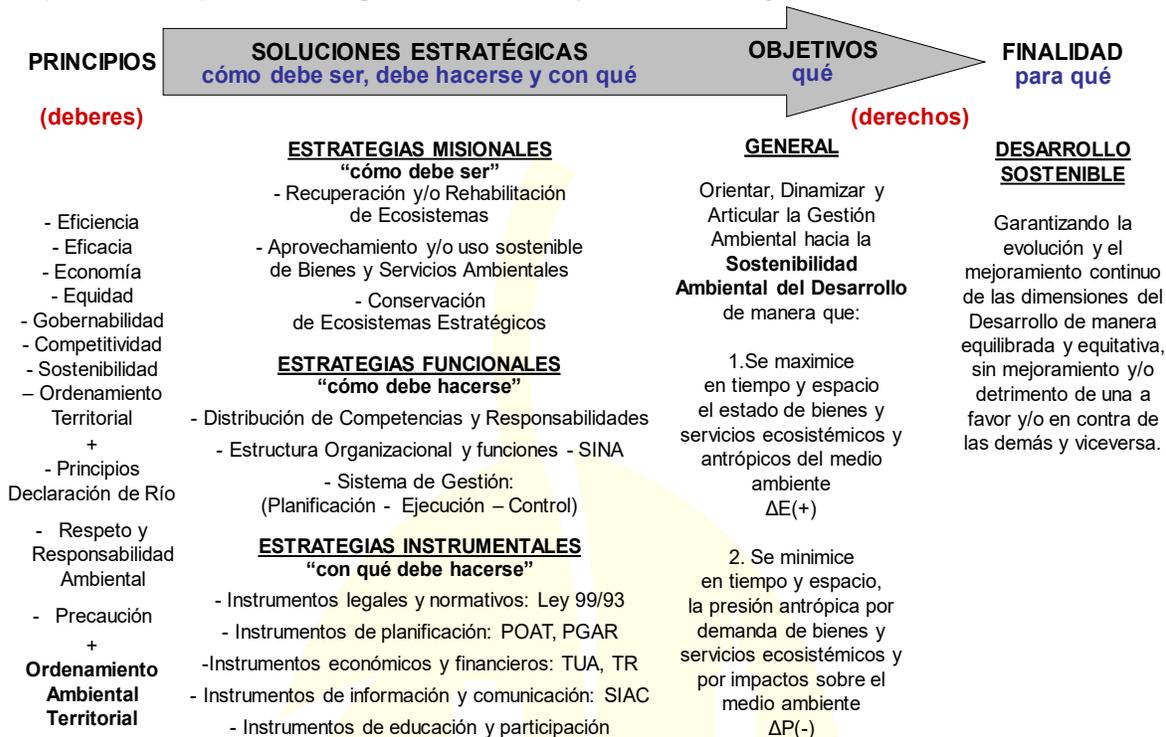


Figura 8. Política ambiental nacional de carácter estatal. Fuente: el autor.

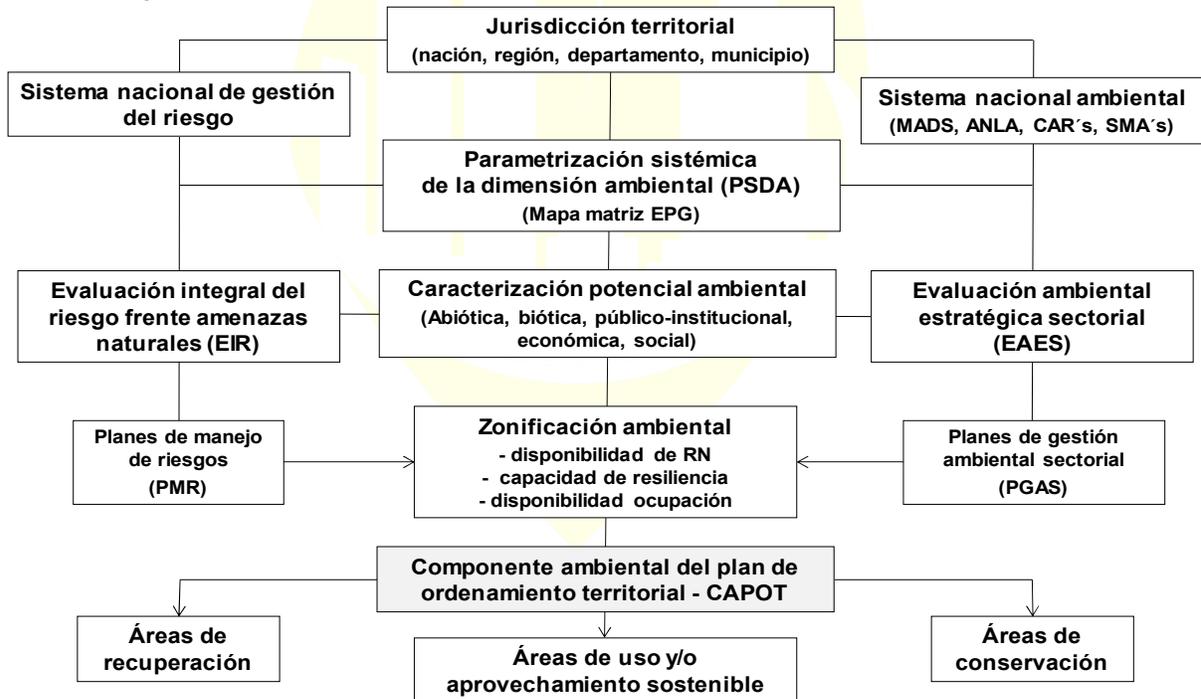


Figura 9. Esquema de ordenamiento ambiental del territorio propuesto. Fuente: el autor.

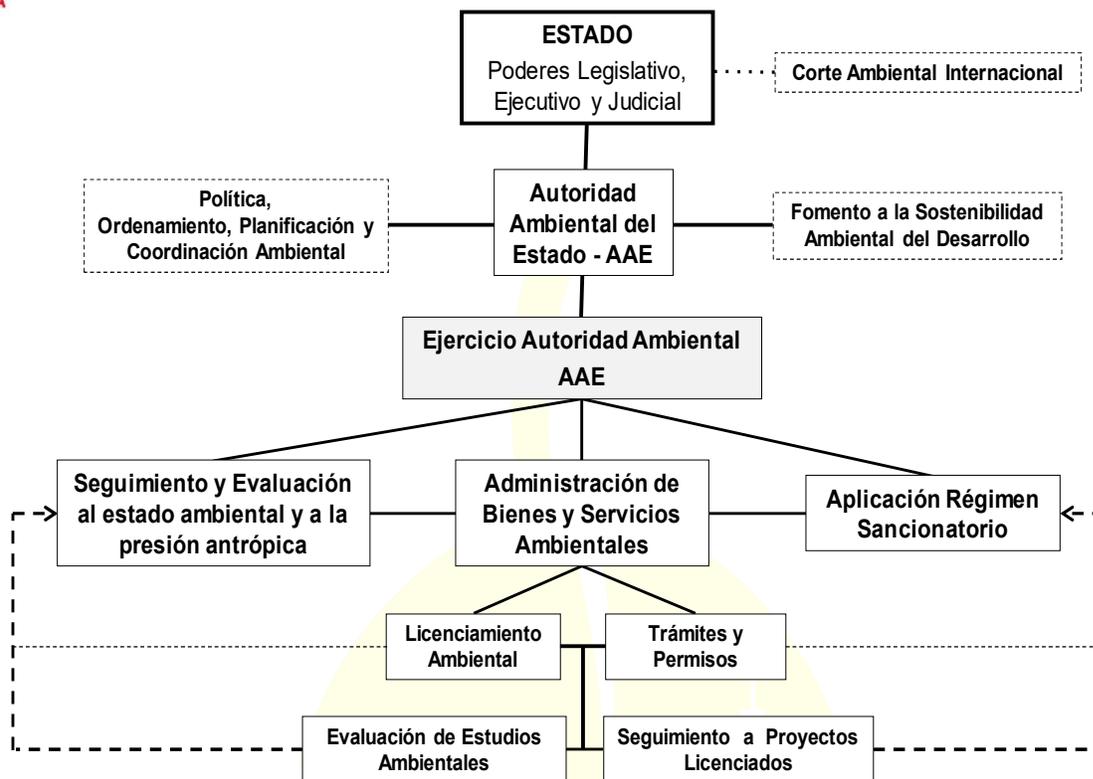


Figura 10. Estructura jurisdiccional propuesta para la Autoridad Ambiental del Estado – AAE. Fuente: el autor.

### Referencias bibliográficas

Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4a ed. Madrid: Mundi Prensa.

UN-PIGA. (2013). Lineamientos y recomendaciones generales para el mejoramiento de la evaluación de impacto ambiental en Colombia. Convenio Interadministrativo UN-MADS No. 033/2013. Bogotá.

Vega, L. (2005). Hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. IDEA. ECOE Ediciones. Bogotá.

Vega, L. (2011). Toward the systemic parameterization of the environmental dimension. Revista Ingeniería e Investigación. Vol. 31, n.º 1, 242-253.

Vega, L. (2017). La Dimensión Ambiental del Desarrollo. ECOE Ediciones. Colección Ciencias Naturales. Área Ecología y Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

## Influencia de actividades humanas en la contaminación del aire por SO<sub>2</sub> en Manizales, Colombia

Andrea Cuesta<sup>a</sup>, Beatriz Aristizábal<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Manizales, Colombia

\*E-mail: [bharistizabalz@unal.edu.co](mailto:bharistizabalz@unal.edu.co)

### Resumen

Se evidenció la influencia de la actividad industrial y el tráfico vehicular en los niveles del contaminante dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente de Manizales, Colombia, a partir del uso de técnicas de monitoreo automático y monitoreo pasivo, entre los años 2014 y 2016. Ambas técnicas de medición permitieron establecer la variación espacial y temporal del contaminante SO<sub>2</sub> en el aire ambiente de Manizales, encontrándose la más alta concentración de SO<sub>2</sub> (9.8 µg·m<sup>-3</sup>) en la zona industrial al sureste de la ciudad. La variación temporal se midió de forma continua en el centro administrativo y comercial de Manizales, y se encontró que en promedio y a lo largo del día, las mayores concentraciones se presentan a las 7:39 am ± 37 min (4.38 µg·m<sup>-3</sup> ± 2.26) y a las 8:13 pm ± 67 min (5.09 µg·m<sup>-3</sup> ± 3.92). Las menores concentraciones del contaminante se evidenciaron en horas de medio día y en la madrugada. La variación espacial y temporal de SO<sub>2</sub> se asoció con la dinámica de las fuentes antropogénicas de emisiones del contaminante (vehículos e industria), y con la influencia de las condiciones meteorológicas locales.

**Palabras clave:** dióxido de azufre, actividades antropogénicas, monitoreo automático, monitoreo pasivo.

### Introducción

La mala calidad del aire es una problemática que ha incentivado la toma de acciones a nivel global, siendo las actividades humanas su causa principal (Vallero, 2014).

Entre los contaminantes indicadores de calidad del aire se encuentra el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), por sus efectos nocivos en el medio ambiente y la salud

humana (EPA, 2015). El SO<sub>2</sub> es producido por actividades antropogénicas como la quema de combustibles fósiles y la transformación industrial de compuestos azufrados. Los volcanes activos también son fuentes de SO<sub>2</sub>, aunque en menor proporción respecto a las fuentes antropogénicas.

Para estimar el impacto de las emisiones de SO<sub>2</sub>, es necesario el monitoreo de concentraciones en aire, que es el primer paso hacia la mitigación de la contaminación, permite analizar la influencia de fuentes, y contribuye a la toma de decisiones gubernamentales (BVSDE, 2016).

Las principales técnicas para medir concentraciones de SO<sub>2</sub> son el monitoreo automático y el monitoreo pasivo. El primero permite conocer concentraciones en pequeñas fracciones de tiempo (minutos), y es el método usado para verificar el cumplimiento de estándares de calidad del aire. El monitoreo pasivo cubre grandes requerimientos espaciales de muestreo y permite conocer concentraciones en periodos más largos (semanas o meses) (Tiwary&Colls, 2010).

El monitoreo de SO<sub>2</sub> en Manizales (368.000 hab.) se justifica debido a la convergencia de fuentes de emisiones antropogénicas y naturales: vehículos motorizados, industria y el volcán activo Nevado del Ruiz (localizado a 28 km de Manizales) (González & Aristizábal, 2012).

En este trabajo se busca conocer la dinámica de concentraciones de SO<sub>2</sub> y el impacto de fuentes de emisiones antropogénicas y naturales, en los niveles del contaminante en el aire de Manizales, a partir de técnicas de monitoreo automático y monitoreo pasivo.

## Metodología

### Monitoreo automático

Operación de un analizador automático que permite conocer la distribución temporal de concentraciones de SO<sub>2</sub> en unidades de  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , gracias a continuas mediciones de muestras de aire cada 5 minutos. El monitoreo automático se realizó desde Julio de 2014 hasta septiembre de 2015, en el sector administrativo más importante de Manizales, con influencia de emisiones vehiculares de SO<sub>2</sub>.

## Monitoreo pasivo

Ejecución de 3 campañas de monitoreo empleando muestreadores pasivos que permiten establecer la distribución espacial de concentraciones promedio mensuales de SO<sub>2</sub> en µg·m<sup>-3</sup>, gracias a que los muestreadores se distribuyeron en 12 puntos de la ciudad, abarcando zonas industriales, comerciales, residenciales y zona rural (Tabla 1). Las 3 campañas, con una duración de 4 semanas cada una, se ejecutaron entre los años 2015 y 2016. Después de la exposición de los muestreadores (4 semanas), estos se envían al proveedor en Estados Unidos, para ser analizados mediante cromatografía iónica.

Tabla 1. Puntos de monitoreo pasivo

Punto de Monitoreo Pasivo		Tipo de Zona	Principal Fuente de Influencia	Ubicación	Altitud (m.s.n.m.)	Distancia al Volcán (km)
ID	Lugar					
<b>Área rural</b>						
<b>P1</b>	La Fonda	Rural	Volcán Nevado del Ruíz	4°52'11.1"N 75°24'7.3"W	3647	9.36
<b>P2</b>	Hostal La Laguna	Rural	Volcán Nevado del Ruíz	4°55'53.8"N 75°28'1.4"W	2350	17.71
<b>P3</b>	Hacienda Termales	Rural	Volcán Nevado del Ruíz	4°58'3.2"N 75°31'27.6"W	3661	11.40
<b>Área urbana</b>						
<b>P4</b>	Piamonte	Residencia l norte	Tráfico vehicular alto	5°1'47.0"N 75°28'18"W	2087	28.75
<b>P5</b>	S.G.C.	Comercial noroeste	Tráfico vehicular alto	5°4'17.4"N 75°28'35.4"W	2219	29.52

Punto de Monitoreo Pasivo		Tipo de Zona	Principal Fuente de Influencia	Ubicación	Altitud (m.s.n.m.)	Distancia al Volcán (km)
ID	Lugar					
P6	S.C.A.	Comercial noroeste	Tráfico vehicular alto	5°4'7.7"N 75°30'44.6"W	2161	28.77
P7	Gobernación	Comercial noroeste	Tráfico vehicular alto	5°4'6.5"N 75°31'1.7"W	2258	29.42
P8	Palogrande	Residencia I centro	Tráfico vehicular medio	5°3'22.4"N 75°29'31.3"W	2154	26.69
P9	Terminal	Residencia I suroeste	Tráfico vehicular alto	5°3'2.5"N 75°30'25.2"W	1893	26.61
P10	Niza	Semi-residencial este	Parque industrial	5°3'5.3"N 75°28'35.4"W	2251	25.03
P11	Nubia	Residencia I sureste	Tráfico vehicular bajo	5°1'47.0"N 75°28'18"W	2091	22.49
P12	Policía Maltería	Industrial sureste	Parque industrial	5°2'11.4"N 75°25'51.5"W	2325	21.2

## Resultados y discusión

A partir del monitoreo pasivo se encontró en promedio, la mayor concentración de SO<sub>2</sub> en el sector industrial de Manizales, influenciado por emisiones de procesos que involucran quema de combustibles fósiles. Las instalaciones industriales del sector realizan actividades de metalurgia, curtiembre y procesamiento de alimentos. La Figura 1 muestra las concentraciones promedio de SO<sub>2</sub>, obtenidas a partir de las 3 campañas de monitoreo (mín.: 4.1 µg·m<sup>-3</sup>, máx.: 9.81 µg·m<sup>-3</sup>, promedio: 5.7 µg·m<sup>-3</sup>).

Debido a su cercanía al volcán Nevado del Ruíz, altas concentraciones de SO<sub>2</sub> también se registraron en el área rural. Allí el flujo vehicular y los asentamientos humanos son mínimos, por lo que las concentraciones de SO<sub>2</sub> se atribuyen a las

emisiones volcánicas. Durante los periodos de ejecución de las campañas, la dirección del viento favoreció la dispersión de la pluma en la dirección NO y SO, coincidiendo con la ubicación de los muestreadores del área rural.

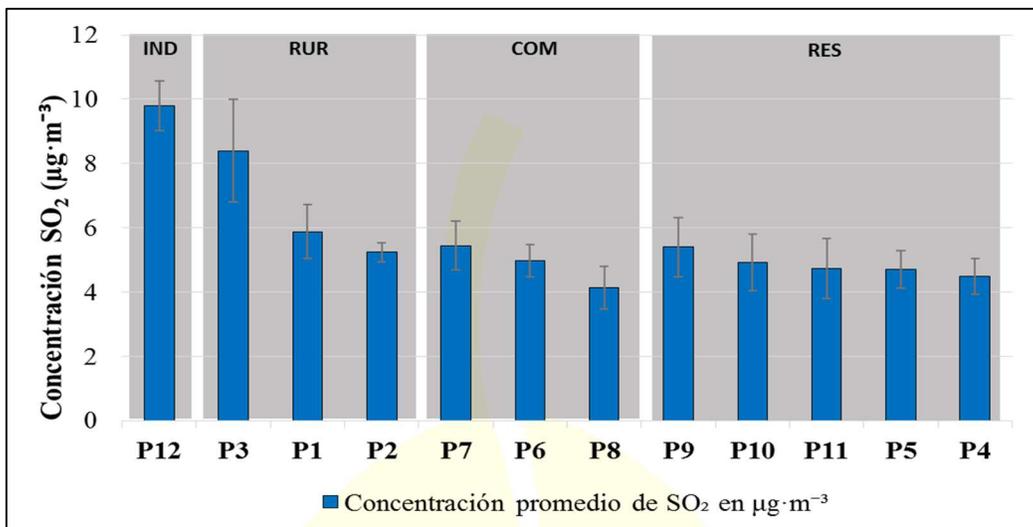


Figura 1. Distribución espacial concentraciones de SO<sub>2</sub> en Manizales. Sectores: IND: Industrial, RUR: Rural, COM: Comercial, RES: Residencial.

Durante el ciclo diurno, se encontró un comportamiento bimodal de las concentraciones de SO<sub>2</sub> (Figura 2), con dos picos a las 7:39 am ±37 min de 4.38 µg·m<sup>-3</sup> ±2.26, y a las 8:13 pm ±67 min de 5.09 µg·m<sup>-3</sup> ±3.92. Las más altas concentraciones coinciden con momentos de alto flujo vehicular, asociado con las dinámicas de la ciudad. Sin embargo, las menores concentraciones se midieron a medio día, momento de alto flujo vehicular, lo cual podría asociarse con el comportamiento de la capa de mezcla, cuya altura máxima tiene lugar entre 11:00 am y 2:00 pm, favoreciendo la dispersión de contaminantes.

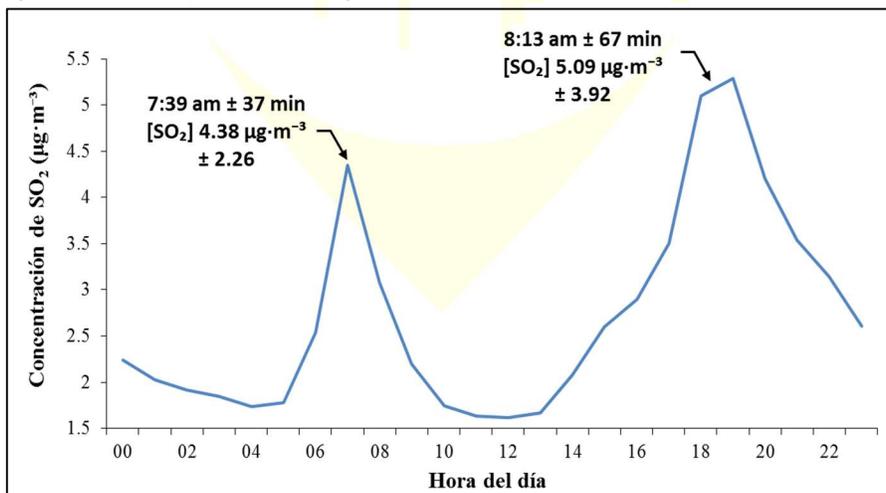


Figura 2. Distribución temporal concentraciones de SO<sub>2</sub> en Manizales

## Conclusiones

Las técnicas de monitoreo automático y monitoreo pasivo se emplearon satisfactoriamente y por primera vez, para establecer la distribución espacial y temporal de las concentraciones de SO<sub>2</sub> en Manizales, lo que permite identificar zonas y momentos del día de mayor exposición para la población. Se evidenció una importante influencia de las fuentes de emisiones antropogénicas, principalmente el sector industrial, donde se midieron los niveles más altos de SO<sub>2</sub>.

### Referencias bibliográficas

BVSDE. (09 de 12 de 2016). Introducción al monitoreo atmosférico. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/intromon/intromon.html>

EPA. (22 de Octubre de 2015). *What Are the Six Common Air Pollutants?* Obtenido de <http://www3.epa.gov/airquality/urbanair/>

González C.M., Aristizábal B.H. (2012). Acid rain and particulate matter dynamics in a mid-sized Andean city: the effect of rain intensity on ion scavenging. *Atmospheric Environment*, 60, 164-171. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.05.054

Tiwary, A., & Colls, J. (2010). *Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation*. Londres, Inglaterra: Routledge.

Vallero, D. (2014). *Fundamentals of air pollution*. Waltham, Estados Unidos: Academic Press.

## Sostenibilidad de la producción de biodiésel desde los usos del agua, el suelo y la dimensión social. Caso Colombia

S. Bautista<sup>1, 2, 3</sup>, P. Narvaez<sup>1</sup>, M. Camargo<sup>2</sup>, L. Morel<sup>2</sup>

(1) Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. [pcnarvaez@unal.edu.co](mailto:pcnarvaez@unal.edu.co), [sancbautistar@unal.edu.co](mailto:sancbautistar@unal.edu.co)

(2) ERPI (Equipe de Recherche des Processus Innovatifs, 8, rue Bastien Lepage 54010 Nancy Cedex, France. [Mauricio.Camargo@univ-lorraine.fr](mailto:Mauricio.Camargo@univ-lorraine.fr)

(3) Grupo de Investigación Agua y Desarrollo sostenible, Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Central, Bogotá, Colombia. [sbautistar2@ucentral.edu.co](mailto:sbautistar2@ucentral.edu.co)

\*[sbautistar2@ucentral.edu.co](mailto:sbautistar2@ucentral.edu.co)

### Resumen

La evaluación de sostenibilidad en la producción de biodiésel es un tema de creciente importancia debido al interés de los gobiernos por definir estrategias de soberanía, diversificación de su matriz energética, y establecer los impactos de la producción de este biocombustible sobre las dimensiones del desarrollo sostenible.

En tal contexto, este artículo hace parte de una investigación más amplia que realizó la evaluación de sostenibilidad del biodiésel de palma en Colombia, proponiendo cinco dimensiones de análisis social, económico, ambiental, político y tecnológico. Posteriormente se propuso un marco de evaluación basado en principios, criterios e indicadores en cada dimensión, lo cual sirvió de base para la definición de un modelo matemático, basado en dinámica de sistemas e implementado en la herramienta Stella, que permitió analizar indicadores claves de sostenibilidad al 2030.

Este documento presenta los resultados relacionados con la influencia de la producción de biodiésel sobre la demanda de agua, los cambios en el uso del suelo y dinámicas sociales locales como desplazamiento forzado de población,

concentración en la tenencia de la tierra, e indicadores de pobreza, en las regiones productoras de palma de aceite en Colombia. Como resultados principales se observó que el aumento de la producción de palma concuerda con el aumento en la concentración de la tierra, de igual forma la producción de biodiésel ha aumentado paralelamente con la reducción de la población desplazada y pobre. En el periodo analizado se observó que las tierras agrícolas han disminuido, mientras que las tierras ganaderas y con palma aumentan considerablemente, esto afecta la seguridad alimentaria regional. La demanda global del recurso hídrico en la región ha aumentado, la influencia de la cadena de biodiésel en tal demanda es baja, comparada con la demanda de agua de la actividad ganadera.

**Palabras clave:** Producción de biodiésel, sostenibilidad, recurso hídrico, usos del suelo.

## Introducción

Los impactos globales asociadas con el uso de combustibles fósiles, tales como variación en los precios del combustible, la futura limitación de su oferta y las preocupaciones de los gobiernos sobre la seguridad energética y soberanía, fomentan el desarrollo de fuentes alternativas de energía renovable. Este es el caso de la biomasa utilizada como materia prima para producir bioenergía, biocombustibles (Edgard Gnansounou 2011).

Hoy en día, uno de los biocombustibles más utilizados es el biodiesel; los principales argumentos para promover los biocombustibles son sus potenciales efectos positivos ya que ayudaría a la humanidad a reducir los impactos negativos de la quema de combustibles fósiles y extender la disponibilidad de recursos no renovables. Desafortunadamente, los efectos negativos de la producción de biocombustibles en las dimensiones social, económica y ambiental poco a poco cambiaron la percepción de esta bioenergía y abrieron un debate sobre su sostenibilidad (Hill et al. 2006; Gnansounou 2011; Janssen and Rutz 2011).

Es por tanto relevante para la Ingeniería el proponer modelos que permitan evaluar el impacto de la producción de biodiésel sobre los recursos naturales, en este caso el agua y uso del suelo, y la influencia sobre las comunidades locales. El tema de investigación es igualmente de relevancia para Europa, especialmente en Francia. En tal contexto, esta investigación fue realizada en el marco de

## Metodología

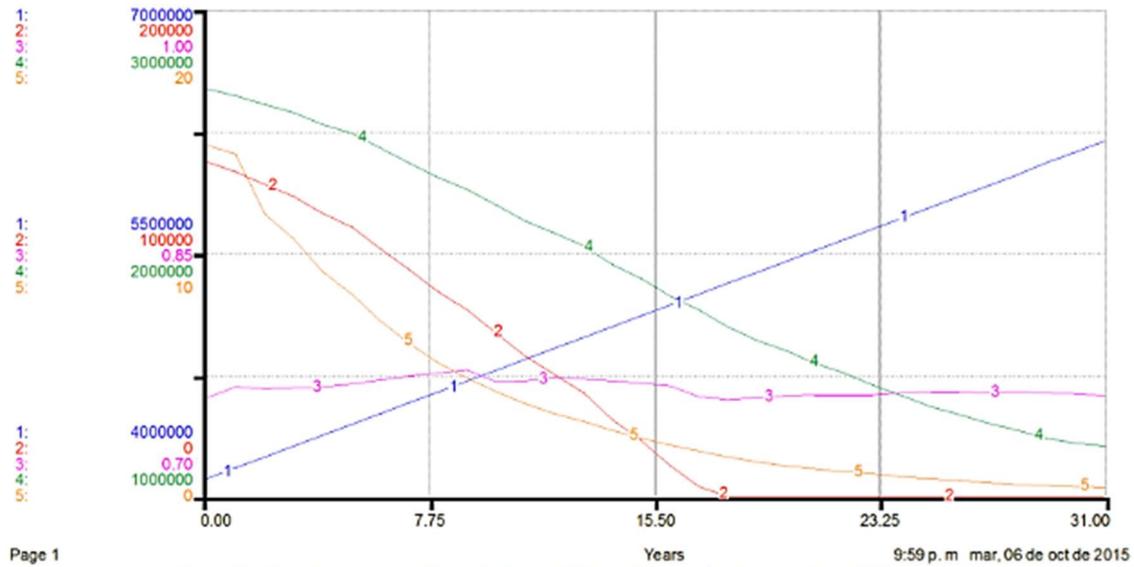
El presente trabajo propone un modelo dinámico del sistema para evaluar la producción de biodiesel en un contexto específico, basado en una estructura jerárquica general de evaluación de la sostenibilidad que integra las dimensiones del desarrollo sostenible. Posteriormente, fue desarrollado y aplicado un modelo de Dinámica de Sistemas (DS) para evaluar la sostenibilidad de la producción de biodiesel en Colombia, el modelo fue implementado en el software Stella®.

## Resultados y discusión

Los indicadores sociales de cantidad de población influenciada por el cultivo de palma, número de personas desplazadas por la violencia, cantidad de personas en condición de pobreza y el índice GINI de concentración de la propiedad de la tierra y el indicador de seguridad alimentaria (a tierras agrícolas/ a tierras con palma) se muestran en la Figura 1. En el modelo si aumenta el cultivo de palma aceitera, la población desplazada y la población pobre disminuyen. Este comportamiento puede ser explicado debido a que el incremento en el cultivo de palma de aceite incrementa de empleo rural, lo cual contribuirá a las economías locales (Fedesarrollo 2009). Sin embargo, el índice de seguridad alimentaria tiende a disminuir debido a la reducción de las tierras para agricultura y el aumento de tierras con palma (ver Figura 2). Con relación al índice de concentración de tierras GINI, su comportamiento debería disminuir para disminuir el desplazamiento de población, pero se mantiene en un valor medio de 0,75, el cual es alto.

En la Figura 3 se analizaron de manera comparativa las demandas de agua para la cadena productiva del biodiésel, agua demandada para agricultura, ganadería, y el índice de escasez de agua (demanda/oferta). Realizando un análisis comparativo entre los usos del suelo, y su demanda hídrica, se observó que la influencia de la demanda hídrica por parte de la cadena productiva del biodiésel es considerablemente alta, y de magnitud similar a la demanda de agua por parte de las tierras dedicadas a ganadería, como se muestra en la Figura 3.

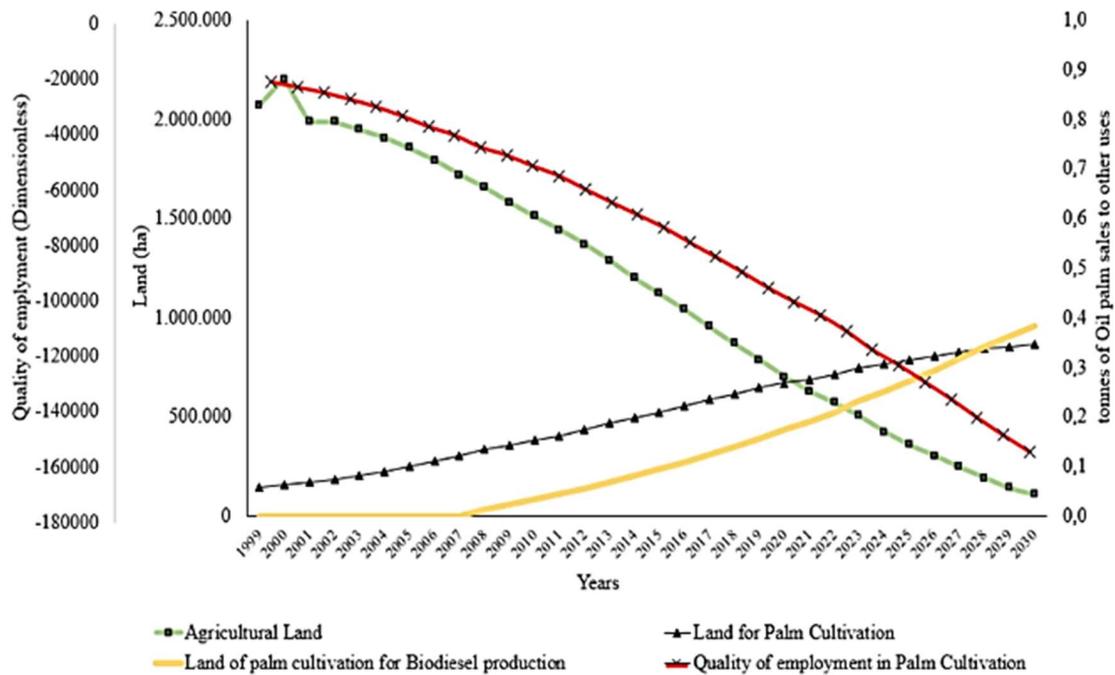
Figura 1. Resultados de indicadores sociales



1: Population influenced by Palm Cultivation 2 Population Displaced by violence  
 3: Land Concentration Index GINI 4: Poor Population 5: Food Security Indicator

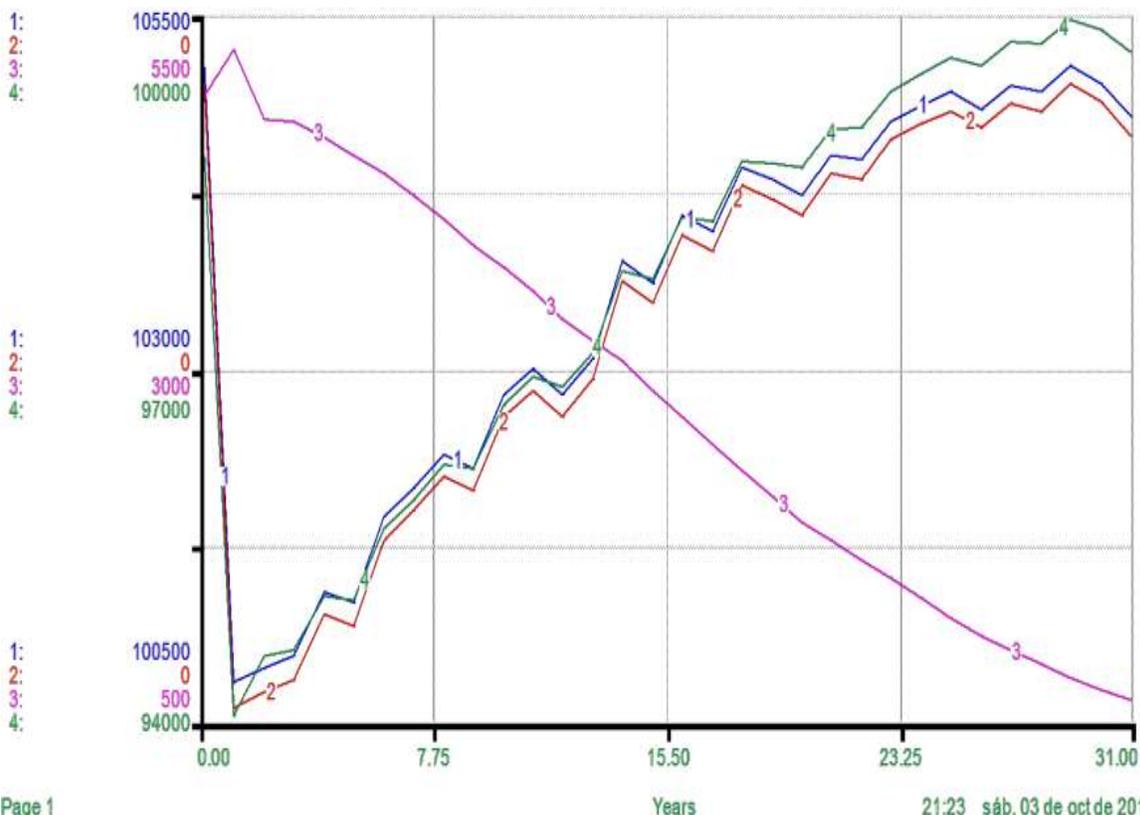
Fuente: Autores (2016)

Figura 2. Resultados de indicadores de uso de tierras



Fuente: Autores (2016)

Figura 3. Resultado indicador de demanda de agua por actividad



Page 1

Years

21:23 sáb, 03 de oct de 2015

1: Water Demand in Biodiesel Supply Chain 2: Water Scarcity Index, 3: Agricultural Water Demand 4: Livestock Water Demand

Fuente: Autores (2016)

## Conclusiones

La producción de biodiésel de palma y las demás etapas de la cadena productiva, en especial el cultivo de palma aceitera tiene el potencial de aumentarse considerando aspectos de sostenibilidad como el mejoramiento de la calidad del empleo, que conduce a reducción de desplazados y población pobre. La disminución de la concentración de la tierra con el objetivo de reducir la desigualdad de distribución de propiedad de la tierra.

Otros aspectos que apuntan a la sostenibilidad regional a ser considerados por el gobierno es el aumento de las tierras agrícolas deben debido a su efecto positivo sobre la seguridad alimentaria. Según la predicción del modelo, si disminuyen las tierras de ganado, las tierras agrícolas tienen un mayor potencial de aumento. Sin embargo, este comportamiento deberá ser investigado con mayor detalle.

Fedesarrollo. 2009. “Estudio de Caracterización Del Empleo En El Sector Palmero Colombiano.” Bogotá.

Gnansounou, Edgard. 2011. “Assessing the Sustainability of Biofuels: A Logic-Based Model.” *Energy* 36 (4): 2089–2096. doi:10.1016/j.energy.2010.04.027.

Hill, Jason, Erik Nelson, David Tilman, Stephen Polasky, and Douglas Tiffany. 2006. “Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (30): 11206–11210. doi:10.1073/pnas.0604600103.

Janssen, Rainer, and Dominik Damian Rutz. 2011. “Sustainability of Biofuels in Latin America: Risks and Opportunities.” *Energy Policy* 39 (10): 5717–5725. doi:10.1016/j.enpol.2011.01.047. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.047>.

## Comparación de tres métodos distintos para tratar un contaminante emergente (tartrazina)

Pablo A. Cubides G.<sup>a\*</sup>, Fabián Sambrano A.<sup>a</sup>, Martha C. Bustos L.<sup>a</sup>, José Herney Ramírez.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

E-mail: \* [pacubidesg@unal.edu.co](mailto:pacubidesg@unal.edu.co)

### Resumen

Hoy en día las fuentes hídricas del país están siendo contaminadas por sustancias cuyos efectos y tratamientos no han sido aún muy investigados. Estos compuestos, conocidos como contaminantes emergentes, pueden tener efectos negativos en la salud y en los ecosistemas. Es por eso que en este artículo se estudiará uno de ellos, la tartrazina. Este compuesto se usa como colorante alimentario y tiene un característico color amarillo, el cual ayuda a visualizar su presencia en agua, incluso a concentraciones diluidas (<1 mg/L).

Se analizó el tratamiento de soluciones de tartrazina usando métodos tales como adsorción con carbón activado, floculación con cloruro férrico y fotocátalisis usando luz UV con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Las soluciones tenían concentraciones entre 2 y 50 mg/L y se analizaron variables de tiempo y cantidad agregada del agente de tratamiento correspondiente. Los resultados de las pruebas mostraron que los métodos tradicionales de tratamiento, adsorción y floculación no superan el 95% de remoción de tartrazina en las condiciones óptimas encontradas, mientras que la fotocátalisis permite alcanzar porcentajes de remoción del 100% para tiempos cortos de reacción con UV (<5 min) y con pequeñas cantidades de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (<1 mL al 50% v/v) en 200 mL de solución de tartrazina. Por eso se considera que este último método es una técnica con buen potencial para tratar tartrazina y otros contaminantes emergentes en aguas.

**Palabras clave:** Tartrazina, Fotocátalisis, Adsorción, floculación y coagulación

### Introducción

Hoy en día existe un problema ambiental en las fuentes hídricas del país, debido a que alrededor del 60% las aguas residuales de los municipios se están entregando directamente a estas fuentes sin ningún tratamiento. Estas aguas residuales llevan consigo no solamente materia orgánica y microorganismos patógenos, sino también sustancias químicas como medicamentos, productos de aseo, entre otros los cuales son denominados contaminantes emergentes (CE). Uno de los grandes problemas de los CE es que la información relacionada con sus efectos en el ecosistema y en especial de sus posibles tratamientos para eliminarlos es deficiente. Por este motivo, se estudiará uno de los CE cuyo efecto es fácilmente visible, la tartrazina.

La tartrazina, también conocida como Amarillo 5 en la FDA, es un colorante artificial ampliamente utilizado en la industria alimentaria. Sus usos incluyen bebidas carbonatadas, condimentos, snacks e incluso productos de repostería. Las soluciones de tartrazina presentan un color amarillo característico inclusive a concentraciones por debajo de 1mg/L. (Pan et al., 2016)

## Metodología

En este trabajo se evaluaron tres tratamientos para la tartrazina en solución acuosa. En primera instancia se utilizan métodos convencionales tales como la adsorción con carbón activado, la floculación con cloruro férrico y la floculación con alumbre.

Para las pruebas de adsorción se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado (entre 20 mg y 10 g) para tratar 500 mL de una solución de tartrazina a una concentración inicial de 4 mg/L, usando agitación a 45 rpm y a 200 rpm por 30 min. Se realizaron experimentos similares con diferentes concentraciones de tartrazina (a 10 mg/L y 50 mg/L), y cambiando los tiempos de adsorción.

Las pruebas de floculación se realizaron en soluciones de 500 mL de tartrazina con concentraciones entre 2mg/L y 50 mg/L. Se agregaron dosis entre 0 y 40 mL de cloruro férrico y de alumbre (con concentración 4 g/L), con el fin de seleccionar el mejor coagulante. Para cada solución tratada se realizaba una agitación rápida inicial a 200 rpm para homogeneizar el floculante agregado y luego se dejaba una agitación leve a 45 rpm mientras ocurría la floculación. Como en las etapas tempranas de la experimentación se observó que el alumbre no tenía porcentajes de remoción tan altos como los del cloruro férrico, se seleccionó este último y se hicieron pruebas para determinar la dosis óptima y tiempo de agitación.

Después de realizar estas pruebas, se procedió a realizar fotocátalisis con UV y peróxido de hidrógeno. Para esto se utilizó una cámara con lámparas de luz UV de tipo C y se agregó 1 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 50% v/v a una solución de tartrazina de 200 mL con concentración de 9 mg/L y se permitió que la reacción ocurriera a distintos tiempos entre 0 y 60 min.

## Resultados y discusión

Los resultados para el método de adsorción demuestran que se requieren alrededor de 20 g de carbón activado para tratar entorno al 90% de 5 mg de tartrazina en solución de 500 mL, con tiempos superiores a 1 hora y a una velocidad de agitación de 200 rpm. Esto significa que la cantidad de carbón activado requerida es muy alta para tratar la tartrazina.

En el caso de la floculación, se halló que la dosis óptima es de 20 mL de cloruro férrico (4 g/L) para 500 mL de una solución de tartrazina con concentración de 9 mg/L, con la cual se alcanza una remoción de alrededor del 95% de la tartrazina.

Finalmente, se observó que la fotocátalisis permitía obtener porcentajes de remoción de hasta el 100% con las condiciones propuestas para este experimento después de 5 minutos de exposición a la luz UV. Con esto se evidencia que este último método es de gran eficiencia para tratar este colorante.

## Conclusiones

Se determinó que con la fotocátalisis se puede obtener hasta un 100% de remoción de la tartrazina, lo que demuestra la efectividad de este proceso. Con la floculación también se obtienen porcentajes de remoción significativos, pero no se llega a una remoción completa. Por último, con carbón activado también se obtuvieron altos porcentajes de remoción, pero la cantidad necesaria para ello es bastante, por lo que no es un método tan recomendado. A pesar de todo, aún se requiere realizar más investigación para optimizar el proceso de fotocátalisis y conocer más de los efectos de este sobre otras sustancias.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración obtenida en el laboratorio de ingeniería ambiental y en el laboratorio de ingeniería química de la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias bibliográficas

Pan, Y., Zhou, M., Li, X., Xu, L., Tang, Z., & Liu, M. (2016). Novel Fenton-like process (pre-magnetized Fe<sup>0</sup>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for efficient degradation of organic pollutants. *Separation and Purification Technology*, 169, 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.06.011>

Usma, J. I., Gutiérrez, O. D., Gil, M. J., & Soto, A. M. (2013). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción Más Limpia*, 7(2), 52–73. Retrieved from <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/265>



# Evaluación preliminar de la calidad del agua usada para riego en la sabana occidental de Bogotá

Pablo A. Cubides G.<sup>a</sup>, Martha C. Bustos L.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

E-mail: \* [pacubidesg@unal.edu.co](mailto:pacubidesg@unal.edu.co)

## Resumen

Hoy en día existe un problema ambiental en las fuentes hídricas del país. ya que recibe aguas residuales tanto industriales como domesticas sin recibir ningún tipo de tratamiento, concretamente en la zona de La Ramada ubicada hacia el occidente de la capital la cual es de importancia ya que su principal vocación es agrícola se tiene el problema que esta agua se distribuye por canales de riego, que también reciben aguas residuales de las viviendas que los circundan (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, 2010), siendo de interés público conocer la calidad del agua con la que se riegan los cultivos

En este trabajo se estudió la evolución de la calidad del agua en lo que se refiere a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la zona de la Ramada, tomando muestras de diferentes sitios y comparándolos con los resultados reportados en la literatura, encontrando que se sigue teniendo un grave problema en cuanto a la calidad microbiológica de las aguas, que son usadas para riego en esta zona del país, ya que no cumple con la legislación vigente para este uso.

**Palabras clave:** Agua para riego, DBO, DQO Coliformes totales

## Introducción

Cundinamarca es el segundo productor de hortalizas en Colombia, principalmente de arvejas, lechugas, crucíferas, zanahorias y hortalizas de hoja en la Sabana occidental, que se pueden consumir crudas o cocidas. Debido a su alto contenido de minerales, vitaminas y fibra se recomiendan como parte de una dieta balanceada. En la producción de las hortalizas, el agua como insumo en la actividad agrícola, además de cumplir con las cantidades y disposiciones requeridas, también

debe cumplir cierta calidad, dependiendo del tipo de cultivo, y es especialmente exigente la calidad cuando se va a utilizar para productos de consumo directo, como las hortalizas y algunas frutas. (Ica, 2009)

En la zona occidental de la Sabana de Bogotá, con principal vocación agrícola en cultivo de hortalizas, el agua utilizada para riego se ve expuesta a contaminación por diferentes fuentes, como las aguas residuales domésticas e industriales, que afectan su calidad y pueden afectar la inocuidad de los cultivos. En estas aguas superficiales además de encontrar altos niveles de microorganismos patógenos, también se ha identificado la presencia de residuos de medicamentos, conocidos como contaminantes emergentes (Hernández et al., 2015), que pueden afectar seriamente la inocuidad de las hortalizas. Adicionalmente, también se han evaluado los productos hortícolas, encontrado presencia de metales pesados como cadmio, cromo y plomo ((Leiva, Lozano, & Correa, 2012).

## Metodología

Entendido el panorama, esta investigación analizó la calidad del agua usada para riego en la sabana accidental de Cundinamarca específicamente en la zona de La Ramada, en los municipios de Funza y Mosquera, en la cual se seleccionaron varios puntos de muestreo, ubicados en la zona del humedal los cuales están ubicados en los canales de riego, los cuales son de importancia porque brindaron información de con que calidad llega el agua a la Ramada, que influencia tienen los barrios que se están desarrollando en las rondas de los canales, eficiencia de la plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas que están en la zona, el efecto del humedal Gualí sobre la fuente hídrica, y sobre la calidad del agua de riego usada en la zona

En estos 10 puntos seleccionados se realizaron análisis de DQO, Sólidos disueltos, Sólidos totales, Coliformes totales, coliformes fecales y nitrógeno todos estos análisis se realizaron en el laboratorio de ingeniería ambiental de la universidad nacional que tiene las metodologías para realizar estos análisis estandarizadas y en el caso de DQO, sólidos y toma de muestra se cuenta con acreditación por el IDEAM

## Resultados y discusión

Los resultados muestran que la contaminación por Coliformes totales sigue siendo el principal problema. En las tablas 1 y 2 se presentan los resultados del microbiológico realizado en puntos de la zona de la Ramada en diferentes periodos de tiempo estos resultados fueron publicados por Chacón y Calle estos resultados muestran la calidad del recurso hídrico en la zona para 2000, 2001 y 2003 las Tablas 3 y 4 muestran los resultados de los análisis realizados por el laboratorio de ingeniería ambiental de la universidad nacional de Colombia en el 2014 y 2015 en el cual se puede observar que el principal problema de estas aguas continua siendo el microbiológico que incluso en algunos puntos aumento ya que contiene valores superiores a  $1 \times 10^7$  incumpliendo la normatividad vigente para este propósito. Lo cual puede traer problemas a las personas que consuman personas los alimentos regados con esta agua.

Tabla 4. Resultados Reportados por Chacón

Muestra		2000 - Agosto	2000 - Nov	2001 - Agosto	2001 - Nov
Coliformes Totales	NMP/100ml	9,80E+06	5,30E+06	2,40E+06	2,90E+06
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,50E+06	1,90E+06	5,20E+05	6,60E+05

Tabla 5 Resultados reportados por Calle

Estación	Coliformes totales	Coliformes Fecales	Esterococos	Colifagos UFP	Salmonela
Estación Chicú	2,61E+06	2,07E+05	3,60E+03	2,01E+04	(-)
Entrada Ciénaga tres esquinas	3,11E+04	6,39E+02	5,94E+01		(-)
Canal B	4,64E+05	3,04E+04	4,41E+02	4,13E+03	(-)
Ciénaga Funza	7,42E+05	1,20E+04	1,29E+02		(++)
Canal Tibaitata	1,13E+05	1,02E+03	1,58E+02		(-)
Canal Sena	4,33E+05	4,53E+04	4,38E+02		(-)
Canal San José variante Mosquera	1,64E+08	1,84E+07	1,90E+05	1,20E+06	(-)
Canal San José los Pinos	4,78E+07	5,42E+06	5,43E+04	3,72E+05	(-)
Tabaco	1,47E+05	3,38E+03	4,96E+02		(-)

Rio Bogotá tabaco	7,32E+07	8,29E+06	1,78E+05	3,70E+05	(-)
-------------------	----------	----------	----------	----------	-----

Tabla 6 Resultados análisis realizados por el laboratorio ambiental de la universidad nacional

Resultados de Distrito de Riego La Ramada - 2014									
Muestra		M1	M2	EH	SH	EP	SP	VC	L
Coliformes Totales	UFC/100ml	4,80E+04	9,60E+03	1,10E+07	1,10E+07	9,30E+03	3,20E+04	2,20E+05	1,32E+03
Coliformes Fecales	UFC/100ml	2,50E+04	500	6,00E+06	6,00E+06	4,50E+03	5,00E+03	6,00E+03	7,00E+01

Tabla 7. Resultados análisis realizados por el laboratorio ambiental de la universidad nacional

Resultados de Distrito de Riego La Ramada - 2015									
Muestra		M1	M2	EH	SH	EP	SP	VC	L
Coliformes Totales	UFC/100ml	2,50E+05	2,00E+04	7,00E+05	1,50E+07	1,00E+07	8,30E+08	2,10E+09	1,60E+08
Coliformes Fecales	UFC/100ml	2,00E+03	Ausencia	Ausencia	3,40E+06	1,00E+07	1,70E+08	1,40E+08	3,10E+07

## Conclusiones

Se observa que las aguas no cumplen con los parámetros microbiológicos para usar estas aguas en la agricultura, siendo este el principal problema lo cual no ha cambiado desde el 2003 que se realizaron los primeros estudios en la zona. Esto afecta no solo a la comunidad aleñadas sino a todas las personas que consuman alimentos regados con estas aguas.

## Agradecimientos

Se hace un especial agradecimiento al laboratorio de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional.

## Referencias bibliográficas

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2010). CARta ambiental. *Edición No 25 - ISSN-0213 Diciembre de 2010, 7.* Retrieved from file:///C:/Users/MASTER/Downloads/Carta Ambiental 25.pdf

Hernández, F., Ibáñez, M., Botero-Coy, A. M., Bade, R., Bustos-López, M. C., Rincón, J., ... Bijlsma, L. (2015). LC-QTOF MS screening of more than 1,000 licit and illicit drugs and their metabolites in wastewater and surface waters from the area of Bogotá, Colombia. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407(21), 6405–6416. <https://doi.org/10.1007/s00216-015-8796-x>

Ica. (2009). *Mis Buenas Prácticas Agrícolas "Guía para agroempresarios." Cartilla BPA.* Retrieved from <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Inocuidad-Agricola/Capacitacion/cartillaBPA.aspx>

Leiva, F., Lozano, A., & Correa, A. (2012). Metodología para la evaluación del riesgo ambiental por metales pesados en el subsector hortofrutícola en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. *Avances de la investigación agronómica II*, 87-97.

Torres, L. (2004). *Evaluación de la incidencia del vertido de aguas residuales urbanas en el distrito de riego la ramada. Universidad Nacional de Colombia.*

## Comportamiento proambiental de los estudiantes: Factores que lo influncian

Juan Pablo Loaiza-Ramírez <sup>a\*</sup>, Carlos Eduardo Moreno-Mantilla <sup>a</sup>, Verónica Martínez-Valenzuela <sup>a</sup>, Iván Darío Agelvis-Santos <sup>a</sup>, Jelitza Steele-Parada <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

\* [jploaizar@unal.edu.co](mailto:jploaizar@unal.edu.co)

### Resumen

La teoría del comportamiento planeado (o TPB por sus siglas en inglés), ha sido ampliamente utilizada para intentar describir la conducta de las personas en entornos determinados. Contemporáneamente, numerosos autores la han manejado para analizar las costumbres medioambientales de los estudiantes de diferentes centros educativos y universidades. Este artículo sigue la misma línea: tomando como referente una investigación llevada a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, estudia los datos recolectados -a través de una encuesta virtual- por medio del análisis exploratorio y confirmatorio de factores. Con un modelo de ecuaciones estructurales, se observó como resultado la influencia directa de un factor en la intención, predecesora inmediata del comportamiento.

Actualmente, debido a la fuerza que está adquiriendo la conciencia ambiental, gracias al creciente impacto negativo generado por el hombre, las diferentes organizaciones y las sociedades en general han propuesto variedad de proyectos, actividades educativas, seminarios, conferencias, e incluso actividades didácticas, para involucrar a la población más joven, buscando la masificación de los mensajes ecológicos para provocar un cambio en el comportamiento medioambiental de la comunidad involucrada. Según estudios anteriores, se ha llegado a la conclusión de que la educación es una de las más importantes variables que explican los altos niveles de preocupación por el ambiente. Sin embargo, no se ha hecho un estudio claro sobre el efecto que el paso por la universidad causa en el comportamiento de los estudiantes.

Mundialmente, se han realizado diversas investigaciones basadas en la teoría del comportamiento planeado, o TPB por sus siglas en inglés, aplicándola a la conducta

ambiental en distintas poblaciones específicas, e incluso a comunidades modeladas digitalmente. Procediendo de la misma manera, el estudio aquí presentado toma como referencia la TPB, empleándose para la evaluación de los cambios en el comportamiento de los estudiantes de la institución educativa.

**Palabras clave:** comportamiento, reciclaje, estudiantes, teoría del comportamiento planeado, ecuaciones estructurales

## Introducción

La creciente problemática ambiental ha generado la necesidad de un cambio en el comportamiento de las personas para disminuir el impacto negativo en el medio ambiente. Debido a esto, se requiere investigar los factores más influyentes en dicho cambio. De acuerdo con los resultados de estudios anteriores, los predictores significativos de intenciones pro ambientales son: las actitudes, las normas descriptivas y el control percibido, soportando la TPB, Izjen (1991).

Desde otros puntos de vista, Ahmad et al. (2014) determinó que el tiempo comprometido o invertido es el elemento decisivo en la voluntad de un individuo a reciclar o no reciclar. A su vez, Prestin&Pearce (2010) encontraron que el aspecto obstaculizante del comportamiento proambiental de los estudiantes es la falta de conocimiento acerca de qué es o no reciclable, a pesar de la conciencia e intención que tienen sobre el cuidado del medio ambiente.

## Metodología

Se diseñó un cuestionario basado en aplicaciones anteriores de la TPB en el campo del reciclaje y el comportamiento ecológico (Tonglet et al., 2004). Para cada una de las preguntas se utilizó una escala de calificación tipo Likert de seis puntos. El cuestionario está basado en los tres puntos principales de la TPB (actitudes, normas subjetivas y el control percibido) y componentes adicionales extraídos de las principales conclusiones de estudios preliminares: componente cognitivo, o conocimiento sobre este tipo de comportamientos y sus consecuencias (Prestin&Pearce, 2010); y factores situacionales como el tiempo invertido en acciones ecológicas (Ahmad et al., 2014).

## Resultados y discusión

## Análisis exploratorio de factores

Los siete factores formados se pueden evidenciar en la matriz de resultados del análisis de componentes rotados que se presenta a continuación:

Tabla 1. Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>

	Componente						
	1	2	3	4	5	6	7
CCO4	,786	,079	,023	,079	,077	-,035	,040
ACT4	,783	,202	,131	,025	,020	,069	,024
ACT1	,779	,194	,117	-,106	,002	,082	-,033
CCO3	,768	,078	,009	,050	,224	-,003	,059
CCO5	,752	,129	,003	,031	,044	,091	,015
ACT2	,686	,182	,127	,101	-,138	,052	,023
INT5	,103	,728	,109	,061	,115	,045	-,056
INT2	,292	,659	,134	,184	,064	,184	,066
ACT3	,333	,650	,016	-,026	,195	,085	,088
INT1	,293	,558	,391	,081	-,080	,156	,132
NOS2	,087	,111	,766	,077	,307	-,032	,082
NOS3	,129	,119	,750	-,030	-,056	,097	-,039
NOS1	,074	,136	,725	,056	,420	,075	-,049
CPE3	,146	,083	,175	,782	,274	,095	-,101
CPE1	,172	,134	,031	,746	,344	,113	-,111
FSI5	-,129	,014	-,091	,711	-,261	-,063	,178
NOS5	-,051	,047	,233	,070	,738	,183	,014
NOS4	,173	,220	,105	,145	,699	-,113	-,115
CPE4	,157	,271	,146	,040	,058	,827	,033
CPE2	,249	,236	,159	,032	,068	,757	-,006
CPE5	,310	,275	,205	-,066	,028	-,535	-,038
FSI1	-,060	,118	,192	,040	-,071	,049	,821
FSI3	,106	-,126	-,055	-,004	-,095	,038	,777
FSI4	,104	,336	-,330	-,105	,185	-,092	,561

Nota. Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Los resultados del análisis de comunalidades se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Método de extracción: Análisis de componentes principales

Comunalidades											
ACT1	ACT2	ACT3	ACT4	NOS1	NOS2	NOS3	NOS4	NOS5	CPE1	CPE2	CPE3
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
,677	,552	,587	,678	,737	,715	,608	,624	,643	,748	,721	,765
CPE4	CPE5	INT1	INT2	INT5	FSI1	FSI3	FSI4	FSI5	CCO3	CCO4	CCO5
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
,808	,507	,605	,613	,575	,737	,644	,601	,635	,653	,640	,593

Nota. I: Inicial. E: Extracción.

### Análisis confirmatorio de factores

Para el análisis confirmatorio, se debieron realizar algunos cambios a los factores encontrados inicialmente, según la teoría, y otros aspectos específicos de cada caso, tal como se explica a continuación:

Tabla 3. Fiabilidad

Factor	Variables	Fiabilidad (Alfede Cronbach)
act	ACT1,ACT2,ACT4	0.817
cco	CCO4,CCO3,CCO5	0.799
int	INT5,INT2,INT1	0.688
nos1	NOS1,NOS2,NOS3	0.759
cpe	CPE3,CPE1,CPE4,CPE2	0.693
nos2	NOS5,NOS4	0.575
fsi	FSI1,FSI3,FSI4	0.615

Para la determinar la confiabilidad de este análisis, se evalúan los valores Lambda de la solución completamente estandarizada. Para ello, se calcula el factor de confiabilidad según la ecuación 1.

$$Factor(A) = \sqrt{\sum_{\forall i \in A} (\lambda(i))^2}$$

Ecuación 1. Factor de confiabilidad

El análisis de cada constructo se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factores de cada constructo

act	1.354259576
int	1.014212995
nos1	1.277874016
cpe1	1.182993660
cpe2	1.189423390
cco	1.307013772

Con base en la teoría de laTPB, se elaboró un modelo de ecuaciones estructurales, con el fin de confirmarla validez de las relaciones de implicación entre los factores.

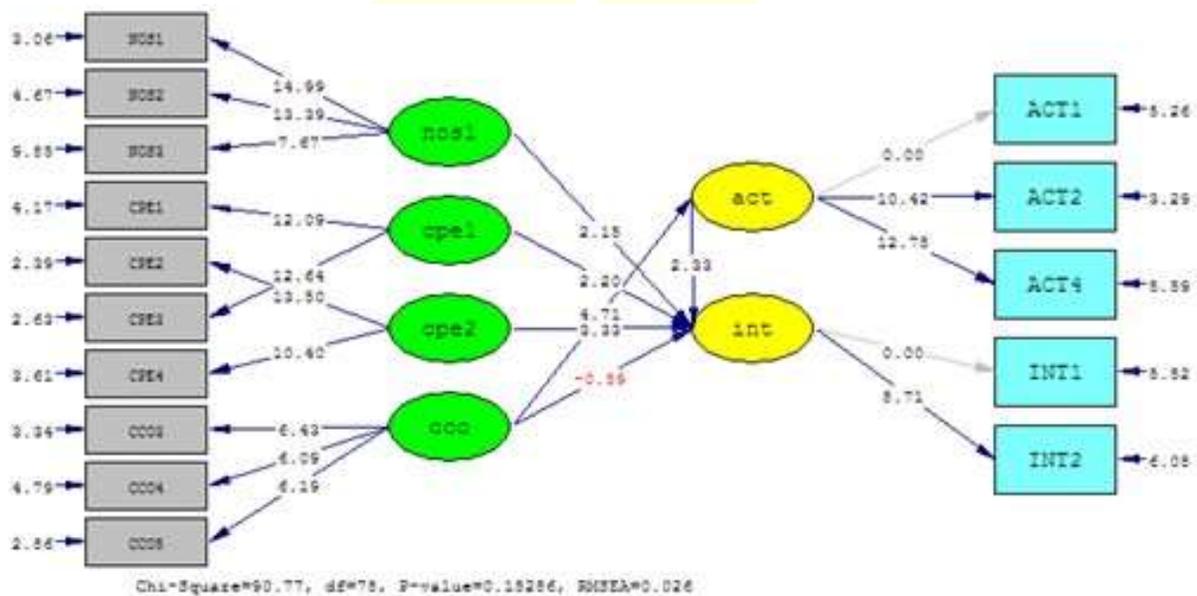


Figura 1. Modelo propuesto

Los valores de las relaciones del grafico anterior se presentan organizadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores de las relaciones

		act	int	nos1	cpe1	cpe2	cco
Valor $\beta$	act	-	-	-	-		0.848
Errorestándar			-				-0.18
ValorT							4.713
Valor $\beta$	int	0.575	-	0.175	0.192	0.32	-0.154
Error		-0.247	-	-0.081	-0.087	-0.096	-0.263
ValorT		2.331	-	2.152	2.205	3.329	-0.586

Adicionalmente, se realizó un estudio filtrando los resultados a través de las variables de control demográficas (edad, sexo, número de matrículas).

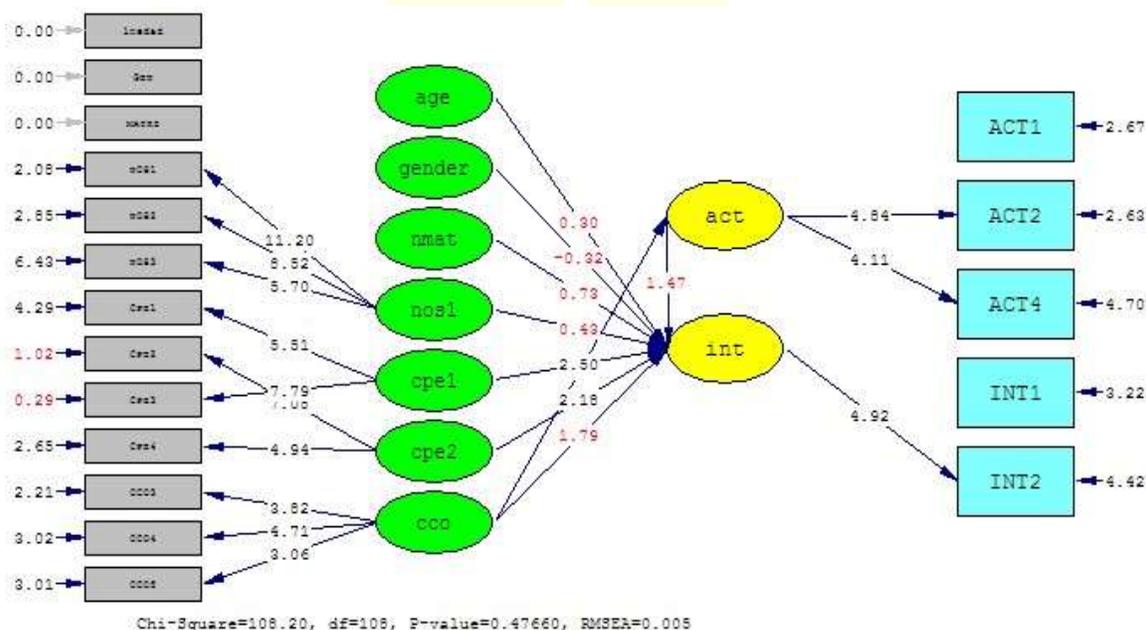


Figura 2. Modelo propuesto con variables de control

Los principales estadísticos estudiados se presentan a continuación, comparando los resultados obtenidos en cada uno de los modelos:

Tabla 6. Estadísticos

Estadístico	Nivel de aceptación	Modelo inicial	Modelo complementado
$\chi^2$ de Satorra Bentler		90, 772	108,196
	$P > \alpha = 0, 05$	( $p = 0,153$ )	( $p = 0,477$ ).
RMSEA (root mean square error of approximation)	RMSEA < 0, 06	0,0260	0,00462
GFI (goodness of fit index)	GFI > 0, 9	0,946	0,881
CFI (comparative fit index)	CFI > 0, 9	0,995	1,00
IFI (incremental fit index)	IFI > 0, 9	0,995	1,00

## Discusión

El constructo de componente cognitivo no se relaciona inmediatamente con la intención, sino que presenta una relación de mediación, en donde la actitud interviene el vínculo entre aspectos cognitivos y la intención, contrario a lo que proponía Tonglet et al. (2004), -relación directa del conocimiento sobre la intención. En cuanto un individuo sepa los efectos de reciclar, es probable que mejore su actitud frente al reciclaje, y que eso lo lleve a tener una intención mayor de hacerlo efectivamente.

Retomando nuestra investigación, en concordancia con Prestin and Pearce (2010), el componente cognitivo es el factor con mayor influencia sobre la intención, como lo muestra la Figura 2. Ahora bien, al agregar las variables de control demográficas, sólo el control percibido –“cpe1” y “cpe2”- tiene una significación relevante frente al resto de factores (componente cognitivo, actitud y normas subjetivas).

## Conclusiones

A pesar de que el objetivo principal del estudio fue encontrar la relación que había entre el comportamiento proambiental y el número de matrículas cursadas, se evidenció que ésta, junto con las otras dos variables de control (edad y sexo), no influyen significativamente en la intención de los estudiantes. Lo que realmente importa es la capacidad con la que se sienta el individuo para reciclar. No obstante, el hecho de pertenecer a la comunidad universitaria sí influye en el comportamiento proambiental, como se puede evidenciar en la propuesta del modelo mencionado anteriormente.

Agradecemos a Dios por la oportunidad de presentar nuestro trabajo; al profesor Carlos Eduardo Moreno Mantilla por guiarnos en la investigación; a todas las instituciones que hicieron esta presentación posible, a nuestras familias, amigos y compañeros por estar con nosotros en este proceso de formación académica.

### Referencias bibliográficas

Ahmad, M. S., Bazmi, A. A., Bhutto, A. W., Shahzadi, K., & Bukhari, N. (2014). Students' Responses to Improve Environmental Sustainability Through Recycling: Quantitatively Improving Qualitative Model. *Applied Research in Quality of Life*, 11(1), 253-270. doi:10.1007/s11482-014-9366-7

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. doi:10.1016/0749-5978(91)90020-T

Prestin, A., & Pearce, K. E. (2010). We care a lot: Formative research for a social marketing campaign to promote school-based recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 1017-1026. doi:10.1016/j.resconrec.2010.02.009

Tonglet, M., Phillips, P. S. and Read, A. D. (2004) Using the Theory of Planned Behaviour to investigate the determinants of recycling behaviour: a case study from Brixworth, UK. *Resources, Conservation and Recycling*. 41(3), 191-214. doi:10.1016/j.resconrec.2003.11.001

Wan, C. Cheung, R., & Shen, G. Q. (2012). Recycling attitude and behaviour in university campus: a case study in Hong Kong. *Facilities*, 30(13/14), 630–646. doi:10.1108/02632771211270595

## Metropolización de las grandes ciudades en Colombia hacia un nuevo marco institucional para gobernar las ciudades regiones colombianas sostenibles<sup>6</sup>

César A. Ruiz <sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Bogotá D.C., Colombia*

### Resumen

La metropolización como fenómeno de estructuración espacial urbana implica la formación de unas dinámicas económicas que tienden a reconfigurar los territorios. La posibilidad de conducir el desarrollo económico en las áreas o regiones metropolitanas, desde niveles de gobierno subnacional, está condicionada por la capacidad que proporciona el marco institucional público; en particular por las reglas que determinan la formación de jurisdicciones locales y metropolitanas. La metropolización implica entonces casi siempre una fragmentación jurisdiccional y funcional, por lo que la capacidad de intervención pública se ve limitada por la competencia y el traslapo entre ellas. Dicha condición es una característica que induce regiones insostenibles o con grandes retos gubernamentales para garantizar la sostenibilidad.

La presente investigación busca entonces explicar estos problemas institucionales con el fin de explorar nuevos caminos en la definición de un marco institucional público subnacional que permita gobernar económicamente las áreas metropolitanas, aplicado al caso de la metropolización de las grandes ciudades en Colombia, desde dos cuerpos teóricos de la ciencia económica: La Nueva Geografía Económica y el Federalismo Fiscal. Una Colombia del posconflicto armado requiere por lo tanto la construcción de un nuevo marco institucional para gobernar sus metrópolis, expresiones concretas de la ciudad región contemporánea sostenible.

---

<sup>6</sup> Este documento es un resumen ampliado, con algunas modificaciones de la tesis doctoral en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá denominada "Metropolización de las grandes ciudades en Colombia: una aproximación desde las instituciones subnacionales y el desarrollo económico" (2015) escrita por el mismo autor del presente artículo.

## Introducción

La metropolización como fenómeno de estructuración espacial urbana implica la formación de dinámicas económicas que tienden a reconfigurar los territorios. Dicha reconfiguración surge por la interacción de un núcleo urbano principal con otros centros urbanos, que tempranamente se formó como una red de aglomeraciones urbanas dentro de una región determinada. De distintas maneras, las dinámicas territoriales conducen a que esas redes urbanas se transformen en estructuras de ocupación y uso territorial cambiantes, con importantes signos de crecimiento urbano, económico, demográfico y socio-espacial, produciendo un tipo de región urbana muy particular: La Región Metropolitana.

De esta forma, la presente ponencia corresponde a una síntesis de la investigación doctoral titulada “Metropolización de las Grandes Ciudades en Colombia: una aproximación desde las instituciones subnacionales y el desarrollo económico” (Ruiz, 2015) cuyo objetivo general es la indagación acerca del marco institucional público requerido aumentar la capacidad de gobierno en las regiones metropolitanas, aplicado al caso de las grandes ciudades de Colombia. Así la ponencia busca presentar varios de los resultados más relevantes derivados de la investigación, ante la realidad de la Colombia de los post acuerdos de paz, que constituye la necesidad de generar distintas formas gobiernos en la regiones metropolitanas del país, como territorios donde se espera se materialice nuevas dinámicas socio especiales, económicas y políticas, en un marco integral de sostenibilidad de las regiones metropolitanas.

Así, la primera parte de la investigación se fundamenta en la economía espacial a partir del modelo de Sistemas Urbanos de la NGE (Fujita, Krugman, & Mori, 1998; Fujita, Krugman, & Venables, 2000; Fujita, 2005) como soporte para aproximarse a comprender el fenómeno de la metropolización, tanto desde lo teórico como su aplicación al caso de la metropolización de las grandes ciudades en Colombia. La segunda parte de la investigación se denominó “Instituciones para el Desarrollo Económico Metropolitano: enfoques desde la teoría económica del federalismo” (Musgrave, 1939) Tiebout (1956), que recoge la segundo gran bloque temático a partir de los más importantes postulados la teoría del Federalismo Fiscal (FF) (Oates W. E., 1972), en especial de la llamada Primera Generación, particularizado al fenómeno de la metropolización(Ostrom, Tiebout, & Warrem,

1958). Finalmente, la tercera parte de la investigación denominada “Estructuración Económica y Jurisdiccional Metropolitana”, se planteó con dos grandes propósitos. El primero en buscar un puente teórico entre la NGE y el Federalismo Fiscal, mediante el estudio de estructuración económica y jurisdiccional de las regiones metropolitanas.

## Metodología

El trabajo se centró en la comprensión de estos fenómenos a partir de dos cuerpos teóricos de la ciencia económica: La Nueva Geografía Económica (NGE) (Fujita, 2005) y el Federalismo Fiscal. Los resultados teóricos y aplicados permitieron avanzar en la construcción de un puente entre estos dos cuerpos, soportados en algunos hallazgos que resultaron de la indagación de la metropolización de las siete principales ciudades de Colombia, acotado principalmente en el periodo de estudio comprendido entre los años de 1985 y 2010. Una síntesis del problema de investigación se presenta en el presente documento como “Marco de la Investigación”. Posteriormente, a partir de dicho Marco y teniendo en cuenta los dos grandes referentes teóricos, se organizó el documento final de la investigación doctoral, organizada con la misma estructura temática de la presente reseña.

## Resultados y Discusión

En cuanto a la primera parte, la investigación permitió reconocer tres resultados del modelo de sistemas urbanos como contribución al análisis de la metropolización: la estructuración espacial jerárquica de la concentración urbana a partir de la formación de una ciudad y la emergencia de nuevas ciudades, los cambios en las dinámicas intra e inter metropolitanas que se explican a partir de las migraciones poblacionales (consumidores) inducidas por los salarios reales diferenciados entre ciudades y regiones así como con la localización de firmas (productores); y la evolución temporal y espacial como una característica de dicha dinámica que induce cambios en la estructura jerárquica del sistema urbano. A partir de estos grandes resultados teóricos y del enfoque del trabajo, se puede comprender mejor algunos hallazgos del ejercicio empírico realizado.

Dentro del proceso que ha caracterizado la formación y dinámica del sistema urbano en Colombia, es posible pensar que la estructura jerárquica entre ciudades se ha mantenido relativamente estable luego de los años veinte del siglo pasado, en la perspectiva de sistema urbano. Sin embargo, cuando la mirada de la jerarquía

de la estructura interurbana del país se hace para las grandes ciudades del estudio bajo la unidad área metropolitana (ciudad núcleo y municipios metropolizados) y bajo la noción de un cambio evolutivo como elemento característico de la dinámica NGE, se puede observar que dicha jerarquía no sólo tiende a preservarse sino que las tendencias (largo plazo en el entendido de un periodo de entre 50 y 80 años) son más estables si se compara con la unidad ciudad municipio. Igualmente, la relación entre metropolización y desarrollo económico deja ver que los efectos sobre producción agregada, producción industrial y formación de economías de escala se privilegian en las áreas metropolitanas más grandes, como un efecto del tamaño e intensidad de los mercados.

En cuanto a la segunda parte y tercera parte de la investigación, como resultado principal se encuentra la evidencia, tanto en lo teórico como su aplicación al caso de la metropolización de las grandes ciudades en Colombia, que las dinámicas económicas de metropolización condicionan la intervención pública urbana y regional, en la medida que el proceso de crecimiento y expansión urbana puede llegar a evolucionar al fenómeno metropolitano, extendiendo su dinámica a procesos supra locales y regionales.

Una consecuencia de ello es el traslapo espacial y funcional de jurisdicciones que resultan de dinámica metropolitana caracterizada a través de las fases de la metropolización; de esa manera, la formación de jurisdicciones de un nivel metropolitano como marco institucional de la intervención pública subnacional, usualmente resulta un campo problemático ante la realidad de una fragmentación jurisdiccional y funcional, tanto vertical entre gobiernos de distintos niveles, como en una horizontal entre gobiernos locales. A este aspecto la investigación propone un nuevo teorema dentro de las Ciencias Económicas, llamado el **Teorema de la Imposibilidad de la Equivalencia Fiscal y Correspondencia Jurisdiccional**, aplicado a la metropolización.

## Conclusiones

El marco institucional para la intervención pública subnacional condiciona desde varios aspectos la estructuración espacial de las Regiones metropolitanas, por lo que la configuración de jurisdicciones locales (urbanas) y metropolitanas desde la perspectiva base del Federalismo Fiscal, constituyen estructuras más rígidas y distintas de aquella que surge de las dinámicas económicas espaciales de la metropolización, explicadas mejor desde la aproximación de la Nueva Geografía

Económica. Lo anterior, es claramente interpretado como uno de los mayores dilemas de sostenibilidad de las regiones metropolitanas.

Ante dichas dificultades, la investigación propone que la posibilidad de conformar gobiernos metropolitanos, debe reconocer fundamentalmente la realidad que se desprende de la fragmentación y difícil correspondencia entre las jurisdicciones político administrativas y las “jurisdicciones” más de tipo económico que resultan de la interacción de mercados localizados y dispuestos por las dinámicas metropolitanas. Dichas condiciones para gobernar regiones metropolitanas sostenibles derivan en la necesidad de construir un marco institucional más flexible que soporte mecanismos de gobernanza metropolitana antes que de gobiernos rígidos y poco adaptables a la metropolización sostenible.

### **Bibliografía Principal**

Cuervo, L. M., & González, J. (1997). *Industria y ciudades, en la era de la mundialización. Un enfoque socio espacial*. Bogotá: TM Editores.

Forero, C., Hidalgo, C., Jiménez, G., Ortiz, M., & Pulido, S. (1997). *Descentralización y participación ciudadana*. Bogotá D.C.: TM Editores.

Fujita, M. (2005). *Spatial Economics (Vol. I and II)*. (M. Fujita, Ed.) Cheltenham, UK: An Elgar Reference Collection.

Fujita, M., Krugman, P., & Venables, A. (2000). *Economía Espacial: Las ciudades, las regiones y el comercio internacional*. Barcelona: Ariel.

Oates, W. E. (1972). *Fiscal Federalism*. Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich.

Ostrom, V., Tiebout, C. M., & Warrem, R. (1958). The organization of government in metropolitan areas: a theoretical inquiry. *The American Political Science Review*.

Ruiz, César A. (2015). *Metropolización de las grandes ciudades en Colombia: una aproximación desde las instituciones subnacionales y el desarrollo económico*. Tesis Doctoral en Ciencias Económicas. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Tiebout, C. (1956). A Pure Theory of Local Expenditures. *Journal of Political Economy*, 64, 416 - 424.

## Generación de residuos peligrosos en Colombia, periodo 2002 – 2012

Maicol Andrés Martínez González<sup>a\*</sup>, Saúl Martínez Molina<sup>b</sup>, Oscar Javier Suarez Medina<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá-, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup>Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá-, Bogotá, Colombia

<sup>c</sup>Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá-, Bogotá, Colombia

\*[maamartinezgonal.edu.co](mailto:maamartinezgonal.edu.co)

### Resumen

En este trabajo se presenta el inventario de generación de residuos peligrosos en Colombia, para el periodo comprendido entre los años 2002 a 2012. Se construyó a partir de la identificación de materias primas, los datos de su consumo contenidos en la Encuesta Anual Manufacturera (EAN) y la asignación de las características de peligrosidad de estas sustancias usando diferentes bases de datos. Para establecer la generación de las cantidades de residuos peligrosos, se aplicó la metodología desarrollada por el Programa de Investigación Sobre Residuos (PIRS) de la Universidad Nacional de Colombia, la cual consiste en la asignación de porcentajes de generación de residuos, con base al sector industrial que consuma materias primas con característica peligrosa. Entre los resultados obtenidos se destaca que para el año 2002 se generaron 136.247 toneladas de residuos peligrosos en el país, mientras que en el año 2012 se generaron 444.288 toneladas, lo que representa un aumento del 226%, pero este aumento presentó fluctuaciones a lo largo de todo el periodo de estudio presentando un valor máximo de 499.204 toneladas en el año 2010. También se encontró que la generación más alta de residuos peligrosos debido a su característica peligrosa CRETI (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico e inflamable) eran aquellos con característica tóxica para todos los años del estudio, a excepción del año 2009, en donde se generaron más residuos peligrosos con característica inflamable.

**Palabras clave:** Generación Residuo Peligroso, Características de Peligrosidad, Materias Primas Peligrosas.

En Colombia no existe un inventario que permita visualizar la generación de residuos peligrosos (RESPEL) a partir de materias primas con característica peligrosa (MPCP), aunque si existe un antecedente de un inventario de RESPEL, el cual fue desarrollado para el área metropolitana de Bogotá y Soacha, entre los años 2000 y 2004. De este inventario, se lograron identificar 63 sectores industriales con 133 subsectores que empleaban MPCP. Además, se concluyó que en promedio el 23% de las MPCP fueron empleadas durante el periodo de tiempo de ese estudio (Convenio 478, 2007). Aun así, la importancia de construir un inventario de orden nacional radica en la posibilidad de establecer un panorama del comportamiento de generación de RESPEL en un periodo de diez años (2002 – 2012) y que variables son las que más inciden en su generación.

Para considerar una materia prima como MPCP, es necesario que posea por lo menos una de las características de peligrosidad, sea Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Patógeno-Infecioso y Radioactivo (CRETIP+R). En Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) expidió la Resolución 062 del 2007, mediante el cual se establecieron los parámetros y las pruebas para clasificar las sustancias y los residuos, como un agente peligroso (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, 2007). Esta resolución está basada en las normas establecidas por la EPA, sobre sustancias con características peligrosas. Pero para el presente trabajo, solo se consideraron las primeras cinco características de peligrosidad CRETIP, debido a que están son competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con forme al Decreto 4741 de 2005 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, 2005).

## Metodología

El inventario de generación de RESPEL se construyó realizándose un cruce de información contenida en diferentes bases de datos, sobre cantidades de consumo de materias primas (Encuesta Anual Manufacturera 2002 – 2012 del DANE, Lista de clasificación central de productos) y características de peligrosidad de las sustancias (Hojas de Seguridad, CEPIS.), de acuerdo a la metodología PIRS, la Figura 1 es la representación gráfica de la metodología.

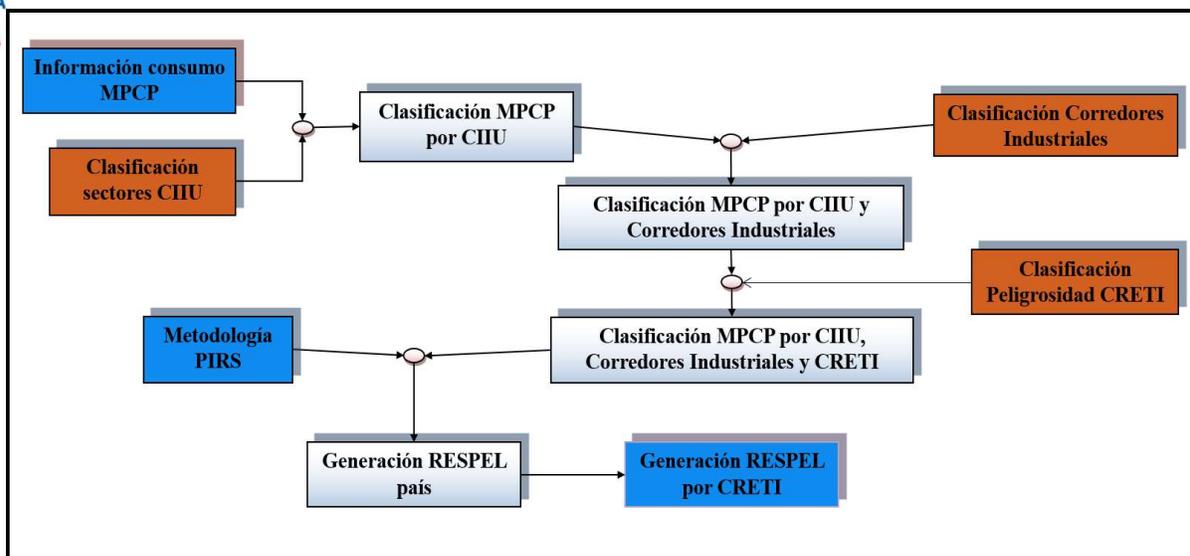


Figura 1 Metodología para la identificación de generación de RESPEL

## Resultados y discusión

A partir de la información registrada en la EAM para el periodo de tiempo de trabajo (2002 – 2012), se organizaron los resultados de consumo total de MPCP y consumo por cada una de las características CRETI, presentados en la Tabla 1.

Tabla 1 Consumo total y por CRETI de MPCP

Año	Consumo Total (Ton)*	Consumo Corrosivo (Ton)	Consumo Reactivo (Ton)	Consumo Explosivo (Ton)	Consumo Tóxico (Ton)	Consumo Inflamable (Ton)
2002	1.958.101	738.337	370.419	89.553	1.546.413	1.140.822
2003	2.302.979	836.133	366.271	65.978	1.852.008	1.246.877
2004	2.394.632	801.713	345.757	60.989	1.868.215	1.463.462
2005	2.704.438	945.830	340.774	62.755	2.050.950	1.639.627
2006	4.187.391	983.632	1.773.016	67.394	3.594.598	1.696.779
2007	5.780.911	993.623	3.042.555	99.370	4.995.466	2.056.077
2008	5.453.505	926.370	3.086.196	77.412	4.980.937	1.678.357
2009	2.793.411	738.883	675.398	78.742	1.843.768	1.617.845
2010	5.986.598	881.054	3.862.672	143.268	4.967.840	1.587.215
2011	4.712.529	904.975	2.325.049	93.698	3.623.153	1.709.717
2012	6.106.993	2.176.888	3.273.119	503.448	5.562.310	1.771.868

Elaboración: Propia. \*Datos tomados de la EAM periodo 2002 – 2012 Fuente: (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2002 - 2012).

En la Tabla 1, se muestra el crecimiento en el consumo de MPCP, siendo 1.958.101 toneladas en el 2002 y 6.106.993 toneladas en el 2012, lo que significa un crecimiento en más del 212%. Pero se presenta un comportamiento fluctuante entre los años 2008 y 2012, llegando a un valor mínimo de 2.793.411 toneladas en el año 2011. Por otro lado, de las materias primas catalogadas como toxicas, en el año 2002 se consumieron 1.546.413 toneladas y en el año 2012 se consumieron 5.562.310, representando un aumento del 260% en su consumo, siendo de las MPCP las que más se consumió en el país durante el periodo de estudio.

A partir de los datos establecidos en la Tabla 1, se calcularon las cantidades de RESPEL generadas en Colombia para el periodo de estudio, resultados presentados en la Figura 2, en donde se observa que la generación de RESPEL, paso de 136.247 toneladas en el 2002 a 444.288 toneladas en el 2012, representando un aumento del 226%, además de presentar el mismo comportamiento fluctuante entre los años 2008 a 2012, llegando a una producción de 499.204 toneladas en el año 2010.

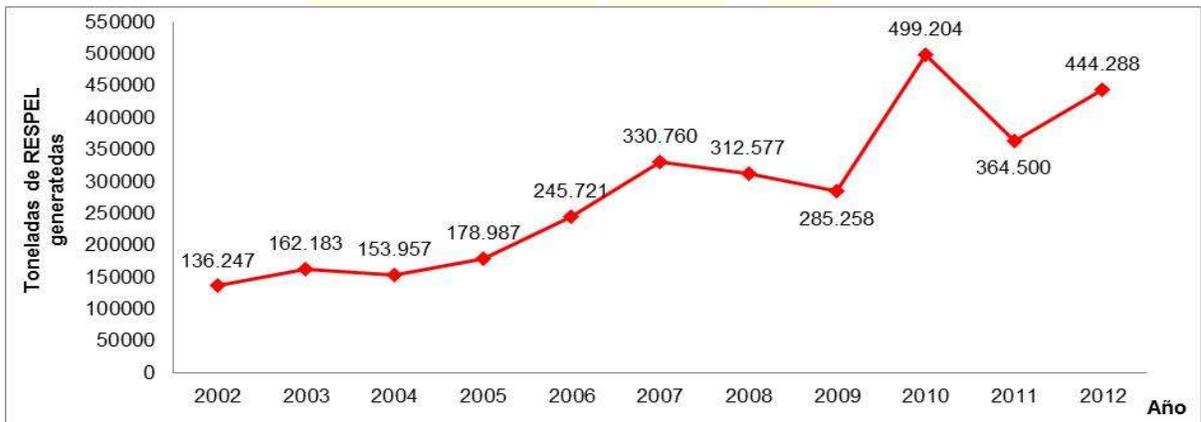


Figura 2 Generación total de RESPEL en Colombia para el periodo 2002 - 2012.

Elaboración: Propia.

Por otro lado, en la Figura 3 se muestra la segregación de las cantidades generadas de RESPEL por característica CRETÍ. Se observa como los RESPEL que más se generan en cada uno de los años del estudio, son aquellos cuya principal característica de peligrosidad es ser Tóxico.

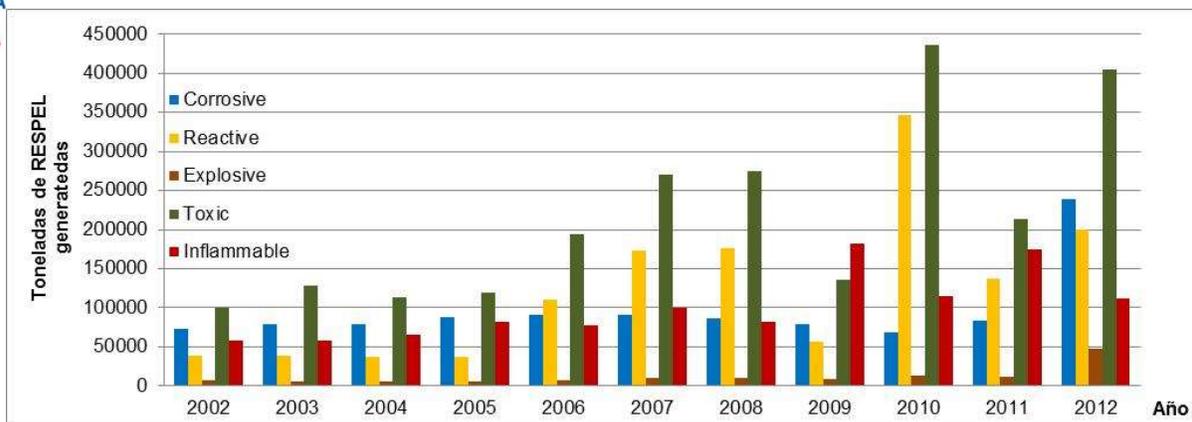


Figura 3 Generación de RESPEL por característica CRETI para el periodo 2002 - 2012. Elaboración: Propia.

## Conclusiones

El consumo de MPCP aumento en Colombia, pasando de 1.958.101 toneladas en el 2002 a 6.106.993 toneladas en el 2012, representando un aumento del 212%. Las materias primas con característica de peligrosidad Toxica, son las de mayor consumo, siendo 1.546.413 toneladas en el 2002 a 5.562.310 toneladas en el 2012, con un aumento del 260%.

La generación de RESPEL en Colombia aumento durante el periodo 2002 – 2012 en un 226%, siendo 136.247 toneladas en el 2002 a 444.288 toneladas en el 2012. El RESPEL con característica de Toxicidad es el de mayor generación en todos los años menos en el año 2009, donde los residuos inflamables fueron los más generados.

## Referencias bibliográficas

Convenio 478. (2007). Convenio 478 FOPAE - Universidad Nacional de Colombia, Informe Final: *ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSO, RESPEL, PARA LOS SECTORES INDUSTRIALES MANUFACTUREROS DE BOGOTÁ D.C.* Bogotá D.C.

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2002 - 2012). *Encuesta Anual Manufacturera años 2002 a 2012.* Bogotá D.C.

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). *Cuentas Nacionales Anuales de Colombia.* Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM (2007). *Resolución 062, "Por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país"*. Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS. (2005). *Decreto 4741, "por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral"*. Bogotá D.C.



## Diseño colaborativo de hábitats saludables. Estudio de caso vereda Granizal – Bello – Antioquia

Beethoven Zuleta Ruiz <sup>a</sup>, Julián López Sánchez <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Director Proyecto. Profesor Titular Escuela del Hábitat-Facultad de Arquitectura Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

<sup>b</sup> Arquitecto. Estudiante Maestría en Hábitat. Grupo semillero de investigación PAE Granizal – Escuela del Hábitat. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

\*E-mail: [fazuleta@unal.edu.co](mailto:fazuleta@unal.edu.co)

### Resumen

Este proyecto fue desarrollado por un grupo de 22 estudiantes de distintos programas de pregrado en Arquitectura, Ingenierías, Humanidades, Medio ambiente y desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Focaliza como campo de trabajo la vereda Granizal del Municipio de Bello donde está ubicado el segundo asentamiento de población desplazada más denso y complejo de Colombia.

Sus habitantes, proceden de distintas regiones del país, especialmente de las áreas donde se ha focalizado el conflicto armado (Chocó, Urabá, Tolima, Cundinamarca, Nariño, etc.).

Los territorios configurados como consecuencia del desplazamiento se han caracterizado como ilegales, razón por la cual las instituciones públicas expresan tener impedimentos para ofrecer programas que favorezcan la calidad de vida de sus habitantes. Aunque las comunidades se han organizado, enfrentan múltiples obstáculos para adecuar las viviendas y planificar la infraestructura social. Se crea así un contexto de estancamiento generalizado en el que los factores negativos acumulados favorecen los vectores de contaminación ambiental, el desarrollo de enfermedades y la proliferación de conflictos que a la postre se confabulan para implantar una situación de inseguridad, pobreza y descomposición social.

Bajo este contexto, el grupo de investigación desarrolla una metodología colaborativa de impulso a la innovación social en procesos de intervención del asentamiento que documenta los criterios técnicos y sociales de la habitabilidad,



para proyectar acciones sobre los aspectos más vulnerables a partir de la planeación participativa en la construcción y definición de una política de legalización del asentamiento.

La aplicación de la metodología en talleres y laboratorios de procesamiento y producción del material obtenido en trabajo de campo, se organizaron diseños en los aspectos de la caracterización cartográfica del territorio y la proyección de ésta en propuestas para intervenir la vivienda, el espacio público, el equipamiento y las redes de servicios básicos.

**Palabras clave:** Asentamiento ilegal, Diseño colaborativo y participativo, Hábitat saludable.

## Introducción

El trabajo investigativo en asentamientos considerados informales e ilegales ha sido desarrollado por la unidad académica que respalda este proyecto desde la década de 1980 cuando se funda el programa de estudio de vivienda para América Latina – Peval en Cooperación con el gobierno de Holanda. Este programa se cualifica como centro de estudios del hábitat popular. Actualmente mantiene esta perspectiva y enfoque de investigación como Escuela del Hábitat.

En el caso del territorio en estudio, el acercamiento y presencia de la UN en la vereda Granizal se plantea como una alianza metodológica con el trabajo adelantado por la Universidad de Antioquia a lo largo de 14 años con el grupo de investigación Educación Superior en Salud-EDUSALUD (Col 0104528) de la Facultad de Medicina.

Desde la perspectiva tecnológica de la legalización, los grupos de investigación en Hábitat, han impulsado acciones de legalización mediante ordenanzas aprobadas por la Asamblea Departamental de Antioquia en áreas protegidas, ordenamiento territorial, distritos agrarios, mesas ambientales, entre otras. Igualmente se ha avanzado en la construcción de laboratorios de estudios proyectuales de asentamientos en estado de vulnerabilidad ambiental, social y territorial, en el que se conjugan esfuerzos y conocimientos de las organizaciones locales comunitarias, entidades internacionales como ACNUR, Universidades, y organismos estatales como alcaldías, Área Metropolitana, entre otros.

Dadas las características del asentamiento en sus aspectos geológicos, geomorfológicos, infraestructurales y paisajísticos, en los que se evidencian situaciones insolubles, como es el caso de la ocupación de los retiros de las cuencas hidrográficas, o la edificación de viviendas en zonas de riesgo en ladera, es insalvable asimismo el recurso de la creatividad para disponer cambios asociados a la reubicación in situ, y la proyección de decisiones que requieren grados de tolerancia, diálogo y disponibilidad a la adaptación.

Los desarrollos metodológicos producidos en esta experiencia pueden constituir una metodología replicable en otros contextos, capaz de generar una apropiación singular por otras colectividades.

Para esta propuesta es una apuesta pensar en soluciones estructurales de problemas técnicos hasta ahora resueltos con enfoques estandarizados tales que los pozos sépticos, las viviendas individualizadas, las vías al servicio del automotor, y que reclaman otros enfoques más asociados a los intereses de la sostenibilidad, que exigen innovaciones para producir un hábitat colectivo y unas tecnologías apropiadas que cimienten el espíritu comunitario.

El estudio socio tecnológico, pretende entonces poner en marcha una estrategia de implicación y participación de las comunidades en espacios de trabajo colaborativo con las instituciones públicas y privadas de carácter educativo, social, cultural, empresarial y profesional, para perfilar soluciones e imaginarios de futuro en los aspectos de la economía local, el trabajo digno, la innovación empresarial, el empoderamiento de las capacidades organizativas y su aplicación en la transformación del territorio con una visión sana y saludable de sus espacios privados y colectivos, visualizados y contrastados mediante experiencias ejemplares que animan unas prácticas y actitudes optimistas, proactivas e interactivas con la sociedad, las instituciones, las sensibilidades y las emociones colectivas.

Para este propósito se realizaron talleres de conversación con personas adultas, jóvenes y niños, orientados a perfilar escenarios e imágenes de futuro en el territorio, basados tanto en la visión ampliada del territorio local/subregional/regional y en los referentes del urbanismo y sus componentes: hábitats residencial, social, y ambiental, mapas de riesgos, las viviendas, zonas y conectores, redes de servicios básicos (acueducto, alcantarillado), y ecosistemas naturales: paisaje, huertas, jardines públicos y cuencas hidrográficas.

## Metodología

La metodología planteó dos fases de trabajo. En la primera fase, se realizó un trabajo de reconocimiento integral desde los distintos componentes del estudio, realizado a partir de talleres con las comunidades y laboratorios técnicos, que permitieron recopilación y diagnóstico de información documental técnica y cartográfica de base.

Este estudio denominado socio tecnológico, exploró estrategias y metodologías en los aspectos de la economía local para el diseño de un trabajo digno, las potencialidades de la innovación empresarial enmarcada en la industria artesanal o pre-industrial, el empoderamiento de las capacidades organizativas con una visión de ciudad sana y saludable, y para visualizar experiencias ejemplares que animen unas prácticas culturales en la agricultura, la culinaria, el cuidado del cuerpo y del espacio saludable, y con base en las cuales fuera posible caracterizar la visión de futuro del asentamiento.

En la segunda fase, centrada en los aspectos de la vivienda, la infraestructura, los equipamientos, etc. Fueron considerados aspectos asociados a mapas de riesgos, zonas y conectores, agrupación de viviendas y de servicios básicos (acueducto, alcantarillado), ecosistemas naturales: paisaje, huertas, jardines públicos, cuencas hidrográficas, etc.

## Resultados y discusión

Se obtuvieron perfiles para el diseño de estándares de habitabilidad para un asentamiento informal en sus escalas espaciales-residenciales, colectivas, comunitarias, sectoriales y en las escalas de proyección territorial en lo urbano y lo rural y sus combinaciones: semi-urbano, semi-rural, etc. Estos perfiles aportan un conocimiento práctico, que puede ser aplicable en la interpretación de las normas de Estado que establecen la restitución integral de derechos para poblaciones víctimas de la violencia y el desplazamiento y que favorecen una compensación integral en la relocalización de comunidades desplazadas.

Se perfilaron herramientas técnicas en el nivel cartográfico para documentar el estado predial de ocupación del asentamiento a partir de los mapas satelitales,

porque los mapas suministrados por el IGAC, reflejan imprecisiones en los datos geotécnicos, geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos de la zona.

Se perfilaron esquemas de proyectación y diseño de áreas de recomposición de los hábitats para atender o intervenir las condiciones insalubres y de riesgo ambiental que caracterizan el asentamiento.

Estos perfiles se presentan públicamente en un taller al cual se convocan las comunidades, las instituciones públicas, las instituciones civiles y ONG's públicas y privadas de carácter regional e internacional. El evento se realizó en diciembre del año 2016 en el auditorio Gerardo Molina de la Universidad Nacional de Colombia.

Se establece un encuentro de análisis y proyección de resultados con el equipo técnico de la vicepresidencia de aguas de las Empresas Públicas de Medellín-EPM, al cual asiste un delegado del municipio de Bello.

## Conclusiones

El trabajo metodológico de talleres y laboratorios en el que concurren estudiantes de pregrado en una configuración interdisciplinaria despliega una alta capacidad creativa en el intercambio de conocimientos, el aprovechamiento de la información de campo, la sensibilización por el contacto y la conversación con los pobladores, y los ejercicios de diseño colaborativo con la participación de la población afectada por el desplazamiento forzado.

El desarrollo de interpretaciones y análisis en contextos altamente complejos y en situación de riesgos crean condiciones para hacer una revaloración y re-inención de las normas generalmente poco ajustadas a la comprensión de las realidades sociales que desbordan los cánones y estándares de medición de la legalidad o la ilegalidad de comportamientos y conductas sociales.

Desde lo anterior se valora el aporte de la experiencia y los ejercicios desarrollados como instrumentos que integran un conocimiento conceptual a la resolución de problemas, siendo muy valorable el planteamiento metodológico-proyectual basado en el diseño colaborativo y participativo de distintas capas de organización del conocimiento cooperado de estudiantes, comunidades y profesores.

## Agradecimientos

Se hace un reconocimiento a ACNUR, a la Junta de Acción Comunal que integra las juntas sectoriales, y a la Universidad de Antioquia que a través de su facultad de medicina desarrolla un trabajo social terapéutico con las comunidades.

## Referencias bibliográficas

Actas del hábitat: revista de estudios del hábitat y de las iniciativas de investigación e intervención del hábitat popular. - Medellín. - Vol. 1, no. 2 (Oct. 2011); 132 p.

Seminario Internacional por el Hábitat Popular. (1.: 2008: Medellín, Col). Memorias primer seminario internacional por el hábitat popular. Laboratorio Internacional por el Hábitat Popular; Escuela del Hábitat CEHAP. // En: Actas del hábitat popular = Actes de l'habitat populaire. - Vol.1, no.1 (Ene.2009); 175p.



## Un programa sostenible en vía de extinción. La posibilidad educativa de cambiar el pensamiento ambiental

Diana Yurany Álvarez Márquez <sup>a</sup>, María del Carmen Suarez Millán <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Universidad de Caldas, Colombia

<sup>a</sup>[dianayurany.alvarez@ucaldas.edu.co](mailto:dianayurany.alvarez@ucaldas.edu.co)

<sup>b</sup>[mariadelcarmen.suarez@ucaldas.edu.co](mailto:mariadelcarmen.suarez@ucaldas.edu.co)

### Resumen

El programa de Licenciatura en Educación Ambiental que oferta la Universidad de Caldas es especialmente para atender a la población como programa regional. Los resultados obtenidos han llenado de satisfacción a la Universidad y al programa, así como a los estudiantes y egresados que hacen parte de él. Sin embargo, a partir de los nuevos lineamientos para programas de Licenciaturas esta tiende a desaparecer dadas las exigencias gubernamentales.

El objetivo del presente trabajo es mostrar como un programa que ha dado buenos resultados en la Universidad y a nivel regional, deba desaparecer o reestructurarse a tal punto que su esencia deba transformarse para dar cumplimiento a una normativa que diferentes Instituciones no tienen claro cómo aplicar.

**Palabras clave:** Licenciatura en educación ambiental, pensamiento ambiental, formación en valores, ambiente.

### Introducción

El Programa Licenciatura en Educación Ambiental de la Universidad de Caldas tiene como objeto de estudio la interacción entre la Educación Ambiental (como disciplina específica de formación) y la Pedagogía (como disciplina fundante de los programas de formación de maestros). La educación ambiental según la Política Nacional de Educación Ambiental de Colombia es el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, con base en el 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.

El medio ambiente tiene importancia clara y contundente en la formación de ciudadanos conscientes y responsables respecto del medio que les proporciona la subsistencia y las cosas agradables de la existencia, de ahí el valor que adquiere la Licenciatura En Educación Ambiental en la región. Aun así, el programa de Licenciatura en educación Ambiental se ha visto en la necesidad de renovarse ya que no cuenta como muchos otros programas de licenciatura con los requerimientos que la nueva política educativa solicita para aquellos que formaran a los futuros educadores del país, a tal punto que, desde su denominación, pasando por el plan de estudios y titulación cambiará en efecto. Se buscará que su esencia permanezca y que sea posible seguir formados educadores con sensibilidad hacia la vida, el ambiente y cada uno de los seres que nos rodean. ¿Por qué deben transformarse programas que dan buenos resultados?

## Metodología

El proceso metodológico estuvo compuesto de 4 fases: en la primera se realizó una comparación entre diferentes programas de licenciatura, afines con la nuestra con el ánimo de caracterizarlas para establecer debilidades, fortalezas y posibles mejoras. En la segunda etapa se realizó una revisión exhaustiva de la resolución que se ha puesto en marcha y la comparamos con los lineamientos actuales, se reconocieron puntos de encuentro y desencuentro. En la tercera fase se llevó a discusión y encuentro con expertos en el tema, con delegados de diferentes entes del estado. En una cuarta fase se realizaron foros con estudiantes y docentes, se socializaron uno a uno los puntos que establece la nueva resolución y se llega a pensar que si hay programas que están bien constituidos, sus egresados están bien ubicados, cada día tenemos más interesados en cursarla, sea posible que este tenga que desaparecer o estructurar su currículo de manera que se convierta en programa nuevo, si este es aceptado según los nuevos lineamientos.

## Resultados y discusión

La educación ambiental, es más que el estudio cognoscitivo de las relaciones ecológicas y ecosistémicas de los seres vivos, proporciona a las personas la

oportunidad de incrementar su propia sensibilidad ante los problemas ambientales y sociales. Orientada a los hechos y a sus problemas; se centra en las causas radicales de la degradación ambiental y exige orientación interdisciplinaria.

Después de revisar varios programas a fines se pone de manifiesto que en cuestión de calidad el programa tiene mucho que ofrecer y que se encuentra en condiciones similares a los revisados.

Al revisar la nueva resolución nos damos cuenta que tiene muchas características que podrían fortalecer el programa, pero, así mismo encontramos otras que al aplicarlas nos veríamos obligados a cambiar la esencia del programa, al involucrarse la denominación, aumento en créditos, ampliación hacia otras competencias etc.

La reunión con expertos permite tener más claridades frente a la situación con los cambios que se proponen, tanto los que estarían a favor como en contra, después del análisis para los programas regionales los cambios se direccionan en contravía y podríamos llegar al punto de tener que cerrar el programa.

Sería interesante que los programas de buenos resultados tuvieran la oportunidad de continuar conservando su denominación y otras características esenciales, claro está, continuando con su mejoramiento no con cambios radicales como lo expone la nueva resolución.

## Conclusiones

Un programa debe renovarse constantemente pero no asumiendo que los cambios deben aplicarse en su totalidad sin tener claridades en las consecuencias que estos pueden generar a nivel académico, administrativo, económico, social.

La nueva resolución puede darnos pautas, ya que hay propuestas interesantes y que fortalecerían la calidad, pero al cambiar algunas nos afectan las que estaríamos dispuestos a fortalecer no eliminarlas.

La Educación Ambiental requiere una escuela que permita la participación activa de toda la comunidad en la construcción del conocimiento para encontrar alternativas de solución acordes con su problemática particular.

Ángel, A. (1993). La Trama de la Vida: Las Bases Ecológicas del Pensamiento Ambiental. Cuaderno Ambiental No. 1. Ministerio de Educación Nacional-IDEA. Universidad Nacional. Bogotá.

Tobasura, I. Sepúlveda, L. H. (1997). Proyectos Ambientales Escolares – Estrategias para la Formación Ambiental. Universidad de Caldas. Centro Editorial de la Universidad de Caldas. Manizales.

Torres, M. (1992). Reflexión y Acción: El Diálogo Fundamental para la Educación Ambiental. Serie Documentos Especiales 2 Pedagogía y Ambiente. Ministerio de Educación Nacional – UNESCO – Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.



## Problemática ambiental: entre el orden ecosistémico y el desorden cultural

Ing. Leonel Vega Mora, MSc. PhD.<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

\* E-mail: [Lvegamora@unal.edu.co](mailto:Lvegamora@unal.edu.co)

### Resumen

La *problemática ambiental* se configura en la interacción de los seres humanos con el ecosistema Tierra, y aunque dicha interacción ha existido desde la aparición del ser humano hace unos dos millones de años, empieza a evidenciarse y a ser realmente sentida solo a partir del siglo XVIII, coincidiendo con la revolución industrial y con un desbordado crecimiento poblacional. A pesar de la corta existencia de los seres humanos en la Tierra, su actividad transgrede continuamente las leyes naturales, hasta el punto de constituirse en una amenaza al orden, equilibrio y regularidad de las leyes de la vida.

La comprensión de la problemática ambiental lleva al estudio integral y sistémico de la naturaleza, y es consecuencia directa de la cosmovisión que, sobre ella, su creación y evolución han tenido los seres humanos en el tiempo. Involucra la opción epistemológica y permite plantear que *“la problemática ambiental se origina entre el orden ecosistémico y el desorden cultural, como consecuencia quizás, de la corta existencia y experiencia humana en la Naturaleza y su poco conocimiento del cosmos y de la especie misma”*.

A partir de una breve revisión y reflexión sobre la cosmovisión evolutiva, se realiza un acercamiento a los procesos de flujo de energía y ciclos de materia que rigen el orden ecosistémico y se identifican aquellas acciones humanas que caracterizan el “desorden cultural”, transforman y transgreden las leyes de los ecosistemas y configuran la problemática ambiental actual.

En definitiva, la problemática ambiental, se origina en el descontrolado crecimiento poblacional, se potencializa en el injusto e inequitativo ordenamiento y acceso a los bienes y servicios, y se materializa en la vulnerabilidad generalizada de la población. Más que una problemática de carácter técnico y científico es una

problemática de carácter político y de gestión que caracteriza el modelo de desarrollo económico actual.

**Palabras clave:** Problemática ambiental, ecosistemas, cultura.

## Introducción

Al referirse a “la problemática ambiental”, es común hacerlo de esos grandes problemas que aquejan a la humanidad y al planeta Tierra. Dicha problemática integra todos los “problemas ambientales” generados por pequeñas y/o grandes acciones antrópicas, y aunque a primera vista y en el corto plazo parecieran inofensivas, en el mediano y largo plazo, producen efectos evidentes y causan graves y profundos daños al ambiente global.

El ser humano ha dependido de la naturaleza. Todos sus desarrollos tecnológicos que conforman el paradigma instrumental actual no pueden existir por sí mismos en forma independiente y hacen olvidar con facilidad, que para poder funcionar necesitan del flujo de energía solar, de los ciclos de materia y demás servicios de los ecosistemas. No ver este hecho con claridad es causa fundamental de la problemática ambiental.

## Metodología

A partir de una breve revisión y reflexión sobre la cosmovisión evolutiva, se realiza un acercamiento a los procesos de flujo de energía y ciclos de materia que rigen el orden ecosistémico y se identifican aquellas acciones humanas que caracterizan el “desorden cultural”, que transforman y transgreden las leyes de los ecosistemas y configuran la problemática ambiental actual.

## Resultados y discusión

### Cosmovisión evolutiva

El análisis científico abre paso a la “cosmovisión evolutiva”, que plantea la ocurrencia de cuatro emergencias evolutivas, como grandes sistemas o formas organizativas (figura 1).

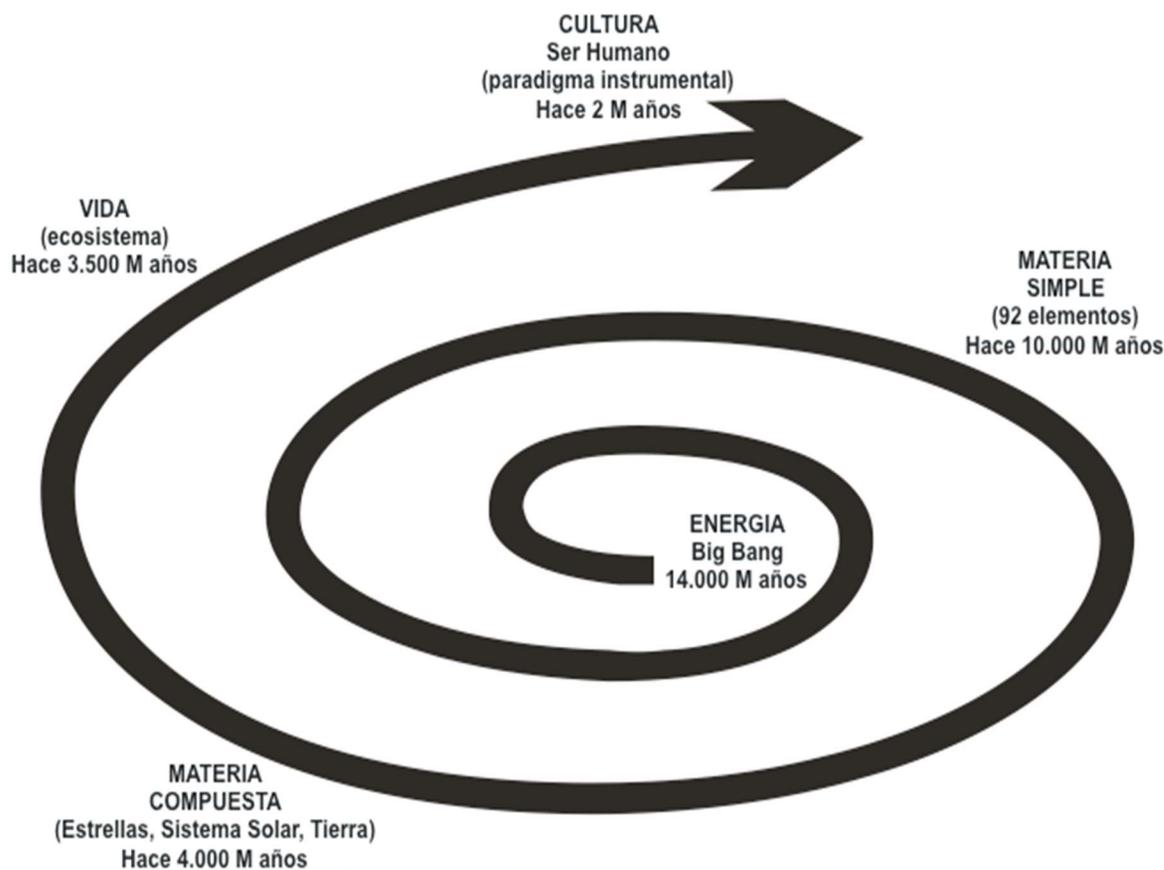


Figura.1. Emergencias evolutivas como sistemas naturales. Fuente: Vega, 2011.

## El orden ecosistémico

Significa que antes de la aparición del hombre ya existía un orden natural que regía el comportamiento y funcionamiento de la vida en el planeta, determinado por el flujo de energía y los ciclos biogeoquímicos de la materia (Ángel, 2007).

### El concepto de ecosistema

La figura 2 esquematiza el funcionamiento de los ecosistemas. Los organismos captan y transforman energía del sol, organizándose en niveles tróficos que se interrelacionan y agrupan en poblaciones.

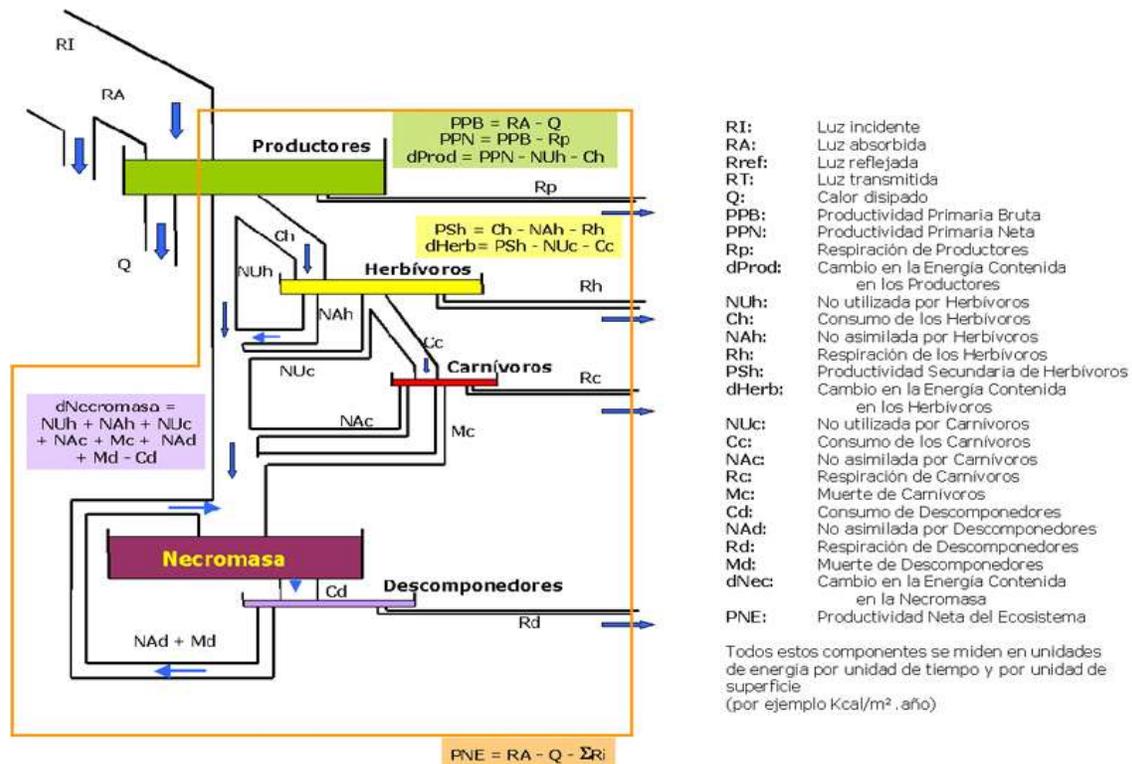


Figura 2. Diagrama de flujo de energía en ecosistemas. Fuente: (Batista y Graff, 2004). Recuperado de <http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/figuras.htm>

### Servicios ambientales de los ecosistemas

Constituyen la base del desarrollo socioeconómico. Se pueden organizar en tres categorías funcionales (Vega, 2005): de regulación, de soporte y de control (figura 3).

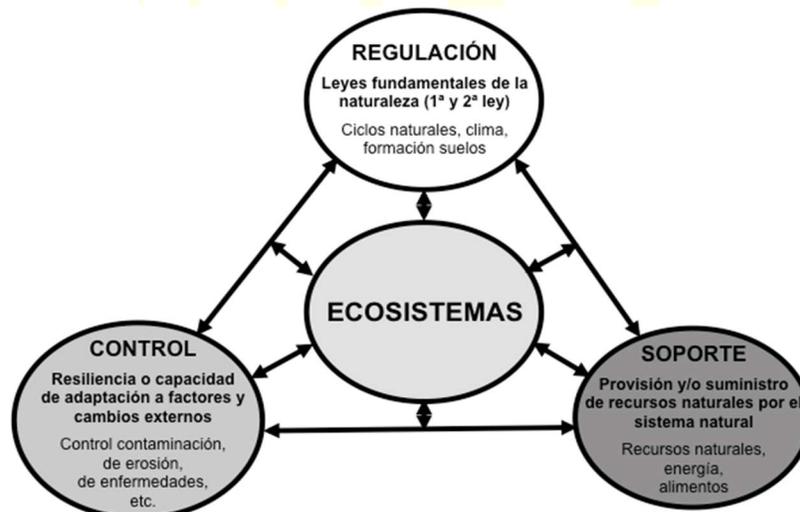


Figura 3. Servicios ambientales de los ecosistemas. Fuente: El Autor

La comprensión del orden ecosistémico debe avanzar a la comprensión de la cultura como experiencia humana en la naturaleza. A continuación, se identifican aquellas acciones humanas que transforman y transgreden el orden ecosistémico, y son generadoras de “desorden cultural” y problemas ambientales.

### Crecimiento poblacional exponencial

La revolución industrial del siglo XVIII dio paso al crecimiento exponencial de la población en el siglo XX (figura 4).

Estudios globales sobre Huella Ecológica (UNDP, 2016), concluyen que serían necesarios otros dos planetas Tierra para soportar la población mundial de manera sostenible.

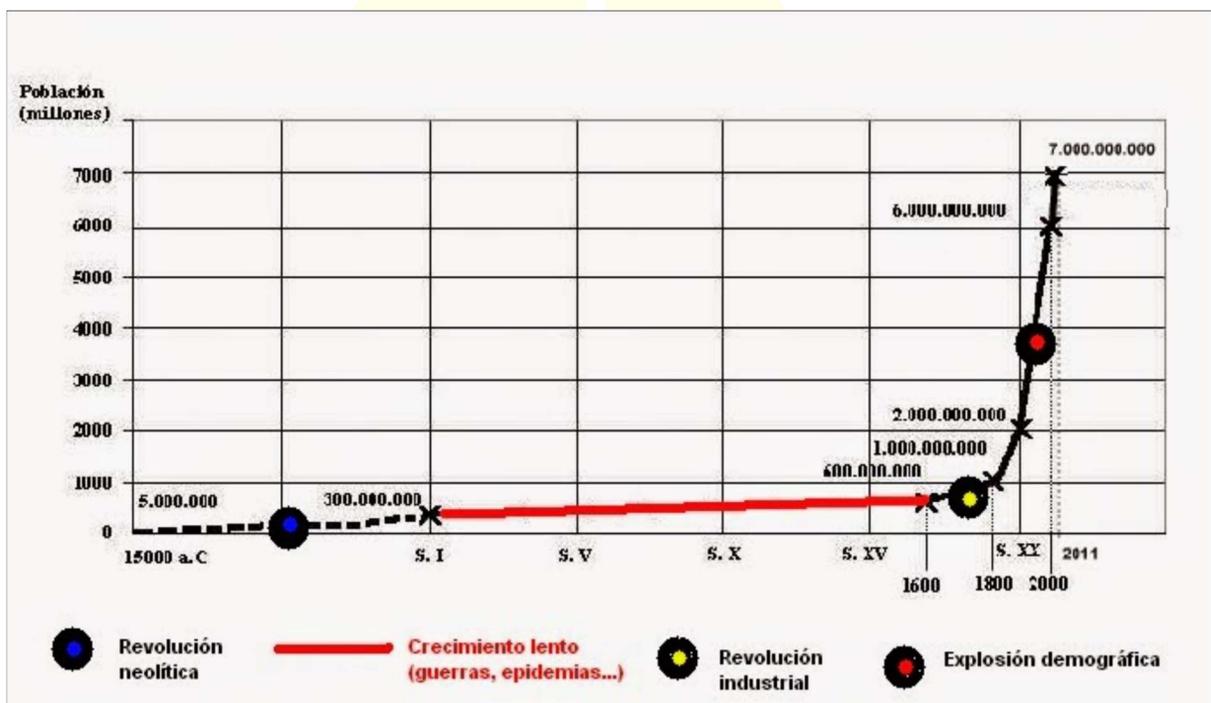


Figura4. Evolución de la población mundial. Fuente: Ayén, 2016.

### Concentración de riqueza y poder

La concentración de riqueza y poder en unos pocos y la distribución de pobreza y vulnerabilidad en la mayoría de la población (figura 5) hace insostenible el modelo de desarrollo actual.

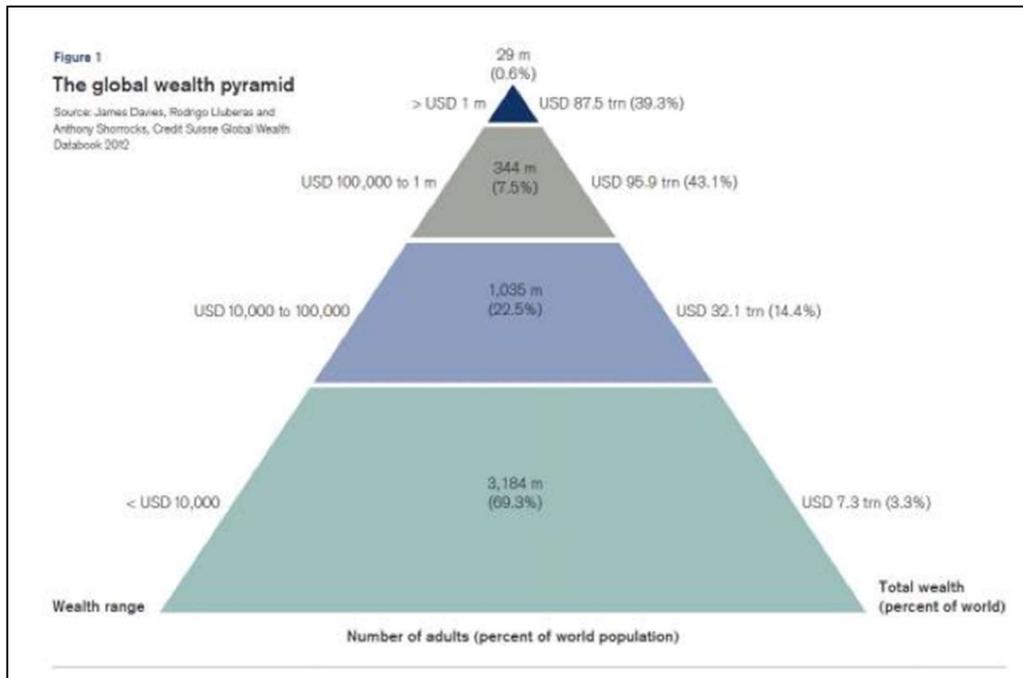
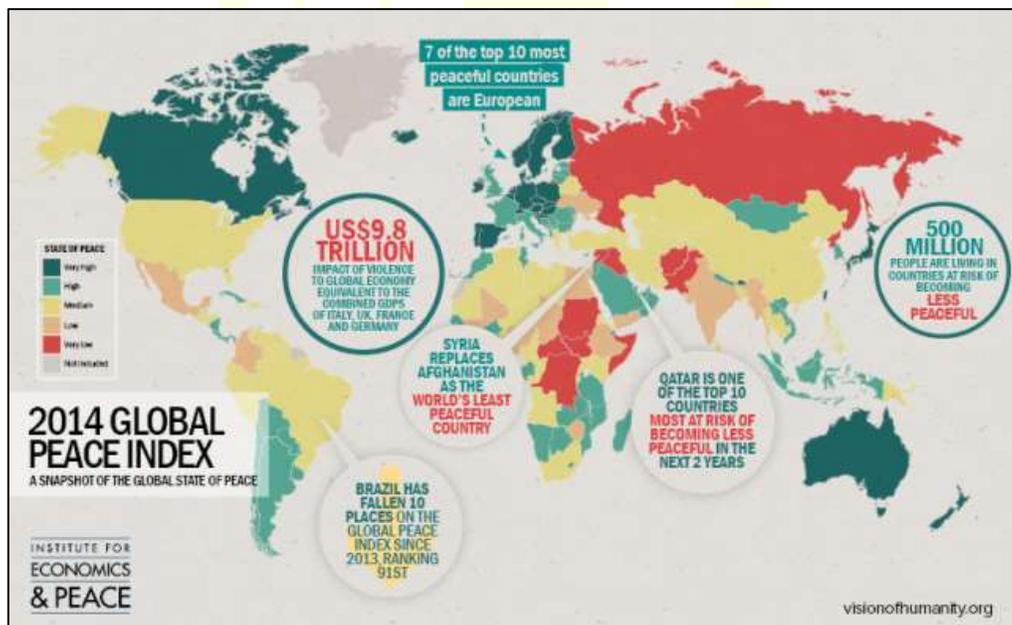


Figura 5. Concentración de riqueza y poder. Fuente: DataBook, 2012

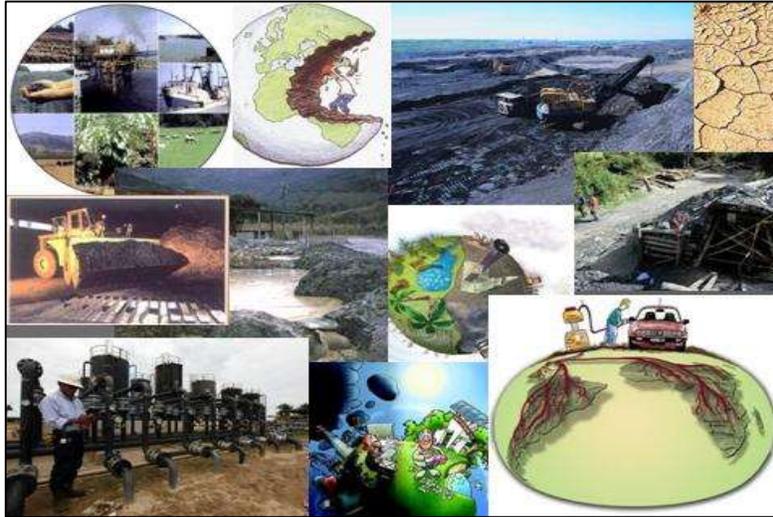
## Conflictos bélicos

Los conflictos bélicos nunca han sido, ni son, ni serán una solución válida para corregir la explosión demográfica y mucho menos la problemática ambiental. Son simplemente un gran negocio y otra causa más de problemas ambientales.



## Uso y/o explotación irracional de bienes y servicios ecosistémicos

Además de llevar al agotamiento de bienes y servicios ecosistémicos, es generadora de impactos y pasivos ambientales. Son consecuencia de un inexistente o inadecuado ordenamiento ambiental del territorio.



## Generación y disposición inadecuada de residuos líquidos, sólidos y gaseosos

El incremento de la demanda de bienes y servicios ecosistémicos conlleva el incremento de residuos líquidos, sólidos y gaseosos. Si la tasa de generación de residuos sobrepasa la tasa de resiliencia de los ecosistemas, se impide el cumplimiento efectivo de los ciclos biogeoquímicos de la materia.



## Generación de impactos ambientales

Se definen como “alteración o variación significativa de las condiciones de estado de uno, varios o todos los componentes del medio ambiente, como consecuencia de acciones antrópicas o fenómenos naturales, que en cualquier caso afecten seres humanos” (Vega, 2017).



## Generación de pasivos ambientales

Son impactos ambientales que no fueron adecuadamente previstos, mitigados y/o eliminados. Son la escala más “huérfana” de los problemas ambientales y su manejo implica altas erogaciones económicas.

## Conclusiones

La problemática ambiental, se origina en el descontrolado crecimiento poblacional, se potencializa en el injusto e inequitativo ordenamiento y acceso a los bienes y servicios, y se materializa en la vulnerabilidad generalizada de la población. Más que una problemática de carácter técnico y científico es una problemática de carácter político y de gestión que caracteriza el modelo de desarrollo actual. Es generada por acciones antrópicas de concentración: de población, de riqueza, de poder, de contaminantes, de mitos mediáticos, de cosmovisiones y hasta de dioses. Su solución genérica será desconcentrar, pero siempre a través del marco institucional de políticas públicas que permita disminuir las vulnerabilidades institucionales, económicas, sociales y ambientales de cada Nación.

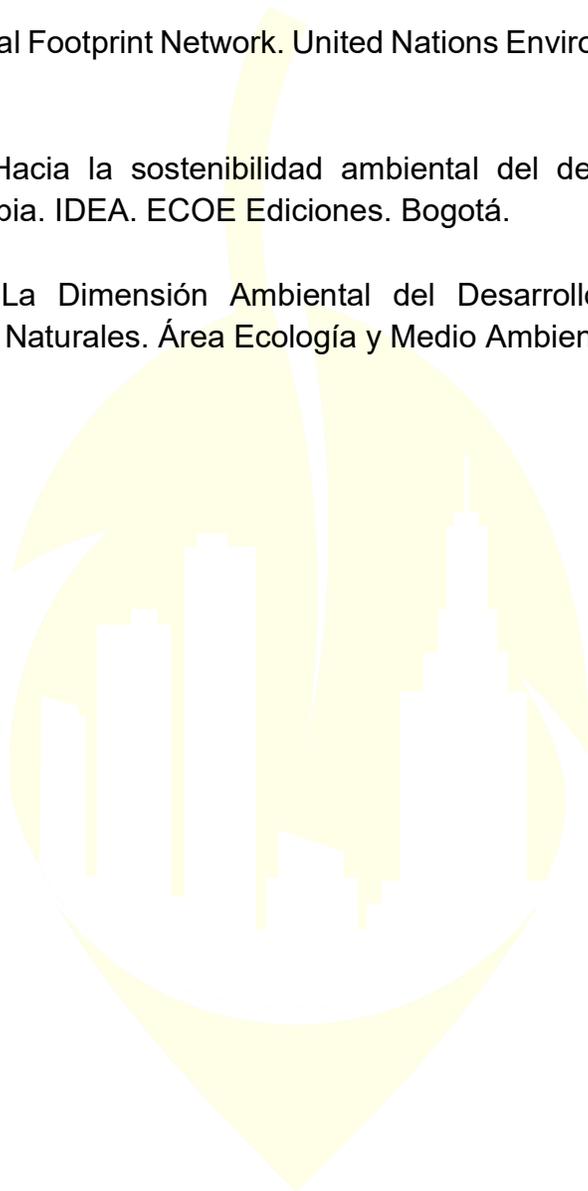
## Referencias bibliográficas

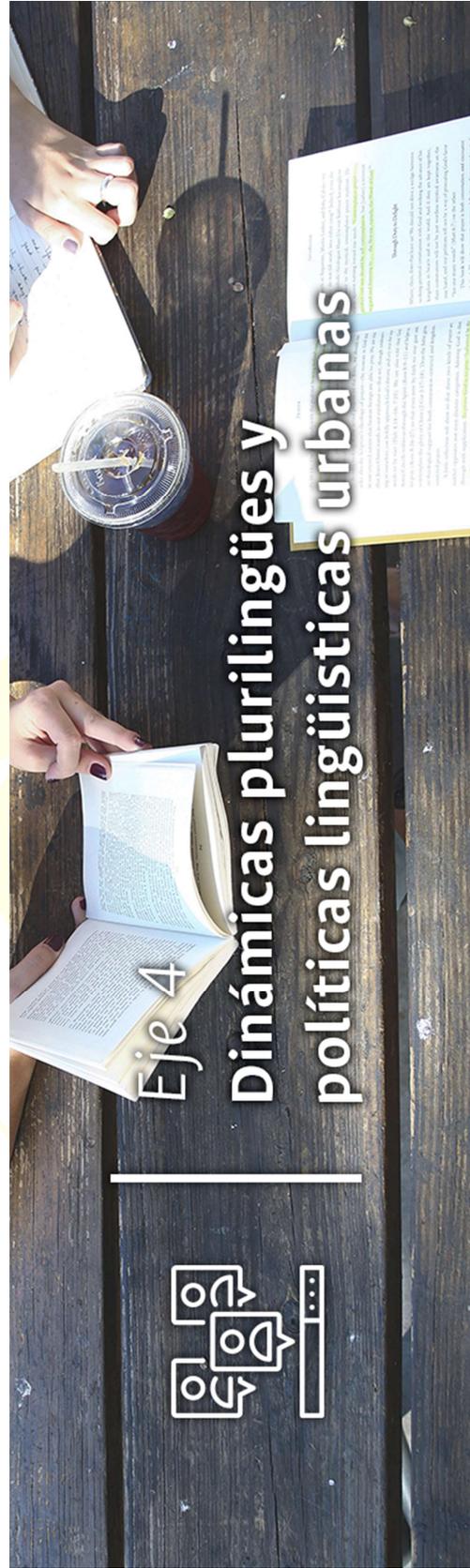
Angel Maya, A. [1997]. El Orden Ecosistémico. Conceptualización ambiental Ecosistema y Cultura. Ministerio del Medio Ambiente. ICFES. Bogotá, D.C.

UNEP (2006). Global Footprint Network. United Nations Environmental Programme. New York.

Vega, L. (2005). Hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. IDEA. ECOE Ediciones. Bogotá.

Vega, L. (2017). La Dimensión Ambiental del Desarrollo. ECOE Ediciones. Colección Ciencias Naturales. Área Ecología y Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.





## A propos des politiques linguistiques urbaines au Brésil : ‘Les Crabes’ projet social de français dans une bibliothèque à Recife

Joice Armani Galli

*UFPE, Recife, Brasil*

*joicearmanigalli@gmail.com*

### Résumé

Les mobilités migratoires ont connu un grand essor dans les dernières années. Les centres urbains grandissent de plus en plus et la réalité sociale impose que des politiques publiques dans tous les domaines de la société soient mises en route. À cet égard, nous parlerons dans cette communication à propos des politiques linguistiques pour le français en tant que langue étrangère (FLE) au Brésil. Située ainsi dans le cadre des dynamiques plurilingues, la proposition de cette présentation compte sur l'expérience du projet 'Les Crabes' dans un quartier sensible de la ville de Recife. En 2011, ce projet, dont le public ce sont les enfants d'une bibliothèque communautaire, est né dans le but de développer des politiques linguistiques, au Nord-est du Brésil. Étant donné que le partenariat entre la mairie et l'Alliance française locale était finie, l'UFPE a élaboré un projet appuyé sur le binôme langue-culture pour donner suite à cette initiative. Au départ, ce projet a été proposé par une étudiante de Lettres, membre du groupe de recherche LENUFLE. Ceci dit, l'envie de travailler le français dans une communauté dont la survie principale au niveau économique est l'élévation des crabes explique le nom du projet. Néanmoins, la question centrale 'Comment motiver les enfants à s'intéresser par l'enseignement-apprentissage du français' était difficile à répondre. Pour ce faire, la recherche ne pouvait être répondue autrement que par son vécu linguistique, dont la durée, à l'heure actuelle, dépasse déjà six ans. L'objectif étant celui de sensibiliser les enfants à une langue-culture méconnue de sa réalité scolaire engendrait une méthodologie pointue sur la progression linguistique à imprimer à chaque année. Les résultats permettent d'indiquer les points faibles et les points

forts de cette expérience. Ledit projet entraîne des valeurs concernant le côté humain de l'enseignement de LE dans la formation de citoyens du monde.

**Mots clé :** langue étrangère, politiques publiques, recherche, enfants, bibliothèque.

## Introduction

À l'occasion de l'année de la France au Brésil, en 2009, la mairie de Recife célèbre un partenariat avec la ville de Nantes, qui est devenue à cette époque ville jumelle. Dans les projets visés par les deux villes, l'un des objectifs était celui de réaliser des échanges postaux entre les membres, du côté brésilien, de la Bibliothèque Communautaire CaranguejoTabaiaras (BCCT) et du côté français, du projet 'Nantes lit dans la rue', réalisé par l'Atelier du 14<sup>1</sup>. Ceci dit, il fallait apprendre le français et pendant une année les membres de la Bibliothèque suivaient de cours auprès de l'Alliance française. En 2011 le partenariat entre la mairie et l'AF est fini et les élèves ont dû arrêter la formation linguistique. Dans cette période, le laboratoire a entamé le projet, dont la problématique était ainsi présentée : 'Comment motiver les enfants d'une réalité difficile à s'intéresser au français ?'

Les résultats de ce travail réalisé tout au long de cinq ans permettent d'affirmer qu'il y a un appel au quatrième axe thématique du présent Colloque, à savoir : Dynamiques plurilingues et politiques linguistiques urbaines, car nous avons réussi à développer un projet social jusqu'à l'heure actuelle (à partir de 2016 l'équipe du projet a été renouvelée). De plus, il nous semble pertinent d'articuler cette présentation orale à l'objectif de l'année Colombie-France, 2017, puisqu'un réseau à ce sujet pourra être établi lors des échanges au niveau scientifique et académique entre les deux pays concernés.

## Méthodologie

La mise en place de ce projet a démarré encore en 2011, à partir des ateliers hebdomadaires offerts à la communauté. Les circonstances d'avoir parfois la présence de plus de 15 enfants dans le tout petit espace de la Bibliothèque (6m<sup>2</sup>) a souligné la pertinence de systématiser ces rencontres.

---

<sup>1</sup> Pour en savoir plus : <http://atelier14.net/nanteslitdanslarue/?cat=71>

En 2012, la réalisation des entretiens auprès de la communauté concernant les attentes par rapport à la formation en français a signalé l'importance d'exploiter l'interculturel. L'année suivante, nous avons travaillé les représentations évoquées par le français langue-culture. En 2014, l'analyse du terrain nous a permis de débiter par la méthode *Amis et compagnies*. La préparation de cours et l'élaboration des matériaux étaient le moteur des réunions du groupe de recherche et ont beaucoup contribué à la réflexion au niveau de la production didactique.

À ce stade, la progression a imposé le changement pour le manuel *Tout va bien*. Mais il faut préciser que c'était l'élaboration des activités contextualisées qui ont assuré l'assiduité des écoliers. Dans la dernière année, nous nous sommes rendu compte du fait qu'il fallait distribuer les enfants par tranche d'âge dès le début. La prise de conscience sur ce travail *in loco* et la gestion des contraintes institutionnelles sont l'une de pistes essentielles pour assurer la durée au travail d'engagement et de formation humaine.

## Résultats et discussion

En 2014, la Bibliothèque a reçu une grosse correspondance comme réponse à toutes les lettres, courriels et vidéo-conférences réalisée par skype entre les deux villes. L'image suivante et le tableau synthèse de cet échange culturel illustre l'intégration entre les communautés concernées :



Figure 1 : Présentation de l'*Oiseau* aux enfants de la communauté brésilienne  
(Photo : Lorena Santos)

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<i>D'où venez-vous?</i>	<i>Da minha casa, de Recife, de Pernambuco, do Brasil.</i>
<i>Est-il vrai que les enfants travaillent pour gagner de l'argent ?</i>	<i>Sim, no sinal de trânsito vendendo flanela, pipoca, picolé e limpando os vidros dos carros.</i>
<i>Que faites-vous comme travail ?</i>	<i>Arrumamos a casa, lavamos pratos e cuidamos de nossos irmãos mais novos.</i>
<i>Est-ce que vous avez déjà vu une 'arara azul' ?</i>	<i>Sim, no zoológico e nos filmes.</i>
<i>Où dormez-vous ? Dans une maison ou dans une cabane en bois ?</i>	<i>Na minha casa de tijolos. Mas o meu tio dorme em uma casa de madeira.</i>
<i>Est-ce que vous avez un endroit pour jouer ?</i>	<i>Sim, na rua, em casa e em uma praça que tem balanço e gangorra.</i>
<i>Est-ce que vous avez l'électricité chez vous ?</i>	<i>Claro, mas às vezes falta.</i>
<i>Quels sont les oiseaux qui existent au Brésil ?</i>	<i>Periquito, papagaio, sabiá, galo de campina, beija-flor...</i>
<i>Comment est la vie au Brésil ?</i>	<i>É boa porque temos uma família, temos brincadeiras e o que comer. É ruim porque tem crianças que pedem esmolas, que não têm família, que não estudam e que se drogam.</i>

Tableau 1 : Activité réalisée par le projet Les Crabes.

En 2015, l'étudiante responsable par le projet est partie en France. Dans le but de connaître la communauté d'échange elle a porté également un livre-lettre au profit de l'oiseau-lettre. Le crabe géant a poussé les enfants de la communauté Malakoff à s'en aller au Brésil, comme l'indique l'image ci-dessous :



Figure 2 : Le crabe et les enfants de Nantes (photo : Lorena Santos).

Ainsi, l'une des clés pour introduire le français dans les programmes officiels serait le lettrisme en LE. Cette notion travaille la transversalité des domaines, l'intégration, l'inclusion de tous à travers un langage relié à la société, à des systèmes sociaux différents. De cette manière, l'enseignement-apprentissage de la langue française ne devrait pas seulement être accessible à une élite, mais être proposée de plus en plus dans les réseaux publics d'enseignement afin d'encourager une littératie de l'homme qui puisse être source d'enrichissements aussi bien sur le plans sociaux qu'humains.

## Conclusions

Nous avons donc d'une part, la communauté brésilienne située dans un quartier sensible, plus précisément dans une mangrove de Recife et, d'autre part, une communauté d'immigrants en France. Toutes les deux, chacune à son tour, met en évidence l'importance d'intégrer les participants et de les impliquer dans leurs échanges.

Pour conclure, en janvier 2017, ce projet a été publié sous la forme d'un article scientifique qui vient de sortir, dont le titre *Devenir enseignant de français au Brésil : l'expérience du projet 'Les Crabes' pour l'insertion de politiques publiques linguistiques* fait preuve de sa pertinence au niveau social de la formation humaine.

## Références:

Aubin, S. & Galli, J. (2015). Motiver à l'enseignement du français au Brésil. In : *Le Français Dans Le Monde*. Numéro 397/Janvier-Février. Paris : CLE International, p. 34 et 35.

Base Nacional Curricular Comum: Línguas Estrangeiras, [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conhecaDisciplina?disciplina=AC\\_LI\\_N&tipoEnsino=TE\\_EF](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conhecaDisciplina?disciplina=AC_LI_N&tipoEnsino=TE_EF), 11/09/2016.

Galli, J. A. Santos, L. (2016). Tornar-se professor de francês no Brasil: a experiência do projeto 'LesCrabes' para a implementação de políticas públicas linguísticas. *Cadernos de Letras da UFF*:Niterói, número 53, p. 379-401.

<http://www.cadernosdeletras.uff.br/index.php/cadernosdeletras/article/view/271/17>

Galli, J. A. (2015). A noção de intercultural e o ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras no Brasil: representações e realidades do FLE. *Revista EntreLínguas*, volume 1, número 1, p. 111-129.

<http://seer.fclar.unesp.br/entrelinguas/article/view/8055>

\_\_\_\_\_ (2014). Francês como língua estrangeira e como língua adicional: a diferença que multiplica. *Revista Salto para o Futuro*, volume Revitalização do Ensino de Francês no Brasil. Maio de 2014.

[http://www.tvbrasil.org.br/fotos/salto/series/15454203\\_14RevitalizacaoEnsinoFrancesBrasil.pdf](http://www.tvbrasil.org.br/fotos/salto/series/15454203_14RevitalizacaoEnsinoFrancesBrasil.pdf)



## Les politiques linguistiques concernant l'enseignement du FLE en milieu universitaire colombien : l'exemple de l'université de Caldas

Germana Carolina Soler Millán<sup>a</sup>, Guillaume Roux<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Université de Caldas, Manizales, Colombie

<sup>b</sup>Université de Caldas, Manizales, Colombie

\*[carolina.soler@ucaldas.edu.co](mailto:carolina.soler@ucaldas.edu.co)

### Résumé

Ce travail traite de la situation du FLE en milieu universitaire colombien dans un contexte sociolinguistique favorisant l'anglais. L'étude des politiques linguistiques concernant les langues étrangères en Colombie conduit à mettre en évidence la présence de politiques floues qui se répercutent par une valorisation de l'anglais par rapport au français dans tous les contextes, notamment universitaire. Pour confirmer ce point au niveau de l'université de Caldas, notre premier terrain d'enquête, une étude a été menée en suivant une méthodologie qui se base sur 268 questionnaires sociolinguistiques et 30 entretiens d'enseignants et apprenants de FLE. Nous avons ensuite collecté 5 entretiens d'un deuxième terrain, constitué d'anciens étudiants de FLE d'universités colombiennes évoluant aujourd'hui en contexte authentique comme la France. L'étude de ce terrain a pour but d'éprouver les répercussions des politiques linguistiques actuelles sur la qualité d'un enseignement qui permettrait de savoir évoluer en contexte authentique. L'analyse des résultats met en évidence tout d'abord un contexte favorisant largement l'anglais, des problèmes de méthode et de programmes pour les enseignants, une absence de documents authentiques pour le français, un budget déséquilibré en faveur de l'anglais, une absence de motivation et de connaissance d'opportunités pour les étudiants et les Colombiens installés en France. Il s'agirait ainsi de travailler sur ces éléments problématiques pour essayer de rétablir l'équilibre entre deux langues qui ont, à l'université de Caldas, un volume horaire identique et qui sont toutes deux obligatoires. Ceci serait possible en revalorisant les possibilités avec le français et en rééquilibrant les niveaux budgétaires pour accroître le matériel disponible pour le FLE.

**Mots clés :** Politiques linguistiques, idéologie de la langue, représentations sociales, Français Langue Etrangère, milieu universitaire.

## Introduction

L'enseignement de la langue française, après la Seconde Guerre Mondiale, est conditionné fortement par la situation sociopolitique de la Colombie. L'Europe étant en reconstruction, l'Amérique Latine cherche son soutien auprès des Etats-Unis.

Cet antagonisme entre un anglais conquérant et les affinités latines en faveur du français amène à l'idée d'une langue du travail (l'anglais) et d'une langue de la culture (le français) (Schoell, 1973). En somme, le français ne constitue plus un capital linguistique d'un point de vue individuel, ou pour des employeurs potentiels (Chareille, 2001).

Depuis peu, la situation du FLE s'améliore. En 2008, ACOLPROF<sup>1</sup> et l'Ambassade de France en Colombie lancent le projet de réintroduire l'enseignement du français dans le système scolaire public.

Cependant, malgré ces touches positives, le FLE reste particulièrement désavantagé par rapport à l'anglais. Le contexte universitaire reste notamment touché. Il nous reste donc à identifier les manques et les besoins pour permettre au français d'être enseigné dans des conditions au moins égales à l'anglais. Ici, nous étudierons l'exemple de l'université de Caldas.

## Méthodologie

De fait, une enquête composée de deux terrains différents a été réalisée. D'un côté, il s'agit d'enseignants et apprenants de FLE de l'Université de Caldas en Colombie. Pour le deuxième terrain, il s'agit de Colombiens diplômés de FLE installés en France pour des raisons académiques et/ou professionnelles. Une étude quantitative (premier terrain : 268 questionnaires) analysée avec le logiciel Sphinx Plus<sup>2</sup> et une étude qualitative (premier terrain : 30 entretiens semi-directifs, deuxième terrain : 5 entretiens semi-directifs) ont été réalisées et analysées avec les logiciels lexicométriques Lexico3 et Tropes.

---

<sup>1</sup> Association colombienne des professeurs de français.

## Résultats et discussion

L'enquête a révélé que chez les enseignants, les apprenants et les Colombiens en France, l'anglais a encore une place privilégiée dans les pratiques et l'idéologie linguistique. Ce qui renvoie, au-delà du milieu universitaire, aux idéologies et politiques linguistiques et ce qui a créé les conditions de manque dans l'enseignement qu'ils ont reçu.

Parmi les inconvénients exprimés vis-à-vis de la prédominance de l'anglais, lorsque les enseignants du premier terrain répondent au questionnaire, nous découvrons que parmi les principales contraintes auxquelles ils doivent faire face se trouvent « le programme d'enseignement » (44,4 %), « les méthodes non-adaptées » (44,4 %), puis le « nombre important d'élèves par classe » (33,3%) et enfin les « objectifs fixés par le Ministère de l'éducation nationale » (22,2%). Ces éléments représentent des caractéristiques qui sont à lier à la prédominance de l'anglais, avec des objectifs fixés par le Ministère qui favorisent les programmes d'anglais et négligent ceux du français.

Une des conséquences majeures est qu'il s'avère aussi qu'il n'existe pas de ressources de matériel authentique à disposition des apprenants de FLE. D'après les enseignants, les universités consacrent la plupart de leur budget à l'anglais en délaissant le français. Ce sont deux matières qui ont le même taux horaire, obligatoires pour ceux qui veulent se diplômer en Langues Etrangères.

De même, il existe un manque de sensibilisation aux possibilités avec le français. De fait, les entretiens permettent d'affronter un manque d'opportunités avec de la langue française souvent contrastée avec l'anglais et a un impact sur la motivation des étudiants.

Les entretiens du deuxième terrain permettent de confirmer ces informations. Les expatriés reconnaissent leur faiblesse en français une fois en contexte authentique. Ils confirment ces informations en indiquant, selon leurs propres termes, qu'ils se sentent en sécurité linguistique avec l'anglais et en insécurité linguistique avec le français.

## Conclusions

Dans ce travail, nous avons pu observer que les politiques linguistiques favorisent la langue anglaise, ce qui se répercute sur l'enseignement du FLE. En effet, les enseignants et les étudiants de l'université de Caldas confirment cet avantage qu'a l'anglais. Cela a des conséquences sur le manque de matériel concernant le français, des déséquilibres budgétaires, des consignes ministérielles et des programmes inadaptés. Ces faiblesses sont également soulignées par les Colombiens en France. Ils ont également corroboré ce qu'ont exprimé les étudiants : le manque de sensibilisation aux possibilités avec le français.

Les opportunités dans des pays comme le Québec et la France influencent le désir et ainsi la motivation d'apprendre le FLE en Colombie. En effet, l'Hexagone est le troisième pays de destination des étudiants colombiens, après les États-Unis et l'Espagne, avec près de 3500 étudiants dont 525 doctorants, inscrits dans des institutions d'enseignement supérieur en 2011-2012. Également, la Colombie est le 2<sup>ème</sup> pays d'Amérique Latine le plus représenté en France. Un changement peut également rendre possible le vote de budgets importants pour l'acquisition d'un bon matériel authentique pour cet enseignement.

## Sources

Chareille S., 2001, « *Aménagement linguistique et constitution d'un ensemble régional : le cas du Mercosur (Argentine, Brésil, Paraguay et Uruguay) et du Chili* », Thèse de Doctorat, mai 2001, Université PARIS III–La Sorbonne Nouvelle – Ecole normale supérieure de Lettres et Sciences humaines de Lyon, Paris.

Chareille S., 1997, « *Docientos años de enseñanza del francés en Colombia* », Paris III, Paris.

Mothe J.C, 1977, « *Evaluation de l'enseignement du français en Colombie, Rapport d'une mission effectuée à Bogotá, Cali, Popayán, Cartagena et Medellín du 5 au 11 décembre 1977* », B.E.L.C., Miméo, Paris.

Schoell F. L., 1973, « *L'avenir du français* » p. 368–371 et « *L'influence anglo-saxonne* » p. 301–302 in *Le Français hors de France, Montevideo–Uruguay*.

## Colonialidad del saber y del ser en las concepciones de interculturalidad en un programa de lenguas modernas en Colombia

Jorge Hernán Herrera Pineda<sup>a</sup>, Claudia Elizabeth Ortiz Ruiz<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

<sup>b</sup> Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

\*E-mail: [jorgehernanherrera@hotmail.com](mailto:jorgehernanherrera@hotmail.com)  
[ceortiz@uniquindio.edu.co](mailto:ceortiz@uniquindio.edu.co)

### Resumen

Los fenómenos conexos a la globalización no son recientes, de hecho, comienzan a manifestarse desde el descubrimiento de América por cuenta de las gestas conquistadoras de España en el siglo XV. Posterior a este suceso de trascendencia universal es la modernidad la que ocupa el lugar nuclear en la historiografía de los pueblos que de una u otra forma fueron y siguen siendo considerados como subalternos o subdesarrollados a la luz de las políticas geoestratégicas del eurocentrismo y de la política exterior norteamericana. Consecuentemente y por cuenta de la modernidad cuya lectura debe revisarse igualmente como una forma de occidentalización agresiva con repercusiones epistemológicas y ontológicas de difícil percepción y por vía de la globalización o mundialización cuyas huellas se expresan en el sistema-mundo capitalista, la enseñanza-aprendizaje de la interculturalidad de las lenguas-culturas extranjeras en Colombia merece entonces una revisión que vaya más allá los intereses didácticos y se adentre en la identificación de formas de colonialidad del ser y del saber manifiestas en el currículo oficial y el oculto de los programas de lenguas modernas o extranjeras del país comenzando el estudio en una unidad académica, concretamente en la Universidad del Quindío.

**Palabras clave:** interculturalidad, colonialidad del ser, colonialidad del saber.

La enseñanza-aprendizaje de las lenguas-culturas extranjeras debe enfatizar de manera vehemente en el fenómeno de la interculturalidad evitando a toda costa su olvido en el afán por gramaticalizar las competencias lingüísticas de los estudiantes, trivializando el fenómeno de la intersubjetividad. Sin embargo, no basta con evidenciar políticas sociolingüísticas que promuevan del desarrollo de la competencia comunicativa intercultural. De hecho, la perspectiva accional, paradigma actual en la didáctica de las lenguas-culturas extranjeras promovido por el Marco común europeo de referencia para la enseñanza de las lenguas (MCER, 2002) procura por estrategias mediante las cuales y a través de la “tarea” la intersubjetividad y la interculturalidad adquieran la relevancia necesaria. La inquietud que se genera alrededor de este tipo de enfoques didácticos herederos del comunicativo radica en la manera como se conforma su esencia epistemológica (el pensamiento, las perspectivas de análisis, la interpretación de la realidad) y su esencia ontológica (la lengua, el lenguaje, la interpretación de sí mismo en el mundo) y que se desprenden de ese esfuerzo didáctico que se establece con los estudiantes de lenguas extranjeras o modernas de manera formal u oficial e informal u oculto.

Para el efecto la investigación toma como base de análisis inicialmente el currículo oficial (textos, malla curricular, syllabus, misión, visión, objetivos) y posteriormente el currículo oculto (creencias; convicciones personales y discursos académicos e informales de docentes, directivos, estudiantes; diálogos formales e informales entre profesores o entre profesores y estudiantes, etc.) en donde probablemente reposan evidencias de posibles manifestaciones de colonialidad del ser y del saber y que impactan la didactización de la competencia comunicativa intercultural en el programa de Licenciatura de Lenguas Modernas de la Universidad del Quindío.

## Metodología

Metodológicamente el proyecto se estructura desde una tipología cualitativa, con un enfoque interpretativo transeccional-descriptivo y atendiendo a la vez los principios del diseño longitudinal de evolución de grupo. El proyecto de investigación aún en curso y en su etapa inicial concentra sus esfuerzos en analizar

el tratamiento que se le está dando al fenómeno de la interculturalidad en el Programa ya referido, problematizándolo desde las manifestaciones de la colonialidad del saber (expresiones epistemológicas de la interculturalidad mediadas por este tipo de subalternización) y del ser (expresiones ontológicas mediadas por el Damné (Fanon, 2002)) que despoja de existencia a los sujetos subalternizados. Para el estudio, como ya se advirtió, se toma como fuente de análisis el currículo oficial y el oculto existentes en esa unidad académica profundizando en una muestra poblacional discreta conformada por estudiantes, profesores y graduados, aplicando instrumentos de medición contruidos a partir de dos grupos de categorías de análisis predeterminadas (epistemológicas y ontológicas) que pretenden verificar la posible existencia de la colonialidad del saber y del ser en el fenómeno referido.

Las categorías de análisis que conforman este estudio son de dos tipos: preestablecidas y emergentes. A continuación, se enumeran algunas categorías preestablecidas para determinar la presencia de la colonialidad del saber: paradigma otro (Mignolo, 2001), multiculturalidad (Quintana, 1992), interculturalidad (Del Arco, 1998), transculturalidad (Mancini, 2001), hybris del punto cero (Castro-Gómez, 2005), colonialidad (Quijano, 2000), epistemologías del sur (De Sousa Santos, 2014). En cuanto a las categorías preestablecidas que dan cuenta de posibles manifestaciones de colonialidad del ser se enumeran algunas: colonialidad del ser (Escobar, 2005), bilenguajeo (Mignolo, 2001), hegemonía lingüística (Gómez-Quintero, 2010), crítica cultural latinoamericana (Szurmuk y McKee, 2009), imperialismo cultural (Szurmuk y McKee, 2009).

Por lo pronto y en la medida en que el proyecto se encuentra en su fase inicial todavía no hay resultados ni conclusiones que permitan corroborar la presencia o formas de manifestación de la colonialidad del ser y/o del saber en la implementación didáctica de la competencia comunicativa intercultural. Los instrumentos de recolección de datos que se aplicarán son los siguientes: escalamiento tipo Likert, diferencial semántico; observaciones a clases magistrales, materiales didácticos y ejercicios. La muestra poblacional estará constituida por estudiantes, profesores, directivos y graduados o egresados en quienes el estudio extenderá su análisis por quinquenios desde 1990 hasta el 2015 razón por la cual se requiere además de un diseño transeccional, del longitudinal de evolución de grupo.

## Referencias bibliográficas

Fanon, F. (2002). Les damnés de la terre. Consultado en: <http://sciencepoparis8.hautetfort.com/media/02/01/2897114115.pdf>

Fornet-Betancourt, R. (2004). Crítica intercultural de la filosofía latinoamericana. Madrid, Editorial Trotta.

Gómez-Quintero, J.D. (2010). La colonialidad del ser y del saber: la mitologización del desarrollo en América Latina. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3642109>

León, C. (2008). El color de la razón y del pensamiento crítico en las américas. Recuperado de <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libros/209.pdf>

Maldonado, N. (2004). Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto. Recuperado de <http://www.ram-wan.net/restrepo/decolonial/17-maldonado-colonialidad%20del%20ser.pdf>

## La política lingüística de las lenguas extranjeras en la Universidad Nacional de Colombia

Nadid Hernández Hernández

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia

*nhernandezh@unal.edu.co*

### Resumen

Este trabajo busca presentar la dinámica de las lenguas extranjeras en el seno de la Universidad Nacional de Colombia Sede-Bogotá. En este contexto se analizan algunos de los mecanismos puestos en marcha desde 2003 hasta el segundo semestre del 2016 para responder a una política lingüística que ha sido definida por los poderes centrales y promovidos por lineamientos de la política lingüística del Gobierno Nacional bajo un concepto de “bilingüismo” el cual ha sido fundado alrededor del inglés. Ante este panorama que podría parecer sombrío, aparecen otros actores del campo lingüístico, particularmente aquellos implicados en la puesta en marcha de la planificación. Estos actores bajo una práctica voluntarista, entendida en términos de una actitud que responde a necesidades prácticas, han generado espacios hacia la diversidad lingüística, la cual no siempre responde a la normativa del Estado, generando diferencias entre la política *in vitro* e *in vivo* como lo señala Calvet.

**Palabras clave:** Política lingüística, Lenguas extranjeras, Plurilingüismo.

### Introducción

Según la Unesco, nuestro planeta cuenta con cerca de 6000 a 7000 lenguas; a pesar de dicha riqueza ha sido el inglés quien se ha convertido en la lengua de dominación mundial y cultural tanto punto de referencia cultural para las sociedades contemporáneas, como lengua de comunicación internacional desde el siglo XX. Sin embargo, algunos autores como (Hagège 2012) han señalado este fenómeno como vector de “el pensamiento único” lo cual privaría a las sociedades de la riqueza lingüística como cultural, pero sobre todo de las visiones de mundo que

cada sociedad tiene para. Afirma igualmente que frente a la llegada de un inglés nacido en Inglaterra pero expandido por el modelo cultural e ideológico de los Estados Unidos, lo cual llama la “americanisation” para hacer oposición con los valores culturales que el inglés de Inglaterra vehicula, se hace necesario hacer un llamado, no con el fin de oponerse a una lengua determinada, en este caso el inglés, sino para recordar que en las sociedades actuales resulta de vital importancia poner en marcha políticas lingüísticas encaminadas hacia el plurilingüismo, respetuosas de la diversidad y de sus culturas con el fin de permitir la construcción de sociedades plurilingües respetuosas de la existencia del otro.

Colombia no ha sido ajena a la presencia “americana” y su historia se ha visto construida a partir de sus intereses políticos, económicos e ideológicos. No obstante, este no ha sido el único campo de acción ya que desde hace algunos años su influencia está presente a través de la lengua y de la puesta en marcha de políticas lingüísticas que van en el sentido de la promoción y exclusividad del inglés en el campo lingüístico (Bourdieu). Frente a este panorama en la práctica la pregunta que surge es saber qué ocurre en el campo de la enseñanza de las lenguas extranjeras y de qué manera la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá se ha posicionado frente a este fenómeno. Para responder a la pregunta primero abordaremos la política generada por Ministerio de Educación, posteriormente analizaremos el posicionamiento de la Universidad Nacional y los mecanismos que existen que dan respuesta a dicho fenómeno.

## Metodología

A través del análisis de documentos provenientes de reglamentaciones del Ministerio de Educación, así como de las reglamentaciones puestas en marcha por el nivel central de la Universidad la cual ya había sido estudiada por primera vez por (Quiñonez 2014) se buscó contrastar la política en diferentes niveles para lo cual se llevó a cabo un trabajo de reflexión, observación de terreno, entrevistas sobre los dispositivos creados para llevar a cabo dicha política.

## Discusión y resultados

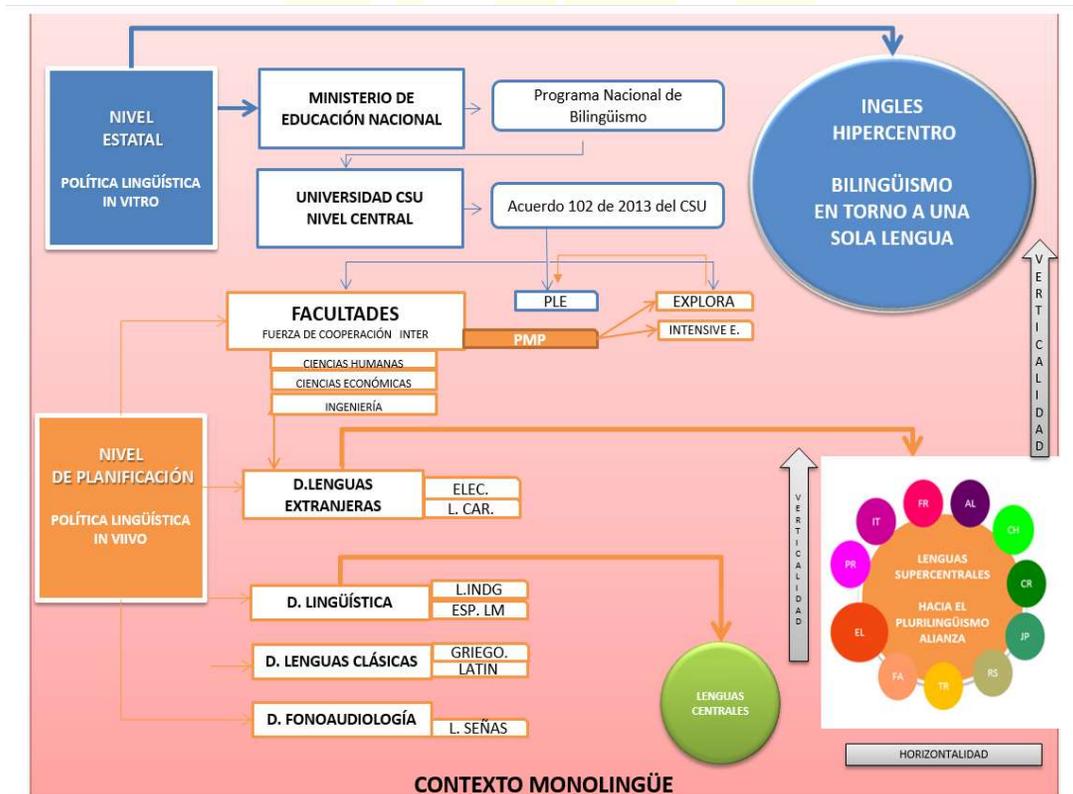
Para Calvet (1996), la política lingüística determina una elección realizada por un grupo en la relación lengua y sociedad cuya puesta en marcha sería la planificación lingüística. Cuando esta política se realiza de manera consciente se la conoce como política *in vitro*, la cual busca intervenir, ya sea el estatus o el corpus

de la lengua a través de proyectos, normas, leyes o lineamientos. Este es el caso de la política lingüística ejercida por organismos estatales como Ministerio de Educación Nacional de Colombia a través del “Programa Nacional de Bilingüismo (PNB) 2004-2019 inglés como lengua extranjera una estrategia para la competitividad”. Bajo esta misma línea se encuentran las políticas lingüísticas emitidas por el poder central de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá a través del Acuerdo 102 de 2013 del CSU en el que se busca que los estudiantes tengan como requisito de idioma para obtención de grado el nivel B1 del MCER en inglés y en el cual no se hace mención a otras lenguas. Estos dos actores crean y dan los lineamientos a seguir de la política lingüística, ya sea a nivel nacional o a nivel universitario respectivamente, pero no son ellos quienes realizan su puesta en marcha.

Es por ello que existe otra acción llamada política lingüística *in vivo*; es decir, cuando la política es el resultado de las prácticas (Calvet 1997). En esta óptica es posible identificar un grupo de actores representados por responsables de decanaturas y especialistas de las lenguas que al encontrarse crean no solamente espacios de reflexión sino también una sinergia capaz de crear modelos que no siempre van en el sentido de una política exclusivamente centrada en torno al inglés. De hecho, estos actores se alejan de las políticas *in vitro* y son los voceros de una promoción, promueve la diversidad lingüística en la Institución a través de la enseñanza de 11 lenguas extranjeras entre las que se encuentran el francés, el alemán, el italiano, el portugués, el ruso, el chino mandarín, el farsi, el turco, el japonés y el coreano. De esta forma, decanaturas en asociación con departamentos, realizan muchas veces sin saberlo, la tarea de la planificación respondiendo a sus propias necesidades, las cuales no siempre corresponden con la realidad excluyente del inglés y que revelan la importancia por un lado, de lenguas como el francés, el alemán, el portugués o el italiano para unos y por otro lado, la necesidad de ofrecer a la comunidad universitaria de lenguas no tradicionales como los son el chino mandarín, el ruso, el coreano el farsi o el turco. Son ellos, los segundos actores, quienes, al querer responder a las dinámicas de la movilidad internacional, a la atracción que ejercen las lenguas europeas y convencidas de la importancia del estudio de las lenguas fomentan el plurilingüismo al interior de la Institución. En sus programas se busca llegar a niveles de competencia comunicativa de B1 hasta C1 del MCER según el programa “ver cuadro” y propician la práctica de experiencias, que, al ser exitosas, son identificadas, discutidas, analizadas y replicadas con el fin de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de las lenguas extranjeras; ejemplo de ello es el

Esta misma configuración también permite abordar las relaciones que tejen las lenguas entre ellas representadas por cada actor. En este sentido, Calvet desarrolla el modelo “gravitacional” en el que crea la noción de ecología de las lenguas. Este modelo permite explicar la relación que ejercen las lenguas entre sí y su relación con un actor plurilingüe. Según el autor, en el contexto de la mundialización, las lenguas pueden organizarse bajo el modelo de la gravitación en el que las menos fuertes gravitan alrededor de otras. Para el autor existe entonces un hipercentro, en el que se encuentra el inglés, alrededor del cual gravitan lenguas supercentrales como el francés, el alemán, el italiano, el español entre otras, y alrededor de las cuales también gravitan lenguas centrales o periféricas como por ejemplo lo serían las lenguas indígenas. Este modelo responde al modelo de comportamiento de las lenguas a la hora de la mundialización, cuyo esquema tampoco es ajeno a las prácticas llevadas a cabo desde el Gobierno Nacional como por diferentes entes de la Universidad.

### Esquema de niveles, actores, documentos, dispositivos, lenguas y relaciones



El panorama de la política lingüística que se presenta en el seno de la Universidad Nacional de Colombia sede-Bogotá corresponde a un campo lingüístico conformado por dos grandes actores: por un lado, el “poder central” administradores del Estado, el cual ejerce una política *in vitro* (Calvet 1999) y por el otro, “los planificadores” quienes ejercen una política lingüística *in vivo* quienes no siempre son concordantes. Para el primer caso, el posicionamiento sugerido gira en torno a un bilingüismo centrado alrededor del aprendizaje del inglés como lengua extranjera como lo muestra el acuerdo Acuerdo 102 de 2013 del CSU. Dicho acuerdo se encuentra en concordancia con los lineamientos de la política lingüística emanados por el Ministerio de Educación Nacional y el “Programa Nacional de Bilingüismo (PNB) 2004-2019 inglés como lengua extranjera una estrategia para la competitividad”. Los textos son excluyentes y proponen una visión del mundo centrada en la necesidad imperante de adaptarse a los nuevos desafíos mundiales ya que se sugiere que el dominio de la lengua inglesa va de la par con el mejoramiento de la calidad de la educación y la entrada de Colombia en la mundialización. Por lo tanto, esta política lo que hace es reforzar y fortalecer el peso del inglés en detrimento de otras lenguas al ser los representantes del Estado quienes las proponen.

Por otra parte, el segundo actor, los planificadores de la política lingüística, llevan a cabo su puesta en marcha que no siempre corresponde a las decisiones del nivel central. De esta manera, al estar en contacto con las necesidades reales del campo lingüístico, para los planificadores la política lingüística no puede ser excluyente; todo lo contrario, trata de compensar las falencias de un modelo centrado en el inglés. Igualmente, cabe resaltar que, si bien es cierto que dicho actor no se opone al inglés, claramente responde a los vacíos de la política lingüística en términos de plurilingüismo gracias al dialogo. Esto es posible debido tanto a las decisiones y posicionamiento ético que los actores toman, pero también al hecho de que lenguas como la francesa, la alemana entre otras, tengan un poder de atracción lo suficientemente fuerte para estar presentes en el campo lingüístico lo cual es realizado por un elemento clave, es decir, la cooperación universitaria y científica.

## Bibliografía

Henri Boyer, « Les politiques linguistiques », *Mots. Les langages du politique* [En ligne], 94 | 2010, mis en ligne le 06 novembre 2012, consulté le 27 janvier 2017. URL: <http://mots.revues.org/19891>

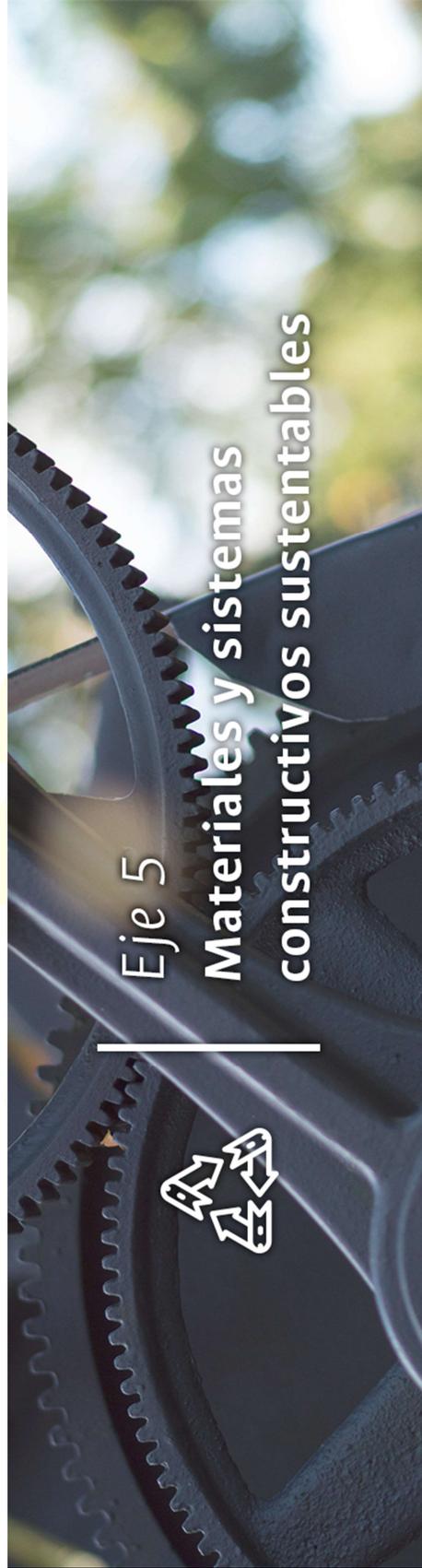
Calvet L.J. (1996), *Las políticas Lingüísticas*, París: Presses Universitaires de France.

Calvet L.J. (1999) *Pour une écologie des langues du monde*, Paris: Plon, 1999.  
Hagège, C. (2012). *Contre la pensée unique*, Paris: Odile Jacob.

Consejo Superior Universitario (2013) Acuerdo 102 de 2013 del CSU, UNAL, Bogotá, 2013.

Ministerio de Educación Nacional, Programa Nacional de Bilingüismo, MEN, Bogotá, 2004.

Quiñones Calderón, Jairo Alberto (2013) *Las políticas lingüísticas de la Universidad Nacional: Reflexiones y retos para el siglo XXI*. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/12903/>



## Reconocimiento y puesta en valor de técnicas y materiales locales, como contribución a la sostenibilidad de comunidades en el posconflicto

Angélica Chica Segovia<sup>a</sup>, María Camila Ramos Zapata<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Colombia

\*E-mail: [achicas@unal.edu.co](mailto:achicas@unal.edu.co)

### Resumen

El arraigo a la memoria favorece la reconstrucción de comunidades inmersas en el posconflicto, restableciendo el sentido de pertenencia y la puesta en marcha de acciones pacíficas, dirigidas a la autonomía y la sostenibilidad. La conservación del patrimonio tangible e intangible de las edificaciones vernáculas y patrimoniales, con sus técnicas, materiales y el saber hacer de una comunidad, se asumió en este proyecto de investigación como mecanismo para fomentar de nuevo el arraigo en el posconflicto. Esto incluye el reconocimiento de sus orígenes y de cómo relacionarse con el territorio, en la solución de necesidades básicas como habitar y alimentarse, hasta otras más complejas como hacerse sostenible, como alternativa a la migración o a la sustitución de técnicas y materiales. Para ello se inició la caracterización y documentación de los sistemas constructivos tradicionales de la arquitectura local, como saberes y oficios que se han ido perdiendo en estos procesos socioeconómicos y políticos complejos. Se involucró a los artesanos locales y a las comunidades, de manera que han logrado ellos mismos ver el valor que tiene su conocimiento y el mantener vivas las tradiciones, así como las relaciones que se establecen con el territorio y entre ellos mismos. Esto supone retos importantes para evitar que aceleradamente se sigan perdiendo las técnicas tradicionales, en el espejismo de un mejor futuro en las ciudades, a la luz de la tan ansiada innovación. Así mismo implica entender que la conservación de lo construido, contribuye a redefinir el tejido que tácitamente se elabora a partir de las obras civiles y arquitectónicas, restableciendo así el rol social de la ingeniería y la arquitectura en el posconflicto. Plantea además la exigencia de dar respuestas a la conservación del patrimonio frente a temas como la sismorresistencia y la sostenibilidad que hacen muchas veces inviable su preservación.

## Introducción

La construcción del hábitat en cada comunidad, constituye una de las formas de patrimonio cultural intangible, que contribuye a la preservación de la memoria, para las generaciones futuras. Se encuentra en el saber hacer de los materiales, las técnicas y los sistemas constructivos locales, elaborados con gran riqueza técnica y conocimiento del lugar, bajo prácticas de sostenibilidad. De ello se desarraigan las comunidades, fruto de los procesos de violencia que los alejan de su cotidianidad en condiciones de desplazamiento, conllevando la pérdida de la memoria, y una serie de problemas sociales complejos, que dificultan la reinserción a la cotidianidad.

Una obsesiva búsqueda de la innovación promueve el olvido y menosprecio de las técnicas tradicionales, favoreciendo el desinterés en conservar y su desaparición. Al tiempo una gran cantidad de edificaciones patrimoniales permanecen construidas con estas técnicas, esperando soluciones sostenibles, durables y técnicamente adecuadas para su intervención; la cual podría lograrse con el saber hacer tradicional que aún atesoran las comunidades.

Así surgió este proyecto con el objetivo de estudiar, identificar, interpretar y documentar la materialidad de las construcciones vernáculas, rescatando la tradición de la arquitectura y la ingeniería colombiana. Se promueve su valoración y conservación, a través de la reinterpretación de las soluciones eficientes y sostenibles ambiental y socialmente hablando; contribuyendo con acciones específicas para el posconflicto. Se busca la recuperación de la memoria y el fomento del arraigo a las tradiciones en las comunidades afectadas, aunque ya no sientan aprecio por ese saber hacer, pues son ellas las que poseen el conocimiento.

## Metodología

Se partió del estudio de la materialidad de las edificaciones tradicionales, en relación con su contexto social, económico, ambiental, entre otros factores que definen su especificidad en relación con una comunidad, un tiempo y un lugar. (Chica Segovia, 2015).

Se tomaron varios conjuntos arquitectónicos, enfocándose en los que mantienen sus materiales y técnicas tradicionales, encontrando la indisoluble relación de tres pilares fundamentales en este contexto que son: la comunidad, el territorio y la relación que se desarrolla entre ellos a través de la tecnología. Es así que se documentaron gráficamente trabajando con las comunidades, los habitantes, los artesanos de diferentes generaciones, quienes compartieron su conocimiento, su forma de habitar, de construir y su cotidianidad.

En un primer proyecto en la zona rural de los municipios de Tinjacá, Tibasosa y Sogamoso (Ramos, 2017), se formuló la metodología de documentación con investigación participativa, trabajando con la comunidad. Se incluyeron aproximadamente 40 construcciones y 2 técnicas constructivas, con soluciones arquitectónicas diversas, en las que los miembros de la comunidad valoraron su propio conocimiento, y lograron ver la importancia que tiene conservar ese saber hacer para sus tradiciones, su permanencia y relación con el territorio.



Ilustración 1. Trabajo de campo con la comunidad en zona rural del municipio de Tibasosa.



Ilustración 2. Trabajo de campo de medición y toma de muestras en zona rural del municipio de Ramiriquí.



*Ilustración 3. Trabajo de campo con la comunidad en zona rural del municipio de Tinjacá.*



*Ilustración 4. Visita y entrevista a campesinos en la zona rural del municipio de Tinjacá.*



*Ilustración 6. Entrevista y visita a construcción en bahareque en la zona rural del municipio de Tinjacá.*



*Ilustración 8. Registro fotográfico y medición de vivienda en bahareque en zona rural del municipio de Ramiriquí.*



*Ilustración 5. Entrevista y visita realizada a campesinos en zona rural del municipio de Tinjacá.*



*Ilustración 7. Registro fotográfico, medición y registro de vivienda en adobe en zona rural del municipio de*



*Ilustración 9. Registro fotográfico y toma de medidas en vivienda en zona rural del municipio de Tinjacá.*



*Ilustración 10. Registro fotográfico de la cotidianidad de las comunidades estudiadas.*

A través de entrevistas con los miembros de la comunidad y recorridos de campo, se documentaron las técnicas propias y se valoraron como manifestaciones culturales intangibles, lo que les permitió a los habitantes reconocer la riqueza local y la importancia de su saber hacer frente a las posibilidades de ser garantes de esta memoria y el interés de mantenerla viva, evitando el abandono y desarraigo al encontrar allí mejores condiciones para habitar.

Posteriormente esta metodología fue aplicada en el trabajo de grado de (D. Zambrano, 2017), dirigido por A.Chica, donde se evidenció la riqueza que ofrece el trabajo con las comunidades en posconflicto, donde la valoración del patrimonio intangible y específicamente en las técnicas de construcción, constituye un medio para el re-arraigo a los lugares afectados.

## **Resultados y discusión**

En el caso de Boyacá, la valoración de la materialidad y del saber hacer, generó orgullo y satisfacción en la población por sus construcciones y conocimientos tradicionales. Asumieron la importancia que tienen, el interés que promueven y lo que significa su arraigo, tradiciones y relación con el territorio. Valoraron la memoria colectiva y la tradición oral, concientizándose de la necesidad de preservación de ese conocimiento.

La arquitectura y la ingeniería tienen un rol esencial en el posconflicto, con soluciones que permitan a las comunidades su reconstrucción y sostenibilidad, a partir del re-arraigo a lo local. Se reconocieron y valoraron las formas más tradicionales de hacer arquitectura, de hacer uso del territorio, de solucionar los problemas ambientales, técnicos e incluso sociales, que les permitirán estructurar nuevamente sus relaciones y reconstruir la memoria. Esto favorece la construcción de gestos de paz a largo plazo, y el aprecio por las tradiciones locales, evitando que la innovación arrase con ello, acercándose más a su realidad en busca de su propia sostenibilidad.

### Referencias bibliográficas

Chica Segovia, A. (2015). El estudio de los aspectos histórico- tecnológicos de las iglesias de pueblos de indios del siglo XVII en el Altiplano cundiboyacense como herramienta para su conservación. Universidad Nacional de Colombia, Doctorado en Arte y Arquitectura, Bogotá.

Millán Guzmán, J. (2003). La casa campesina: Construcción cultural del lugar en Saboyá, Boyacá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias humanas, Departamento de Antropología, Bogotá.

Ramos Zapata, M. (2016). Caracterización de la técnica constructiva tradicional en tierra, aplicada a las construcciones vernáculas de tipo rural doméstico en los municipios de Tinjacá, Ramiriquí y Tibasosa- Boyacá. Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Conservación del Patrimonio Cultural Inmueble, Bogotá.

Zambrano Barrera, D. (2017). La casa de todos, lecciones aprendidas del hábitat del Pacífico. San Antonio de Yurumanguí- Buenaventura, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Bogotá.

Zambrano Martínez, E. (2013). El taller comunitario, un principio para la conservación del patrimonio cultural inmueble construido en tierra. Experiencia en la provincia del Sumapaz. Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Conservación del Patrimonio Cultural Inmueble, Bogotá.

## Minería a la inversa: El suelo residual como opción moderna y sostenible para la construcción

Carlos Mauricio Bedoya Montoya<sup>a\*</sup>, Edgar Adolfo Cano Restrepo<sup>b</sup>

*a, b Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia*

*\*E-mail: cmbedoya@unal.edu.co*

### Resumen

Esta ponencia da a conocer experiencias de construcción en tierra desarrolladas en Colombia, Sur América, que demuestran la viabilidad de emplear este material milenario en edificaciones contemporáneas satisfaciendo los aspectos técnicos, estéticos, económicos y ambientales, además de explorar una adaptación reflexiva al territorio intervenido. En dichas construcciones se empleó la técnica del bloque de suelo cemento (BSC), valorizando el suelo residual como material de óptimo desempeño en la construcción. Las edificaciones expuestas también fueron diseñadas y construidas con parámetros de eficiencia energética, iluminación y ventilación natural, reciclaje de aguas lluvia y calentamiento de agua con energía solar. Las pruebas físico-mecánicas, de sismo resistencia y desempeño ambiental fueron óptimas para dar cumplimiento a las normas técnicas exigidas en el contexto colombiano. Para las demostraciones de comportamiento de los elementos elaborados con suelo residual se realizaron ensayos de resistencia al esfuerzo de compresión a 28 días de edad. Los resultados obtenidos de los BSC y el comportamiento de las edificaciones a lo largo de cinco años –en el caso de una de ellas–, permiten inferir que es posible lograr hábitats construidos de bajo impacto ambiental y óptimo comportamiento en los territorios intervenidos, empleando el suelo residual como materia prima para la confección de materiales, implementando un flujo no lineal de recursos conocido como Minería a la Inversa. También se evidencia que es factible cumplir con la resolución 0549 de 2015, del código colombiano de construcción sostenible, sin que haya un sobre costo de la edificación, por el contrario, las experiencias aquí reseñadas demuestran que incluso el costo puede ser igual o menor.

## Introducción

Uno de los residuos de construcción y demolición más abundante es el suelo residual producto de movimientos de tierra y excavaciones, sin embargo, es poco empleado como material y se mira más como un problema. Este trabajo da a conocer dos experiencias realizadas en Antioquia, Colombia, en dos contextos diferentes: una en zona caliente al occidente de Medellín (V1), a 750 m.s.n.m., y otra en zona fría, al oriente (V2), a 2 140 m.s.n.m. En una de ellas se logró, además de una materialidad de bajo impacto ambiental, un abastecimiento de agua y energía 100 % sostenible. Este trabajo muestra los procesos y resultados obtenidos en ambas experiencias, tanto desde sus materiales y sistemas constructivos, como de sus instalaciones y desempeño ambiental desde el análisis de ciclo de vida (ACV).

## Metodología

Se empleó la técnica del bloque de tierra comprimida con estabilizador, en ambos casos cemento Portland de uso general (Tipo I), utilizando la prensa Cinva-Ram manual para el caso de la vivienda en clima frío y mecánica en el caso de clima caliente (Minke, 2005). En el contexto V1 se empleó cubierta orgánica para regulación de la temperatura interior y para minimizar el efecto de isla de calor, y, en ambos contextos se empleó el método de climatización pasiva sin asistencia mecánica; también se adecuó el sistema hidrosanitario para el aprovechamiento de aguas lluvia, por lo que en la V2 se logró cubrir el 100 % de la demanda de agua potable con este método. También en la V2 se instalaron paneles solares fotovoltaicos, cubriendo el 100 % de la demanda de iluminación y aparatos eléctricos y electrónicos; el calentamiento de agua se hace con panel solar térmico.

## Resultados y discusión

Los resultados se dan a conocer en dos momentos: durante la ejecución y durante su entrada en funcionamiento. A continuación, se muestran los datos en la tabla 1.

Tabla 1. Características y datos comparativos de los prototipos.

Ítem	V1	V2
Altura (msnm)	750	2 140
Temperatura promedio (°C)	25	17
Lluvias promedio (mm/año)	1 360	2 000
Sistema constructivo	Mampostería confinada	Mampostería confinada
Área (m <sup>2</sup> )	271	70
BSC	Prensa Mecanizada	Prensa Manual
Cubierta	Guadua con capa orgánica con baja conducción de calor	Cubierta en fibra de PVC, 50 % reciclada
Calentamiento de agua	No aplica	Energía solar térmica
Iluminación/fuente	Lámparas LED/conexión a red municipal	Lámparas LED/panel fotovoltaico
Acueducto/Alcantarillado	Aguas lluvia-acueducto municipal/Tratamiento <i>in situ</i>	Aguas lluvia/Tratamiento <i>in situ</i>

Fuente: Bedoya, Carlos.

Las figuras que se muestran a continuación ilustran aspectos de cada uno de los proyectos en cuanto a materiales, instalaciones y condiciones del lugar.



Figura 1. Bloques de suelo cemento confeccionados con prensa mecánica (V1).



*Figura 2.* Aspecto general de V1; obsérvese la ventilación superior para regulación pasiva de temperatura interna.



*Figura 3.* Cubierta verde en V1. Estructura de soporte en guadua.



*Figura 4.* Aspecto general de V2. Muro captador de energía solar en habitación.



*Figura 5.* Aspecto constructivo en mampostería confinada en BSC de V2.



*Figura 6.* Sistemas de iluminación y energía solar; potabilizador de aguas lluvia de V2.



*Figura 7.* Sistema solar de calentamiento de agua para V2.

La tabla 2 muestra la resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días por los BSC en cada proyecto (Vásquez, Botero y Carvajal, 2015).

Tabla 2. Resistencia al esfuerzo de compresión de los BSC.

Muestras	Resistencia al esfuerzo de la compresión a 28 días (MPa)	
	V1	V2
BSC 1	6,97	4,00
BSC 2	5,68	4,00
BSC 3	7,74	7,00
Promedio	6,80	5,00

Fuente: Bedoya, Carlos.

De la tabla 2 hay que aclarar que una de las muestras en V2 presentó una resistencia muy superior a las otras dos, sin embargo, descartando la de 7 MPa, el promedio de 4 MPa está acorde con las exigencias para estos bloques según NTC 5324.

En cuanto a lo económico el proyecto V1 mantuvo un costo por metro cuadrado igual a una construcción convencional (100 %). En el proyecto V2 se logró incluso rebajar los costos de construcción con las estrategias de sostenibilidad, es así como se llegó de un presupuesto de obra inicial de \$110 005 000 (1 571 500 \$/m<sup>2</sup>), a uno de \$97 895 000 (1 398 500 \$/m<sup>2</sup>), lo que equivale a un 11 % menos.

## Conclusiones

Las experiencias desarrolladas con ecomateriales, en este caso el BSC, permiten su planeación y ejecución sin detrimento de características como resistencia, durabilidad, estética y viabilidad económica.

En ambos casos se trabajó con una climatización natural; la iluminación también se manejó acorde a la orientación solar del sitio, permitiendo el aprovechamiento de las ventanas para incursión de radiación directa en V2 (clima frío) y para incursión de luz difusa en V1 (clima cálido).

La valorización del suelo residual como materia prima de construcción en ambas experiencias fue de un alto impacto para la viabilidad económica, ya que eliminó un flujo lineal de *extracción-producción-disposición* y permitió implementar un flujo semicircular de *valorización-producción-gestión* (Bedoya, 2015).

Al valorizar *in situ* los RCD generados se evitan transportes de ida (disposición en escombrera) y de vuelta (productos nuevos), minimizando las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Mosquera, 2010) y los costos de transporte, especialmente en proyectos desarrollados fuera de las áreas metropolitanas.

No sólo es factible, sino además necesario, analizar como primera opción en un proyecto de construcción la implementación de ecomateriales y sistemas constructivos que se adapten a las condiciones del contexto a intervenir, y a las nuevas tecnologías para alcanzar una eficiencia energética, un uso racional de agua y una gestión reflexiva de los residuos generados durante la construcción y vida útil de la edificación.

## Referencias bibliográficas

Bedoya, C. (2015). *Del residuo al material. Minería a la inversa*. Medellín, Colombia: Editorial DIKÉ.

Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel, Alemania:Ed. Universidad deKassel, 51 p.

Mosquera, J. D. (2010). Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> para diferentes combustibles en la población de taxis en Pereira y Dosquebradas. *Revista Scientia et Technica*, no. 45, pp. 141-146.

Vásquez, A., Botero L. y Carvajal D. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Revista Ciencia e Ingeniería. Ed. Eafit, vol. 11, N° 21*, pp. 197-220, Medellín.

## Comportamiento de morteros alternativos activados con cenizas de cascarilla de arroz

Jhon Cárdenas Pulido<sup>a\*</sup>, Juan Lizarazo Marriaga<sup>b</sup>, Willian Aperador Chaparro<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*u1100907@unimilitar.edu.co

### Resumen

En la presente investigación se fabricaron morteros alternativos con reemplazo total del cemento Portland, basados en combinaciones binarias de ceniza volante clase F y escoria de alto horno en diferentes dosificaciones, y fue estudiada la influencia de dos fuentes de sílice sobre algunas de sus propiedades. Las soluciones activantes utilizadas comprendieron cenizas de cascarilla de arroz y silicato de sodio, en combinación con hidróxido de sodio. Especímenes en forma de cubos fueron fabricados y curados bajo un régimen de 85 °C de temperatura durante un periodo de 24 horas. Ya en estado endurecido, las propiedades físicas de los morteros fueron caracterizadas mediante ensayos de porosidad y absorción de agua. Por último, se evaluaron las propiedades mecánicas mediante el ensayo de resistencia a compresión a una edad de 3 días. De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que los sistemas activados con cenizas de cascarilla de arroz poseen en la gran mayoría de los casos mejores resistencias a la compresión que los sistemas activados con silicato de sodio comercial. En el mismo sentido, los resultados de porosidad y absorción de agua exhiben menores valores para los especímenes activados con cenizas de cascarilla de arroz, lo que confirma los resultados de resistencia a la compresión obtenidos. Los resultados se atribuyen a matrices más compactas por la inclusión de las partículas de ceniza de cascarilla de arroz que representan una fuente de sílice adicional y ocupan porosidades de la microestructura. Este estudio demuestra que es posible utilizar la ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice alternativa en procesos de activación

alcalina, para la producción de un material con excelentes propiedades mecánicas y físicas.

**Palabras clave:** Cenizas de cascarilla de arroz, silicato de sodio, activación alcalina, resistencia a compresión.

## Introducción

El cemento Portland ha sido por tradición el material utilizado en obras civiles y en la industria de la construcción, y el material más utilizado a nivel mundial después del agua. Sin embargo, para el proceso de manufactura de una tonelada de cemento Portland ordinario se libera alrededor de una tonelada de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Algunas alternativas para reducir esas emisiones contaminantes generadas por el cemento Portland se orientan al uso de mezclas de concreto basadas en residuos industriales, tal es el caso de los sistemas de activación alcalina. Estos últimos se constituyen de una fuente de aluminosilicatos como cenizas volantes o escorias siderúrgicas, y una solución alcalina activante siendo de gran aceptación la combinación silicato de sodio con hidróxido de sodio en diferentes concentraciones. Aun así, fabricar silicato de sodio requiere grandes cantidades de energía y el proceso desprende elevadas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, por lo que su producción no se considera ni económica ni sostenible.

El presente estudio examina los efectos de la ceniza de cascarilla de arroz como fuente alternativa de sílice en sistemas binarios ceniza volante/escoria, con el fin de contribuir a una mayor sostenibilidad de esos materiales activados alcalinamente. Para tal fin, fueron llevados a cabo sobre especímenes activados con silicato de sodio y ceniza de cascarilla de arroz, en combinación con hidróxido de sodio, ensayos de laboratorio en estado endurecido para su caracterización. Finalmente, los resultados obtenidos fueron comparados para cada tipo de activador.

## Metodología

El programa experimental comprendió la elaboración de 8 mezclas binarias constituidas por 4 mezclas activadas con ceniza de cascarilla de arroz (CCA ó RHA) y 4 mezclas activadas con silicato de sodio (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), en combinación con hidróxido de sodio (NaOH) 14M como partes activantes, y diferentes dosificaciones de ceniza volante (CeVo) y escoria de alto horno (EAH) como precursores cementantes. Posteriormente, se efectuaron ensayos de porosidad y absorción de

agua, y resistencia a compresión a los 3 días de los morteros en estado endurecido. La composición química de las materias primas se resume en la Tabla 1. Las proporciones de las mezclas se resumen en la Tabla 2.

Tabla 8. Composición química de los materiales cementantes empleados.

Compuesto	CeVo %	EAH %	CCA %
SiO <sub>2</sub>	54,30	33,70	90,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,8	12,80	0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,30	0,48	0,19
CaO	6,40	45,40	0,36
MgO	0,80	1,00	0,33
Na <sub>2</sub> O	0,90	0,12	0,02
K <sub>2</sub> O	0,70	1,50	1,97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,70	-	-
TiO <sub>2</sub>	1,20	0,50	-
MnO	0,01	-	-
SO <sub>3</sub>	0,92	-	0,15
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,88	2,63	826,64
Inquemados	6,50	-	4,10

Tabla 9. Proporciones de las mezclas de mortero.

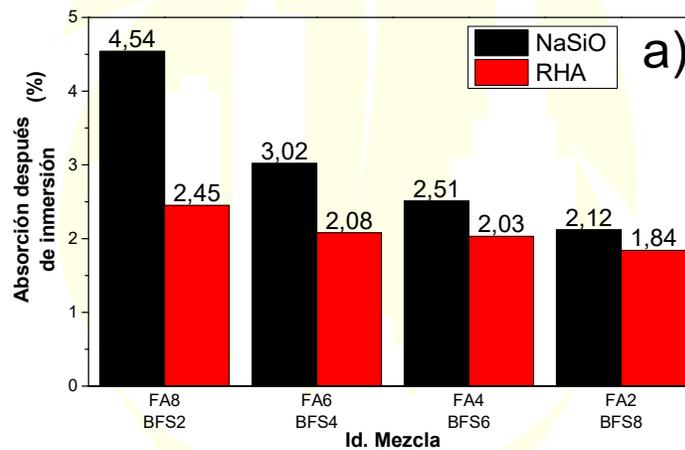
Activador	Id, Mezcla	CeVo (kg/m <sup>3</sup> )	EAH (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	CCA (kg/m <sup>3</sup> )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	NaOH (kg/m <sup>3</sup> )	Agua, Adicional (kg/m <sup>3</sup> )
85% NaOH 15 % CCA	FA8-BFS2	360	90	675	37,12	-	210,37	11,00
	FA6-BFS4	270	180	675	37,12	-	210,37	8,10
	FA4-BFS6	180	270	675	37,12	-	210,37	4,70
	FA2-BFS8	90	360	675	37,12	-	210,37	1,10
85% NaOH 15 % Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	FA8-BFS2	360	90	675	-	37,12	210,37	-
	FA6-BFS4	270	180	675	-	37,12	210,37	-
	FA4-BFS6	180	270	675	-	37,12	210,37	-
	FA2-BFS8	90	360	675	-	37,12	210,37	-

Especímenes en forma de cubos de 50 mm de lado fueron fabricados y curados bajo un régimen de 85 °C de temperatura durante un periodo de 24 horas. Posteriormente, los especímenes fueron desmoldados y alojados en un cuarto de almacenamiento con temperatura ambiente hasta el día del ensayo.

## Resultados y discusión

### Porosidad y absorción de morteros

Los resultados de los ensayos de porosidad y absorción de agua para los morteros activados con la ceniza de cascarilla de arroz y silicato de sodio, así como las tendencias obtenidas para los parámetros de absorción después de inmersión y absorción después de inmersión-ebullición, y volumen de poros permeables se muestran en las Figuras 1 y 2. Es observado que los sistemas activados con ceniza de cascarilla de arroz presentan menores valores de absorción y porosidad en comparación con los morteros activados con silicato de sodio.



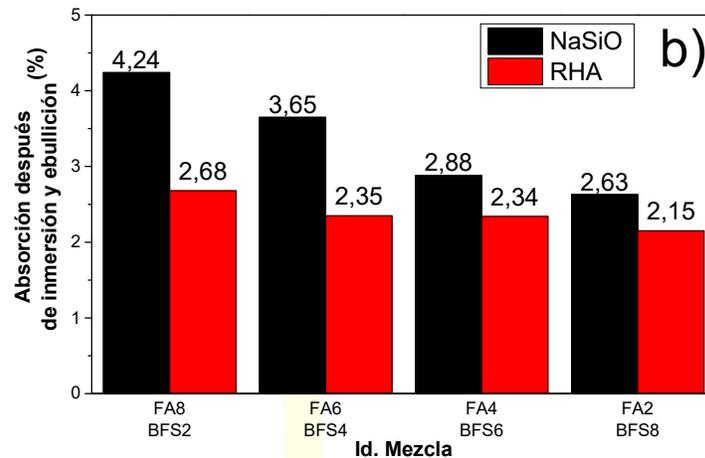


Figura 1. Porcentajes de absorción para los sistemas binarios activados después de: a) inmersión, b) inmersión y ebullición.

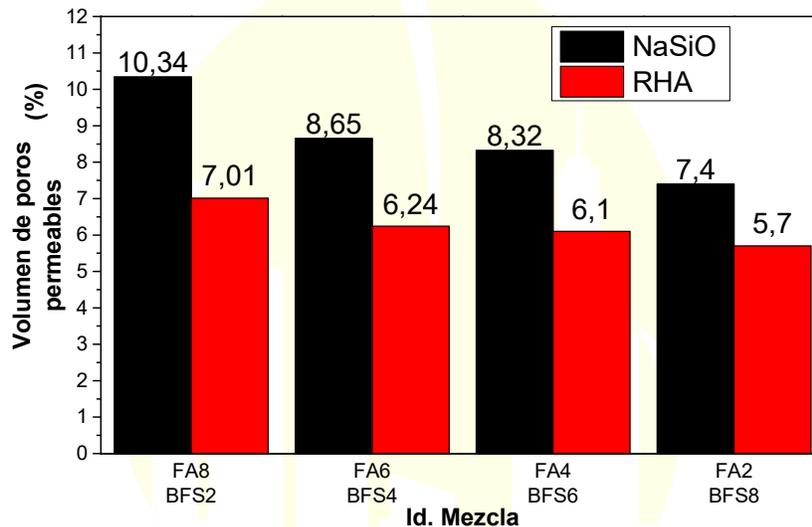
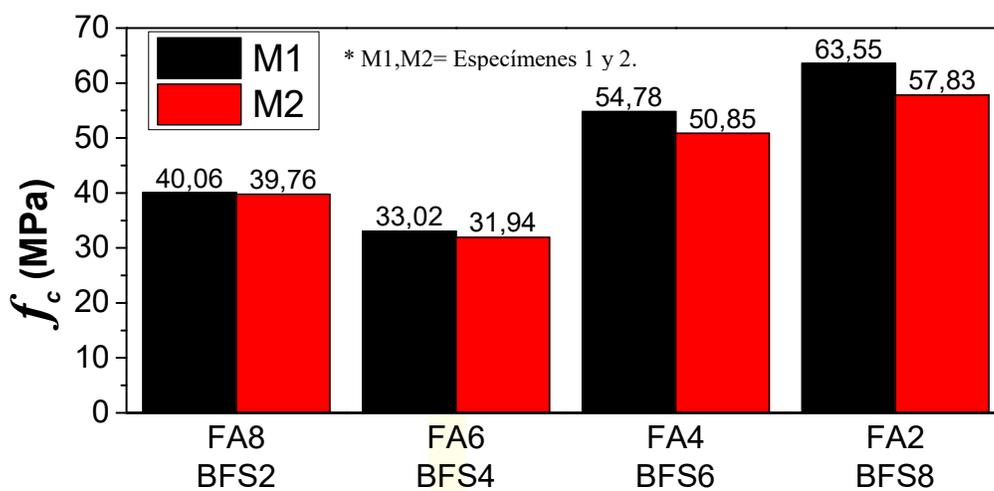


Figura 2. Volumen de poros permeables para los sistemas binarios analizados.

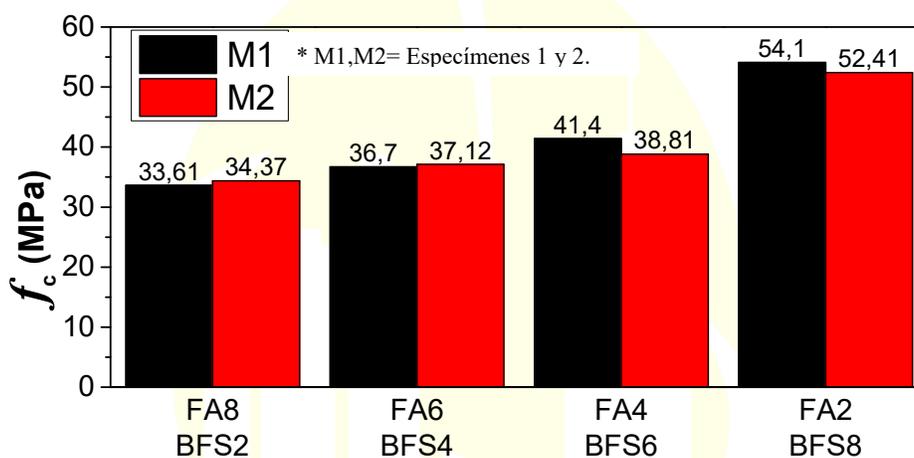
### Resistencia a compresión

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión a 3 días,  $f_c$ , sobre los morteros activados con la ceniza de cascarilla de arroz y el silicato de sodio se muestran en las Figuras 3 y 4, respectivamente y las tendencias obtenidas se muestran en la Figura 5. Es observado que los sistemas activados con ceniza de cascarilla de arroz presentan mayores resistencias a compresión en comparación a los morteros activados con silicato de sodio.



**Id. Mezcla**

Figura 3. Resultados de resistencia a compresión para los sistemas binarios activados con CCA.



**Id. Mezcla**

Figura 4. Resultados de resistencia a compresión para los sistemas binarios activados con  $Na_2SiO_3$ .

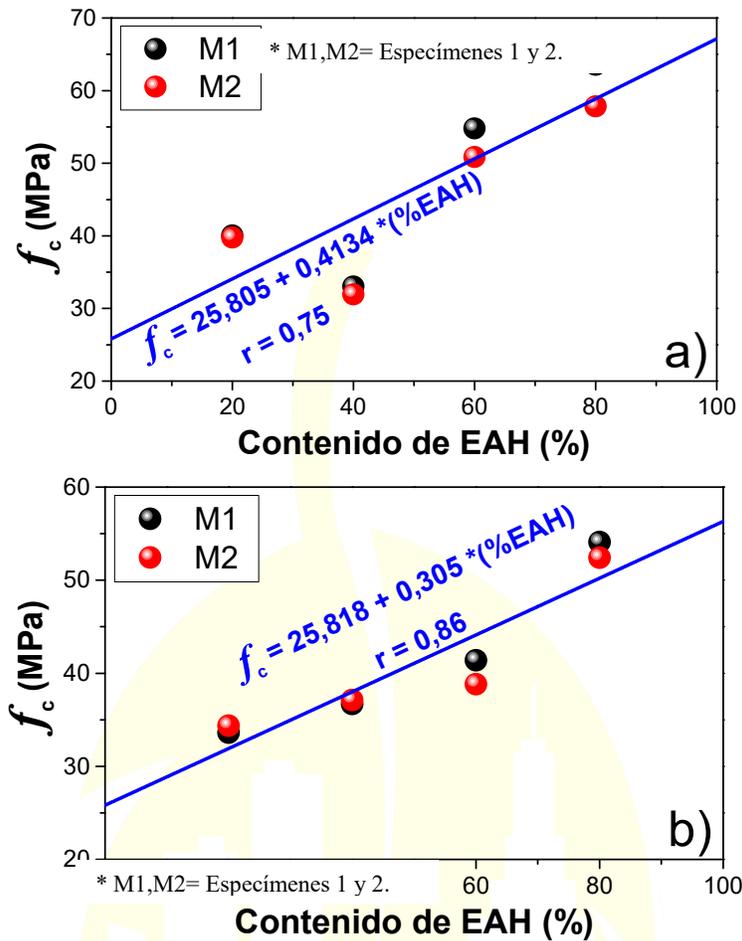


Figura 5. Tendencias en compresión para los sistemas binarios activados con: a) CCA, b)  $Na_2SiO_3$ .

## Conclusiones

Los sistemas activados con ceniza de cascarilla de arroz presentaron los menores valores de absorción y porosidad para todas mezclas y presentaron los mayores valores de resistencias a compresión en comparación con los sistemas activados con silicato de sodio. Los resultados encontrados se asocian con matrices más compactas por la inclusión de las partículas de ceniza de cascarilla de arroz que representan una fuente de sílice adicional para el crecimiento de los geles N-A-S-H y C-A-S-H y ocupan las porosidades de la matrices ceniza volante/escoria generando una estructura más densificada y provocando un refinamiento en la red de poros del sistema para todas las mezclas evaluadas.

El presente estudio comprueba la viabilidad de utilizar cenizas de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas de activación alcalina, de manera que se contribuye a la reducción de los contaminantes generados por la fabricación del silicato de sodio y se promueve un material alternativo de excelentes propiedades mecánicas y físicas apto para su uso en la industria de los prefabricados y de la construcción en general.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Militar Nueva Granada por el aporte económico en el proyecto ING-2374.

## Referencias bibliográficas

Bernal, S.A, Rodríguez, E.D., Mejía de Gutiérrez, R., Provis, J.L, Delvasto, S. (2011). Activation of metakaolin/slag blended alkaline solutions based on chemically modified silica fume and rice husk as. *Waste Biomass Valor*, 3(1), 99-108. DOI:10.1007/s12649-011-9093-3.

Cárdenas, J., Lizarazo, J., Aperador, W. (2015). Comportamiento mecánico de sistemas cementantes binarios (cemento portland – ceniza volante – escoria de alto horno). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 16(1), 78-98.

Cárdenas, J., Lizarazo, J., Aperador, W. (2016). Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland – ceniza volante – escoria de alto horno). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 36(2), 201-216.

Palomo, A., Grutzeck, M.W., Blanco, M.T. (1999). Alkali-activated fly ashes: a cement for the future. *Cement and Concrete Research*, 29(8), 1323–1329, August 1999. DOI:10.1016/S0008-8846(98)00243-9

Tchakouté, H.K., Rüscher, C.H., Kong, S., Ranjbar, N. (2016). Synthesis of sodium waterglass from white rice husk ash as an activator to produce metakaolin-based geopolymer cements. *Journal of Building Engineering*, 6, 252-261. DOI:10.1016/j.job.2016.04.007.

## Obtención de fibras de bambú *Guadua angustifolia* para refuerzo de materiales de construcción

P. Luna<sup>a\*</sup>, J. Pira<sup>a</sup>, J. Lizarazo-Marriaga<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [plunat@unal.edu.co](mailto:plunat@unal.edu.co)

### Resumen

El grupo de investigación Análisis, Diseño y Materiales GIES, adscrito al Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, ha estudiado por cerca de 20 años el uso del bambú *Guadua angustifolia* (guadua) como material de construcción. Las primeras investigaciones estuvieron enfocadas al comportamiento mecánico del material y de estructuras simples usando guadua en estado natural (rollizo), y desde hace varios años se han venido realizando investigaciones tendientes a buscar alternativas para su uso en la construcción. Así, se ha estudiado el comportamiento mecánico del material en estado laminado y algunos elementos estructurales como vigas, columnas, paneles y tableros de piso fabricados con este nuevo material. Hace cuatro años empezó una investigación doctoral con el objetivo de usar las fibras de esta planta como refuerzo de otros materiales, principalmente polímeros.

Este artículo presenta los resultados obtenidos durante el establecimiento de una metodología para la extracción de fibras de guadua. El proceso de extracción comienza con la inmersión de segmentos rectangulares de guadua en soluciones de hidróxido de sodio a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión, que luego son aplastados usando una máquina de rodillos, diseñada y fabricada como parte del proyecto. Los parámetros usados para definir la metodología más apropiada fueron resistencia mecánica de las fibras obtenidas y facilidad de extracción. Usando la metodología propuesta es posible obtener fibras de guadua de hasta 20cm de longitud, con resistencia mecánica promedio de 350MPa.

**Palabras clave:** Bambú *Guadua angustifolia*, fibras, extracción, resistencia mecánica.

Desde la década de los 90 los materiales compuestos reforzados con fibras naturales (CFN) han venido siendo usados en diversas aplicaciones industriales, como alternativa a los reforzados con fibras sintéticas (CFS). El principal interés, es que al usar refuerzos con fibras naturales se reduce el costo de producción y se obtienen materiales más livianos. Además, de acuerdo con Joshi et al. (2004), los CFN son ambientalmente superiores a los CFS debido a que: (1) la producción de fibra natural produce menores impactos ambientales en comparación con la producción de fibras sintéticas; (2) los CFN tienen mayor contenido de fibra para un rendimiento equivalente, con lo cual se reduce la cantidad necesaria de matriz, que en la mayoría de los casos son altamente contaminantes; y (3) la incineración al final de la vida útil de las fibras naturales genera créditos de energía y carbono.

El uso de fibras de bambú a nivel industrial no es muy amplio debido a que su proceso de extracción no es simple pues, dependiendo de la especie, el culmo de bambú es un material con alta dureza (Das & Chakraborty, 2008; Deshpande, Bhaskar, & Lakshmana, 2000).

Este artículo presenta los resultados obtenidos durante el establecimiento de una metodología para la extracción de fibras de bambú *Guadua angustifolia* (guadua). La metodología de extracción propuesta combina procesos químicos y mecánicos.

## Metodología

Para la obtención de fibras se utilizó la parte inferior de culmos de guadua entre 3 y 6 años de edad. El proceso de extracción comienza con la división de los culmos en tiras longitudinales. Las tiras fueron sumergidas en soluciones de hidróxido de sodio (NaOH) a diferentes concentraciones, tiempos de inmersión y condiciones de temperatura. Posteriormente fueron lavadas usando agua del grifo y se usó una máquina compuesta de tres rodillos de acero para triturarlas (ver Figura 1).

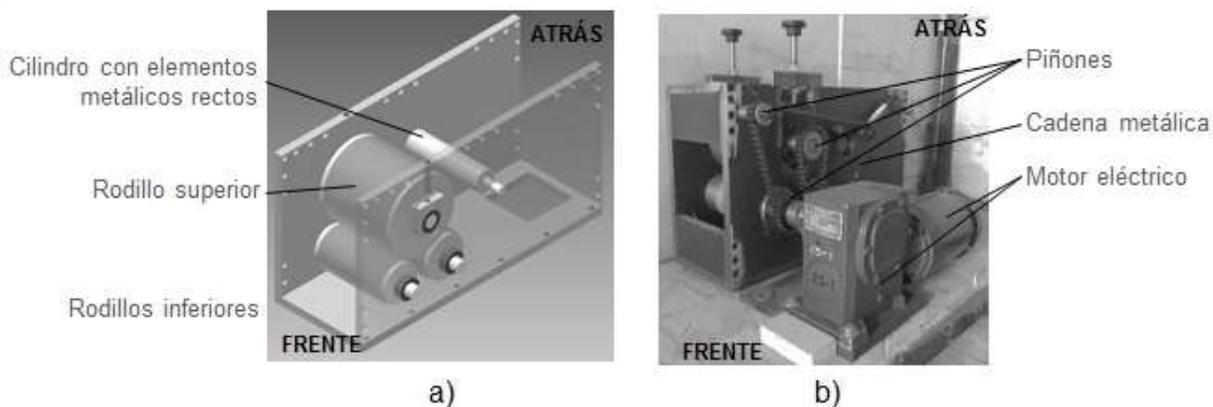


Figura 1. Máquina de rodillos para la extracción de fibras de guadua: a) esquema de los componentes internos, b) componentes externos

La influencia de la temperatura de la solución sobre la extracción de las fibras fue investigada para los siguientes casos: a) inmersiones a temperatura ambiente y, b) inmersiones a temperatura de 80°C.

A cada condición de extracción le fue asignada una calificación cualitativa de 100 a 500, para representar la facilidad de obtención de las fibras. La calificación de 100 fue asignada para condiciones que hacen difícil la extracción y 500 para condiciones que facilitan la separación. La calificación final fue calculada para cada condición de extracción ( $CF$ ) usando la Ecuación 1, donde  $FE$  corresponde a la calificación cualitativa que representa la facilidad de obtención de las fibras y ( $\sigma$ ) corresponde a la resistencia a la tensión de las fibras extraídas.

$$CF = 0.5\sigma + 0.5FE$$

Ecuación 1

## Resultados y discusión

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos para cada condición de extracción empleada, en términos de resistencia a la tensión promedio, facilidad de extracción y calificación final. En el eje horizontal se encuentran identificadas las condiciones de extracción empleadas; la letra A indica condiciones de inmersión de las tiras a temperatura ambiente y B indica inmersiones en soluciones a 80°C. Los siguientes caracteres indican la concentración usada para la solución de NaOH (2.5, 5, 7.5 y 10%); finalmente, se indica el tiempo de inmersión de las tiras en la

solución (2, 3, 4, 24, 48, 72, 120 y 192 horas). Los resultados obtenidos para las fibras patrón se encuentran identificados con la letra P.

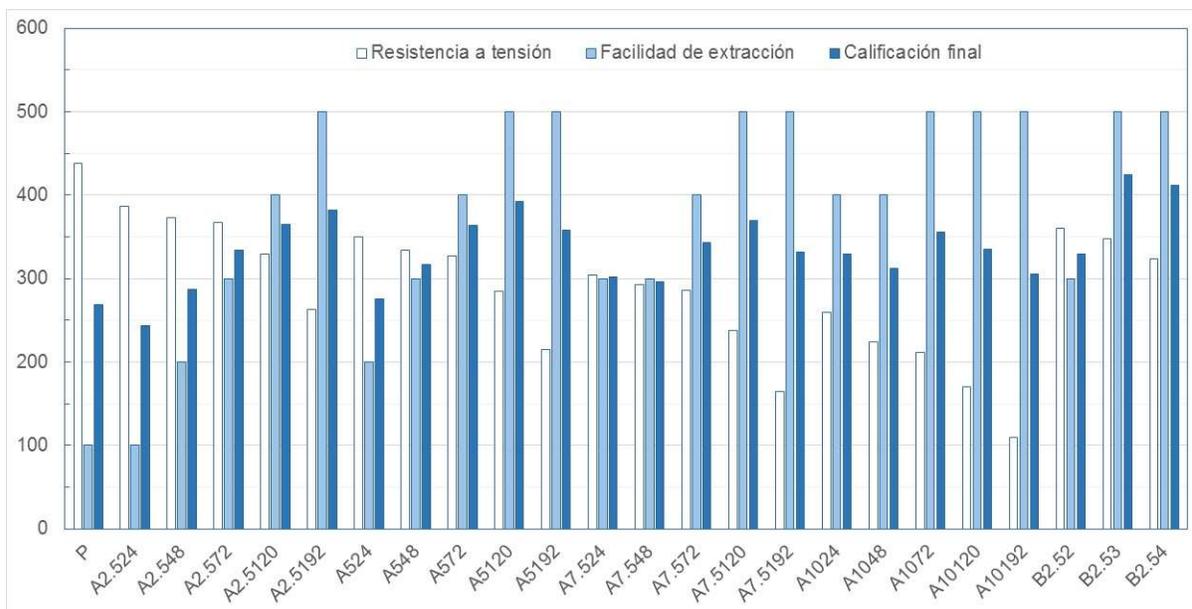


Figura 2. Resultados de resistencia a tensión promedio, facilidad de extracción y calificación final para cada condición analizada

Se puede ver que el aumento de la concentración de NaOH y el tiempo de inmersión disminuyen la resistencia a la tensión de las fibras obtenidas, pero facilitan su separación. Así mismo, calentar la solución durante el tiempo de inmersión de las tiras disminuye notoriamente el tiempo de extracción de las fibras y facilita su separación. A partir de los valores obtenidos para la calificación final calculada para cada condición de extracción, se observa que el máximo corresponde a la solución al 2.5%, con inmersión de las tiras a 80°C durante 3 horas. Así, esta condición de extracción de fibras de guadua es la propuesta en esta investigación.

## Conclusiones

El método de extracción propuesto en este documento puede utilizarse para obtener fibras de bambú *Guadua angustifolia* de manera efectiva a nivel industrial.

Aunque los valores de resistencia a tensión de fibras bambú *Guadua angustifolia* presentados en este trabajo son en muchos casos inferiores a los obtenidos por

otros autores, el volumen y las características físicas de las fibras obtenidas son adecuados para ser usadas como refuerzo de diferentes materiales.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por Colciencias para la realización de este trabajo, mediante el financiamiento 6172 y Jóvenes investigadores 2015.

## Referencias bibliográficas

Das, M., & Chakraborty, D. (2008). Evaluation of Improvement of Physical and Mechanical Properties of Bamboo Fibers Due to Alkali Treatment. *Journal of Applied Polymer Science*, 107, 522-527. <http://doi.org/10.1002/app>.

Deshpande, A., Bhaskar, M., & Lakshmana, C. (2000). Extraction of bamboo fibers and their use as reinforcement in polymeric composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 76, 83-92.

Joshi, S. ., Drzal, L. ., Mohanty, a. ., & Arora, S. (2004). Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35(3), 371-376. <http://doi.org/10.1016/j.compositesa.2003.09.016>.

## Activación térmica de un residuo de construcción y demolición (arcillas de excavación), para su uso como material cementante suplementario

Yanguatin Hernán Gonzalo<sup>a</sup>, Ramírez José Herney<sup>b</sup>, Tobón Jorge Ivan<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ing. Mecánica y Mecatrónica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

<sup>b</sup> Departamento de Ingeniería Química y Ambiental - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

<sup>c</sup> Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

\*E-mail: [hyanguatinb@unal.edu.co](mailto:hyanguatinb@unal.edu.co)

### Resumen

En la ciudad de Bogotá una gran proporción de los residuos de construcción y demolición que se originan durante el proceso constructivo, corresponden a arcillas que son llevadas a escombreras públicas y/o privadas, sin que se presente ningún tipo de valorización y ocasionando además importantes impactos ambientales.

Estas arcillas por su composición mineralógica, que comprende minerales como caolinita e illita, aunque también por la presencia y cantidad de impurezas; son consideradas como arcillas pobres. Sin embargo, pueden activarse térmicamente bajo condiciones específicas, obteniendo una actividad puzolánica que permite sustituir parte del Clinker en la producción del cemento y constituirse en una estrategia de manejo para los impactos ambientales de esta industria.

Para la evaluación del efecto de los tratamientos térmicos, se partió de la zonificación geotécnica que divide la ciudad en dos zonas: suelos duros y arcillas blandas. Se tomaron cuatro muestras de arcillas de excavación provenientes de la zona de arcillas blandas; usando tres temperaturas de calcinación (550, 650 y 750 °C) y dos tiempos (1 y 3 horas). La caracterización de las muestras, tanto crudas como calcinadas, incluyó fluorescencia de rayos X, análisis termogravimétrico, granulometría laser, área superficial específica – BET y difracción de rayos X con método Rietveld.

El análisis de regresión lineal, tomando como variable independiente la temperatura de calcinación, mostró que, por cada 100 °C, hay un incremento de 4,5% en el diámetro promedio de partícula (d50). La evaluación estadística de la correlación lineal entre el contenido amorfo y la temperatura de tratamiento muestra que un incremento en 100 °C, puede generar un aumento de hasta el 7%.

**Palabras clave:** Materiales cementantes suplementarios, Residuos de construcción y demolición, Arcillas calcinadas.

## Introducción

En la ciudad de Bogotá, la generación de residuos de construcción y demolición presenta una tendencia creciente, paralela a su crecimiento económico. Una gran proporción de las arcillas que se originan durante el proceso constructivo, son llevadas a escombreras públicas y/o privadas sin que se lleve a cabo algún tipo de aprovechamiento.

La composición mineralógica de las arcillas de excavación al estar asociada a los diferentes minerales arcillosos y no arcillosos; puede activarse térmicamente bajo condiciones específicas[1][2], obteniendo una actividad puzolánica significativa que permite sustituir parte del Clinker en la producción del cemento y constituirse en una estrategia de manejo para los impactos ambientales de esta industria.

Para explicar dicho comportamiento puzolánico, principalmente en arcillas caoliníticas, se han estudiado y definido las relaciones que se presentan entre algunas de sus características morfológicas y la composición mineralógica con los tratamientos térmicos, sin embargo estas relaciones se han establecido de forma simple y lineal[3]. En este sentido, se plantearon como objetivos, determinar la influencia del tratamiento térmico sobre algunas de las características morfológicas y la composición mineralógica de las arcillas de excavación, definiendo además los tratamientos para transformarlas en un material cementante suplementario.

Se describe a continuación la metodología empleada tanto para la caracterización como para la activación térmica y el método de análisis de los datos compilados. De igual manera se relacionan los resultados obtenidos con la correspondiente discusión, finalizando con las conclusiones más relevantes.

En el sitio de disposición final, provenientes de diferentes sectores de la ciudad, se tomaron cuatro muestras de arcillas de excavación y un caolín comercial; usando para su activación tres temperaturas de calcinación (550, 650 y 750 °C) y dos tiempos (1 y 3 horas). Para la caracterización de las muestras, tanto crudas como calcinadas, se empleó fluorescencia de rayos X, análisis termogravimétrico, granulometría laser, área superficial específica – BET y difracción de rayos X con método Rietveld.

La influencia del tratamiento térmico sobre las variables de respuesta área superficial específica, mineralogía y contenido amorfo; fue evaluada por regresión lineal y análisis ANOVA.

## Resultados y discusión

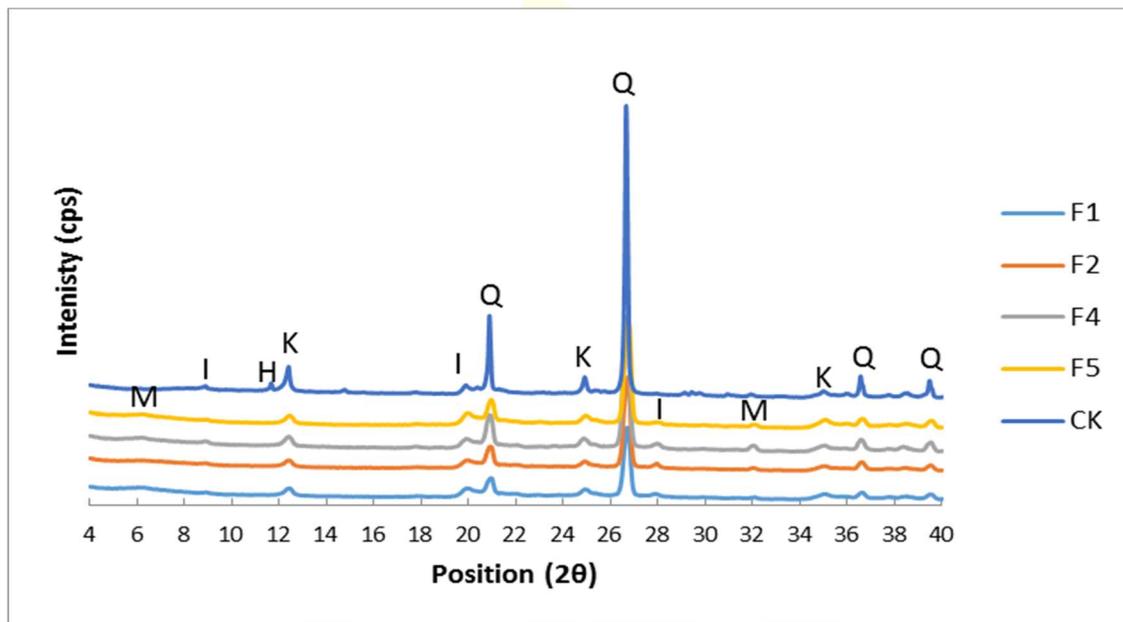
La composición por fluorescencia de rayos X y las principales características de las arcillas crudas se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de arcillas de excavación

Muestra	F1	F2	F4	F5	CK
SiO <sub>2</sub>	65,2	71,2	69,44	69,18	65,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,86	15,88	14,59	15,06	19,12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,89	3,2	5,24	4,09	2,519
K <sub>2</sub> O	1,12	0,9	0,94	1,11	1,417
TiO <sub>2</sub>	0,77	0,63	0,75	0,76	0,778
MgO	0,75	0,55	0,62	0,7	0,394
CaO	0,65	0,43	0,4	0,42	2,423
Na <sub>2</sub> O	0,51	0,55	0,59	0,46	0,128
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4	0,27	0,28	0,24	0,251
MnO	0,01	0,01	0,02	0,01	
d <sub>50</sub> (µm)	55,8	47,8	22	38,2	12,5
BET specific surface (m <sup>2</sup> /g)	19,08	11,99	9,98	16,3	17,35

La composición mineralógica de las arcillas sin calcinar, se relaciona en la Figura 1.

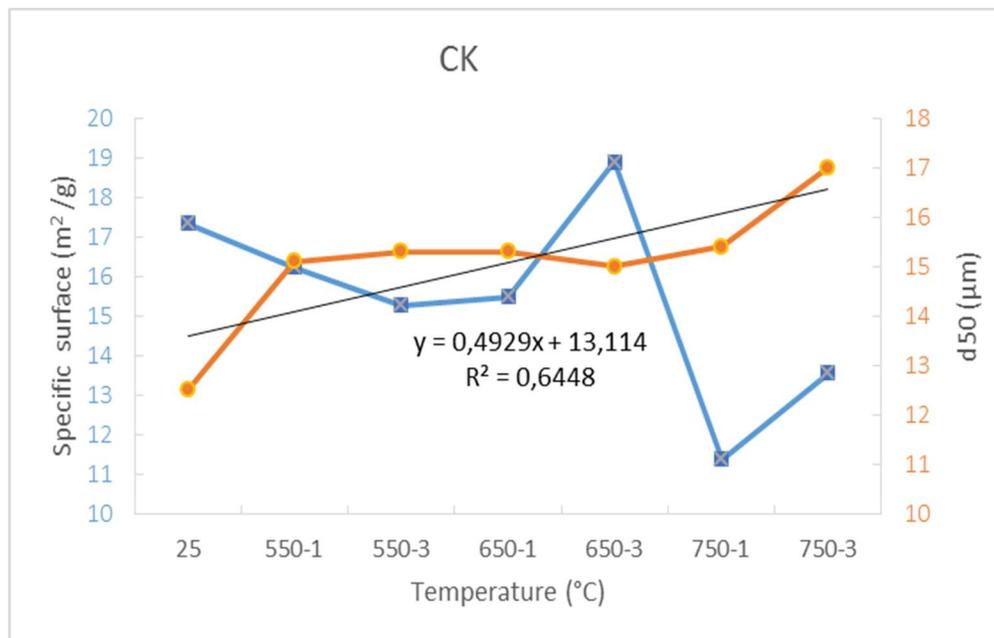
Figura 1. Difractogramas para arcillas de excavación cruda.



El análisis por DRX muestra que los principales minerales arcillosos que componen las muestras son caolinita, illita y montmorillonita, aunque también es significativa la presencia de cuarzo; el cual puede llegar a afectar de manera importante los tratamientos térmicos usados para la activación [4].

En términos generales, los tratamientos térmicos reducen el tamaño de partícula e incrementan el área BET, sin embargo, un análisis de regresión lineal con la temperatura de calcinación como variable independiente, mostró que, por cada 100 °C, hay un incremento de 4,5% en el  $d_{50}$ , tal como se observa en la Figura 2. Tal incremento ocurre cuando las partículas de caolinita deshidroxiladas tienden a agregarse, originando nuevos granos que pueden ser porosos [5].

Figura 2. Efecto del tratamiento térmico sobre el  $d_{50}$  en arcillas de excavación.



Por otra parte, en la Tabla 2 se muestra la evaluación estadística de la correlación lineal entre el contenido amorfo y la temperatura de tratamiento, mostrando que un incremento en 100 °C puede generar un aumento de hasta el 7%.

Tabla 2. Evaluación estadística del tratamiento térmico

Fuente de variación	$\beta_1$	$\beta_2$	R2	Prob >F	Significancia
Contenido Amorfo	0.069	6.214	0.977	0.009	Si

## Conclusiones

Solamente la calcinación a 550 °C durante 1 hora y 650°C durante 3 horas, se consideradas adecuadas para la activación térmica de arcillas de excavación, ya que dichas condiciones generan un incremento en el área superficial específica y el contenido amorfo, debido a la transformación de la caolinita.

La interacción entre las variables de respuesta y los tratamientos térmicos se describiría mejor a partir de un análisis de regresión no lineal y múltiple.

## Referencias bibliográficas

Aprianti E, Shafigh P, Bahri S, Farahani JN (2015) Supplementary cementitious materials origin from agricultural wastes – A review. *Constr Build Mater* 74:176–187.

Fabri B, Gualtieri S, Leonardi C (2013) Modifications induced by the thermal treatment of kaolin and determination of reactivity of metakaolin. *Appl Clay Sci* 73:2–10.

Fernandez R, Martirena F, Scrivener KL (2011) The origin of the pozzolanic activity of calcined clay minerals: A comparison between kaolinite, illite and montmorillonite. *Cem Concr Res* 41:113–122.

Juenger MCG, Siddique R (2015) Recent advances in understanding the role of supplementary cementitious materials in concrete. *Cem Concr Res*. doi: 10.1016/j.cemconres.2015.03.018

Tironi A, Trezza MA, Scian AN, Irassar EF (2013) Assessment of pozzolanic activity of different calcined clays. *Cem Concr Compos* 37:319–327.

## Crecimiento de la Ciudad de Bogotá- Impactos sobre la Sabana y Oportunidades

Melissa Ramírez Mora<sup>a</sup>, Hugo M. Galindo<sup>a</sup>, Julio C. Vargas<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*jcvargass@unal.edu.co

### Resumen

La Ciudad de Bogotá ha crecido a ritmo tan acelerado, que en los últimos años se ha generado presión al convivir en el mismo espacio la población y los distintos entes que allí desarrollan su actividad económica. Este crecimiento ocasiona que la ciudad requiera un aumento importante en la malla vial, así como en el mantenimiento de la existente, y el incremento de la infraestructura para vivienda y oficinas. Esto insta a un mayor suministro de material de obra, tales como arena, gravilla y otros agregados, que en su mayor parte se suministra mediante extracción minera en algunas localidades de la ciudad y de la región de la Sabana de Bogotá. No obstante, con el auge de la actividad minera aparecen problemas relacionados con minería ilegal, la deforestación de terrenos, la contaminación del aire y las corrientes hídricas y problemas respiratorios relacionados a los residuos de producción de baja granulometría. El aprovechamiento de residuos de la explotación en canteras, dándoles mayor valor agregado mediante la utilización de éstos como materia prima de productos terminados o nuevos materiales sintetizados, permite minimizar la presión sobre la explotación de las canteras, los problemas ambientales y de la salud. El trabajo conjunto de la academia, y las industrias minero-extractivas y de productos de uso en construcción, permitirán aunar esfuerzos para aprovechar los residuos minerales, mediante el establecimiento de protocolos de caracterización, transformación y utilización, con el fin de suplir productos o materiales de interés y alta demanda, con los consecuentes impactos económicos, sociales y medioambientales.

**Palabras clave:** Aprovechamiento de residuos mineros, minería de agregados, impacto ambiental de los residuos mineros.

En los últimos años la población bogotana ha crecido considerablemente y con casi 8 millones de habitantes, está en los límites de una megaciudad. Entre 2010 y 2016, la población aumentó de 7'363.782 a 7'980.000 habitantes, lo que representa un crecimiento del 8,37%. A partir de los datos de la Secretaría de Planeación Distrital, es posible afirmar que la malla vial ha crecido 158000 metros desde el 2013, y adicionalmente el censo inmobiliario de Catastro Distrital reportó que entre los años 2008 y 2016 se construyeron 69 millones de metros cuadrados, un área equivalente a las localidades de Suba y Usaquén. Este crecimiento demanda de una gran cantidad de material. Por ejemplo, para la construcción de  $700 \text{ m}^2$ , se requieren  $200 \text{ m}^3$  de sub-rasante,  $161 \text{ m}^3$  de pavimento y  $200 \text{ m}^3$  de bordillo en concreto, el costo total es de 200 millones de pesos aproximadamente o 285 mil pesos por metro cuadrado.

En cuanto a materiales de construcción, se debe hablar de la minería para la producción de agregados y su impacto. En la Sabana de Bogotá, de las 107 canteras existentes, 86 tienen dueños que no han respondido por la restauración de terrenos y pese a que las canteras no están activas, los impactos ambientales por material de granulometría fina son extensos y no están debidamente cuantificados. Del 2012 al 2015 se abrieron 270 expedientes sancionatorios por minería, de los cuales se finalizaron 39 y 231 aún estaban en trámites. Adicionalmente, con la Resolución 2001 de 2016, las áreas en la sabana compatibles con minería pasaron de 11300 a 18000 Ha.

La minería de materiales para construcción se hace a cielo abierto, uno de los problemas de la explotación minera es la generación de residuos de baja granulometría que debido a su pequeño diámetro (0.5-10 micrómetros), según la legislación colombiana se consideran peligrosos para la salud. Se estima que, por cada 4000 toneladas de material extraído en una cantera, se producen 120 toneladas de residuos finos, los que impactan sobre la calidad del aire de las zonas aledañas a las canteras. Aunque ningún ente institucional ha hecho un estudio minucioso de los efectos que tiene la minería en la calidad del aire, se sabe que las localidades del suroccidente de Bogotá, en donde están ubicadas la mayoría de canteras de la ciudad, son las localidades con peor calidad de aire. En el primer semestre del 2015, 10 niños murieron por problemas respiratorios, para el mismo periodo del 2016, la cifra aumentó a 17.

En cuanto a la contaminación de las fuentes hídricas por lixiviados de las canteras, el impacto ambiental es probablemente mayor que en el aire. Según un estudio reciente de la CAR de Cundinamarca, la contaminación agroindustrial y la actividad minera son los factores que más contaminan al río Bogotá. Además, aparte de contribuir a la contaminación de aguas, el arrastre de residuos en fuentes hídricas aumenta el riesgo de inundaciones debido a que estos residuos obstruyen las salidas de agua por la sedimentación de éstos en los cuerpos de agua. El vertimiento de escombros, sedimentos y aguas industriales por parte de empresas del sector conllevaron a cierres de la operación en el 2016.

Las acciones para impedir la contaminación de acuíferos si bien han sido algunas veces severas, como la multa de 7.000 millones de pesos que en el 2016 impuso la CAR de Cundinamarca, en términos generales han sido deficientes, como lo afirma la Contraloría General por la gestión que se ha hecho para descontaminar el río Bogotá de residuos de actividad minera. El panorama de la disposición de residuos finos necesita soluciones orientadas a darle un valor agregado a estos residuos, contribuyendo a la coexistencia de la minería en la sabana y el cuidado de los ecosistemas involucrados. Además, según la Secretaría Distrital de Ambiente, la minería no es un buen negocio para Bogotá, pues la relación costo-beneficio está desequilibrada a favor de los costos para el distrito. Sin embargo, es necesario aclarar que la solución no es suprimir la minería como actividad económica, puesto que los materiales para construcción se requieren y restringir la minería legal significaría el fortalecimiento de la minería ilegal. Una ruta alternativa para la solución del problema es encontrar la forma de hacer a la minería ambientalmente sostenible, lo que incluye mejor aprovechamiento de los subproductos y la implementación de técnicas de restauración.

## Metodología

En este trabajo, se presenta la metodología y las actividades necesarias para el aprovechamiento de residuos mineros de baja granulometría. El proceso inicia con la caracterización fisicoquímica, principalmente el análisis granulométrico, a fin de establecer procesos de segregación o adecuación, y el análisis petrográfico del material granular, para describir y clasificar los constituyentes de los residuos, identificar las variedades de rocas y presencia de minerales inestables o reactivos.

Posteriormente, se debe establecer la interacción con agentes reactivos de transformación química o modificación de propiedades físicas para establecer posibles procesos, productos finales y usos. Con base en el desarrollo

experimental, se deben definir los parámetros y variables de operación del proceso, y una vez obtenido el producto de interés, establecer el cumplimiento de las especificaciones y características deseadas.

Finalmente, se debe considerar el análisis económico tanto del producto como del proceso productivo para determinar certeramente la rentabilidad de la reutilización de los residuos mineros.

## Resultados y discusión

Como caso de estudio, se establecieron tres productos de interés derivados de residuos mineros: morteros adhesivos por mezcla en seco de los residuos, producción de silicato de sodio mediante cationizado de material por tratamiento en medio básico y zeolitas por conversión directa e indirecta del residuo sólido.

Con base en la norma ASTM C-295 para la inspección de muestras de agregados, y mediante un análisis de Fluorescencia por Rayos X, se determinó que predominan en los residuos a utilizar areniscas micáceas compuestas en su mayoría por óxido de silicio. El análisis petrográfico muestra que el material es resistente a la acción de factores como sustancias agresivas, humedad, medio ambiente, entre otros. La obtención de morteros tipo adhesivo a partir de los residuos es posible por secado en un secador de tambor, posterior tamizado conservando la materia prima con tamaño de gránulo inferior al tamiz 30, y mezcla de la materia en seco con cemento y Surfotel TA 400. El análisis de resistencia de mortero se determina con la Norma Técnica 220, el análisis de absorción con la Norma Técnica NTC 237, y el análisis de fluidez con la NTC 111.

La obtención de silicato de sodio de valor comercial a partir de los residuos, se hace mediante un diseño de experimentos tipo Box-Behnken para definir la variable más influyente en la producción de silicato de sodio, la cual es densidad, para concentrar el óxido de silicio presente en el residuo del 88% p/p al 98%p/p, hace un tratamiento por lixiviación con ácido clorhídrico a 96% y lavado con NaOH 1.8 M, se utiliza la Norma Técnica NTC 1776 para la caracterización de humedad del silicato obtenido, y la Norma Técnica NTC 237 para el análisis de absorción.

Una propuesta diferente para el aprovechamiento de estos residuos es la obtención de distintos tipos de zeolitas por conversión directa e indirecta del residuo

sólido. La conversión directa del residuo se lleva a cabo por tratamiento hidrotérmico alcalino a 180 °C, obteniendo zeolitas del tipo cancrinita y analcima. Mediante los procesos de conversión indirecta se produce silicato de sodio a partir del residuo y posteriormente se neutraliza el silicato transformándolo en sílice, que se emplea como donante de silicatos en la síntesis de un hidrogel que mediante cristalización hidrotérmica, se convierte en zeolitas tipo Na-X, Na-A y Na-P1. La zeolita Na-X tiene capacidad para remover plomo de soluciones acuosas.

Los tres casos de estudio son ejemplos representativos de las soluciones al problema de los residuos mineros de baja granulometría, las cuales se pueden obtener a través del seguimiento de una metodología que aborda desde la caracterización del residuo hasta la producción de un producto de valor agregado obtenido. Un análisis general del valor agregado que entregan los productos de la reutilización de los residuos mineros deja ver que la retribución principal es la disminución de los impactos ambientales por la inadecuada disposición de estos residuos. De otra parte, el valor agregado de la reutilización de residuos mineros resulta atractivo en términos económicos, si se parte del hecho que el valor de éstos es menor al de la materia prima tradicional. No obstante, se debe hacer un análisis económico minucioso del proceso de transformación de estos residuos en productos finales, posibilidad que queda planteada para posterior discusión.

## Conclusiones

Los residuos mineros de baja granulometría pueden ser reutilizados para darles un valor agregado a nivel ambiental, social y económico, contribuyendo al desarrollo de la minería de agregados en la Sabana de Bogotá. En este trabajo, se presentan los resultados asociados a tres productos de interés obtenidos a partir de estos residuos: morteros de tipo adhesivo, silicatos de sodio y zeolitas. Para la implementación exitosa de estos proyectos es necesaria la divulgación apropiada y la relación asertiva entre academia e industria minera y de productos.

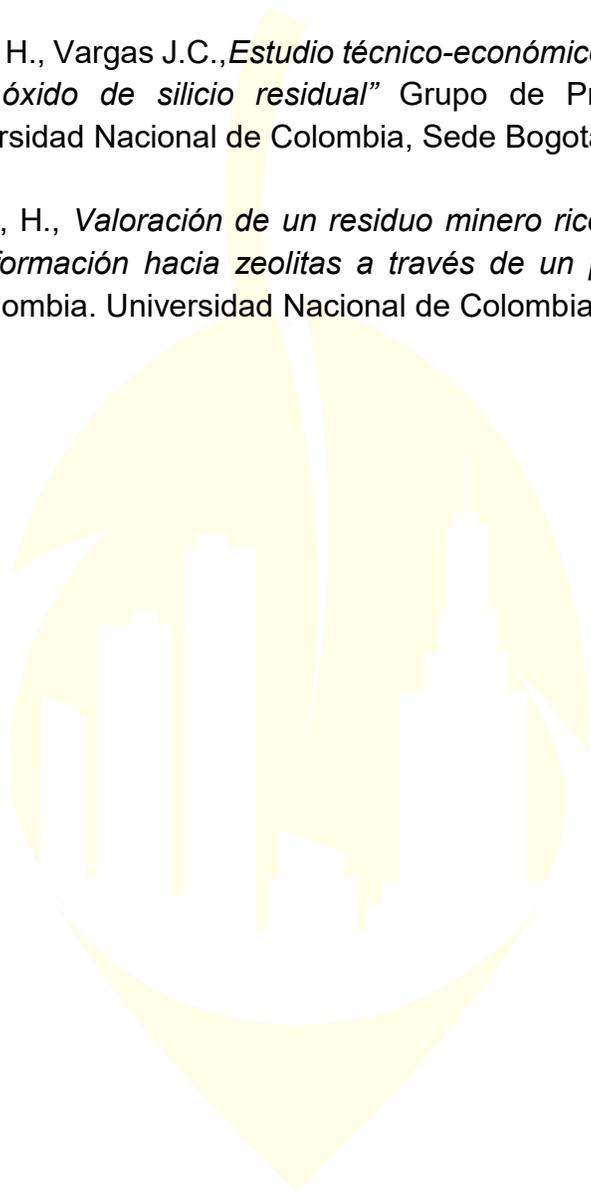
## Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de la Universidad Nacional de Colombia y de COLCIENCIAS, para el desarrollo de los casos de estudio presentados.

Casas, Y., Galindo, H., Vargas J.C., *Síntesis de silicato de sodio a partir de residuos mineros*. (2012) Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Casas, Y., Galindo, H., Vargas J.C., *Estudio técnico-económico de alternativas para la valoración del óxido de silicio residual*” Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Medina, A., Galindo, H., *Valoración de un residuo minero rico en óxidos de silicio mediante su transformación hacia zeolitas a través de un proceso hidrotérmico* (2014). Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia



## Caracterización de Agregados de Concreto Reciclado

José Miguel Ortega Vélez<sup>a</sup>, Carol Andrea Murillo Feo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [jmortegav@unal.edu.co](mailto:jmortegav@unal.edu.co), [camurillof@unal.edu.co](mailto:camurillof@unal.edu.co)

### Resumen

El uso de materiales para la construcción de vías en ciudades en crecimiento donde el suelo no presenta las características necesarias para garantizar la estabilidad ha obligado a la industria a explotar nuevas fuentes de material, cada vez más escasas y más lejanas, deteriorando el ambiente y aumentando el coste de transporte de agregados. Para el desarrollo de la sostenibilidad de las ciudades se deben buscar alternativas a la explotación de estos materiales.

Adicionalmente teniendo en cuenta otra gran problemática presente en la ciudad de Bogotá, la generación de una gran cantidad de residuos de demolición, que son desechados en rellenos y generan un costo energético y ecológico importante. La reutilización de estos desechos para distintos usos surge como una alternativa.

Durante la caracterización se evaluaron las propiedades de un agregado proveniente del concreto resultado de la demolición de vías, elementos estructurales, postes, etc.

Este material fue triturado, clasificado y evaluado como si se tratara de un agregado natural. Se caracterizó el material mediante los ensayos aplicados a una base y subbase granular. Si bien este material ha sido utilizado en otros lugares como un agregado, mediante esta investigación se busca verificar la capacidad de los materiales frente a las normativas en Colombia.

**Palabras clave:** Agregado Reciclado, Concreto Reciclado, Sostenibilidad, Reutilización de Desechos.

La demolición de elementos de concreto, como losas, elementos estructurales, entre otros representa una gran cantidad de desecho en la industria de construcción, los cuales deben transportarse para su disposición hasta un lugar adecuado, generando un impacto económico y ambiental considerable. Igualmente, la industria de construcción utiliza una gran cantidad de agregados, los cuales en muchos casos no se encuentran cerca de las obras o no presentan las características necesarias para su utilización. Es por esto que países como Estados Unidos, Inglaterra, Escocia, Japón, Egipto, España y Holanda, han venido utilizando el material derivado del reciclaje de concreto hidráulico.

La presente investigación caracterizó el agregado de concreto hidráulico reciclado (ACR) para identificar su posible uso dentro de la normativa del IDU

## **Metodología**

El material que fue utilizado en la investigación se trata de concreto hidráulico triturado, que proviene de diferentes fuentes. Los principales componentes fueron los fragmentos de agregado y la masa de cemento que todavía se encontraba adherida a estas partículas, así como trazas de concreto asfáltico, ladrillo cerámico, refuerzo de acero y concreto aligerado. Para obtener una homogeneidad del material se removieron los fragmentos de concreto asfáltico, ladrillo cerámico y refuerzo de acero.

## **Preparación del material**

Para garantizar las propiedades adecuadas de un material granular en el agregado de concreto reciclado (ACR), se lavó el material fino por el tamiz de 4.75mm de acuerdo con las conclusiones de (Yoon-Ho Cho, Taeyoung Yun, In Tai Kim y Nyoung Rak Choi, 2011), donde se evidencia la menor resistencia para los ACR con la fracción fina propia.

La fracción gruesa lavada de la granulometría del ACR a utilizar fue preparada con base en lo establecido en las especificaciones del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), tanto de base tipo B\_Gr1 como de sub-base granular tipo SB\_Gr1. Con respecto a la fracción fina, se utilizó un material arenoso, sin comportamiento plástico y con bajo contenido de materia orgánica. Los materiales

fueron mezclados con las cantidades necesarias para garantizar la curva granulométrica prevista (Ilustración 11).

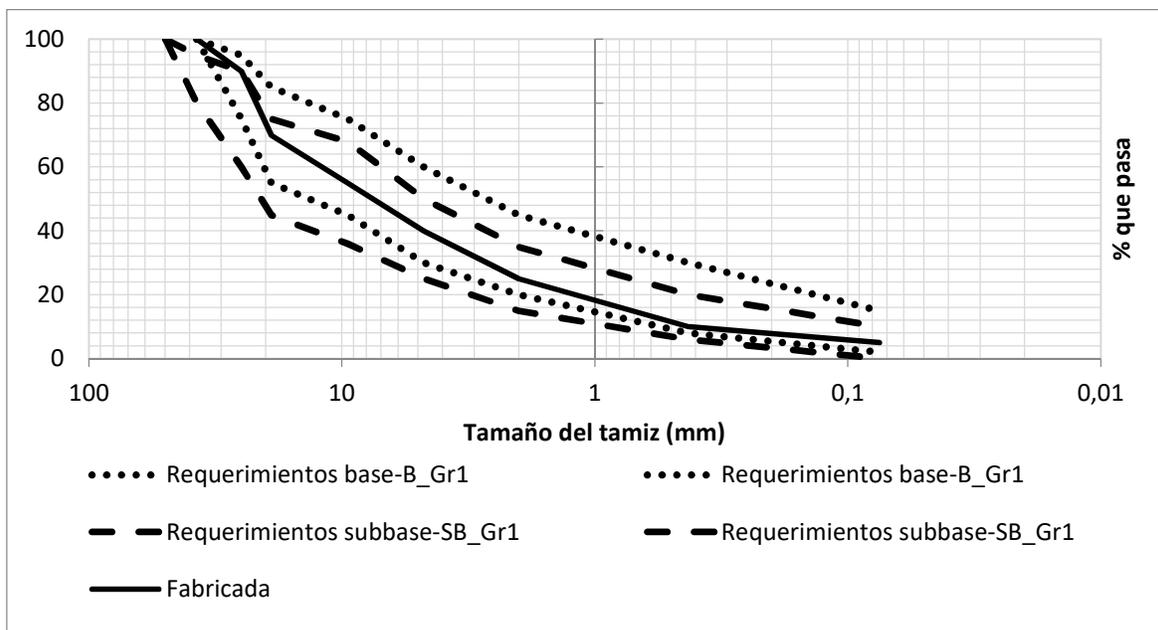


Ilustración 11. Granulometrías del material fabricado

Una vez fabricada la granulometría requerida se procedió a realizar la caracterización del material.

## Resultados y discusión

### Capacidad de soporte CBR

Se realizó el ensayo de CBR, con reemplazo, de acuerdo a la norma INVIAS E-148-07, para tres energías de compactación, 12, 25 y 56 golpes por capa, con el martillo de 10lb. Se realizaron las pruebas tanto para el caso de falla de la probeta húmeda, como para las probetas sumergidas durante 4 días. En este segundo caso se tomaron los valores de expansión del material. Los resultados de la medición de la expansión mostraron que este material no cambió su tamaño de manera significativa mientras se encontraba dentro de la inmersión. Para todas las pruebas la expansión sufrida fue menor del 1% y por lo tanto no afectan los ensayos.

El ensayo de CBR dio resultados de resistencia aceptable, de acuerdo a los requerimientos del IDU. Los valores de CBR fueron de 53%, 80% y 117% para cada una de las energías en el caso no sumergido. Para el caso contrario la diferencia



fue importante, donde se obtuvieron resultados de 50%,74% y 89%, respectivamente, superando los requisitos para una sub base granular tipo B de 40% según las especificaciones del IDU.

### Resistencia al desgaste

El ensayo de desgaste fue realizado para la granulometría tipo B, de acuerdo con las normas INVIAS, donde se utilizan los tamaños de partículas entre 3/4” y 3/8”. Se decidió utilizar esta gradación, por ser la más representativa de la muestra de ACR utilizada en el estudio.

Los resultados para 500 revoluciones obtuvieron un desgaste del 28%, porcentaje inferior al exigido para las bases del Idu, donde se exige un valor de desgaste inferior a 30% para las bases granulares tipo A y B e inferior a 35% para la tipo C.

### Conclusiones

Tal como se utilizó el material, solo con el reemplazo del material fino, este podría ser utilizado satisfactoriamente como una sub-base granular IDU. Esto significa que durante la rehabilitación de una losa de concreto hidráulico el material demolido puede ser usado como nueva fundación de la misma, mejorando el impacto ambiental de la obra y disminuyendo el costo de los materiales.

Con la mezcla de la fracción gruesa del ACR con una base granular de buenas especificaciones, se pueden generar materiales que cumplan las normas y así disminuir los costos de la misma y reutilizar las losas demolidas in situ.

El uso de los materiales finos del ACR no tiene muchos usos en la literatura y requieren investigaciones adicionales como estabilizantes de suelos arcillosos, cementantes y nuevas aplicaciones.

### Referencias bibliográficas

How-Ji Chen, Tsong Yen, Kuan-Hung Chen. *Use of building rubbles as recycled aggregates*. Cement and Concrete Research 33, pp. 125–132, 2003.

Schulz R, Hendricks F. *Recycling of masonry rubble. Recycling of demolished concrete and masonry*. En: Report of technical committee demolition and reuse of concrete (Hansen TC), vol. 37. London: RILEM; 1992.

Yoon-Ho Cho, Taeyoung Yun, In Tai Kim, Nyoungrak Choi. *The Application of Recycled Concrete Aggregate (RCA) for Hot Mix Asphalt (HMA) base Layer Aggregate*. KSCE Journal of Civil Engineering, 15, pp. 473-478, 2011.



## Uso de escorias de horno de arco eléctrico en mezclas asfálticas

Carolina Andrea Morcote Católico<sup>a</sup>, Carol Andrea Murillo Feo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

\*E-mail: [camorcotec@unal.edu.co](mailto:camorcotec@unal.edu.co)

### Resumen

El desarrollo de la infraestructura vial en Colombia se ha establecido como una de las necesidades regionales más relevantes, pues relaciona cambios medio ambientales, sociales y económicos; debido al impacto que generan en el entorno. Por medio de estas intervenciones las comunidades rurales pueden tener acceso a los beneficios que ofrecen las ciudades principales mejorando con esto su calidad de vida.

Múltiples disciplinas intervienen en el desarrollo de los proyectos de infraestructura vial, en las etapas de diseño y construcción, de las cuales actualmente prevalece la preservación del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales; por lo tanto se requieren estrategias de aprovechamiento de nuevos recursos de innovación o residuos sólidos de industria, agricultura o materiales con uso potencial, que permitan establecer beneficios ambientales y técnicos al ser usados como parte del proyecto específicamente construcción de vías. Considerando la demanda de materiales de construcción, obtenidos de procesos de explotación a cielo abierto conocidos como materiales de cantera o explotación de materiales de río, lo que genera daños ambientales, con el agravante que algunas regiones de país no cuentan con materiales adecuados para el uso en vías condición que limita el desarrollo de la infraestructura.

Con esta percepción ambiental y sostenible del escenario actual concerniente a infraestructura vial, la investigación en ingeniería avanza en función de la optimización de los recursos; realizando pruebas de laboratorio y análisis que permitan generar referentes técnicos para validarlos beneficio o limitaciones de los recursos de innovación con sustento técnico adecuado. Es así como en pro de la

investigación se realizó un estudio con residuos industriales provenientes de la fabricación de acero conocidas como escorias, al ser implementadas en mezclas asfálticas para evaluar la susceptibilidad del agua en la mezcla.

**Palabras clave:** infraestructura vial, medio ambiente, desarrollo, mezcla asfáltica, escoria.

## Introducción

Los diferentes sectores industriales concentran su interés en plantear alternativas de uso con los residuos generados en sus procesos de producción; entre las industrias más notables del país se encuentra las siderúrgicas, petroleras, cementeras, refinerías, constructoras entre otras. Dichos residuos deben ser sometidos a estudio e investigaciones multidisciplinarias que concluyan en una descripción o caracterización de sus propiedades físicas y químicas para posteriormente sean el referente para su utilización.

Considerando que, de la producción total de acero, se genera entre el 10% y el 30% de escorias en función de la etapa de fabricación, conocidas como escorias negras a las generadas al final de la etapa de fusión y escorias blancas las generadas al final de la etapa de afino, las cuales presentan variación en su composición física y química.



*Figura 1. Lote de escorias negras.*

Por lo anterior como resultado de la producción de acero nacional se obtiene una cantidad de residuos sólidos importante. Su aplicación en obras de infraestructura vial se concentra principalmente en las capas de rodadura o en

estructuras de pavimento; esto se ha considerado por su similitud en cuanto al aspecto con los agregados pétreos que son utilizados en las diferentes capas.

Por lo tanto, las propuestas de investigación pretenden desarrollar proyectos que relacionen uno de los sectores más destacados de la económica departamental como son las siderurgias con un componente importante de la infraestructura vial como son los pavimentos, influenciados por el impacto ambiental y social que esto con lleva. Por medio de la evaluación del desempeño mecánico de las mezclas modificadas con escorias de horno de arco eléctrico (negras); para establecer sus beneficios y limitaciones.

## Metodología

Se desarrolla una campaña experimental que permita caracterizar las escorias negras y las mezclas asfálticas modificadas, implementando las normas establecidas por el Instituto Nacional de vías INVIAS para la ejecución de ensayos de laboratorio.

Por lo anterior, se realizaron mezclas asfálticas modificadas con tres diferentes combinaciones porcentuales de adición de escorias variando entre el 0% y el 30% según la franja granulométrica establecida en la norma para una mezcla en caliente tipo densa (MDC), correspondiente a una granulometría entre el tamiz  $\frac{3}{4}$ " hasta pasa #200, denominada MDC-25. Los ensayos realizados permiten conocer su granulometría y propiedades como gravedad específica, densidad y porcentaje de agua absorbida. Y evaluar propiedades de mezcla como Estabilidad y flujo y tracción indirecta las cuales permiten evaluar su comportamiento mecánico.



*Figura 2. Mezclas asfálticas modificadas con escorias negras.*



Figura 3. Probetas mezclas asfálticas modificadas.

## Resultados y discusión

La curva granulométrica realizada para las escorias de horno de arco eléctrico, muestran la variación en tamaños del material y concentra sus máximos tamaños tipo arenas gruesas a finas, con alto contenido de materia fina.

Los resultados obtenidos para los diferentes porcentajes adicionados de escorias negras, para la evaluación mecánica de las mezclas; donde 1. Representa una mezcla asfáltica sin contenido de escoria, 2. Representa una mezcla con 10% de contenido de escoria como agregado y 3. Representa una mezcla con 30% de contenido de escoria como agregado. Tal y como se presenta en la siguiente figura, donde se determina la carga máxima soportada por la carga definida como la estabilidad. (Morcote, Murillo, 2016).

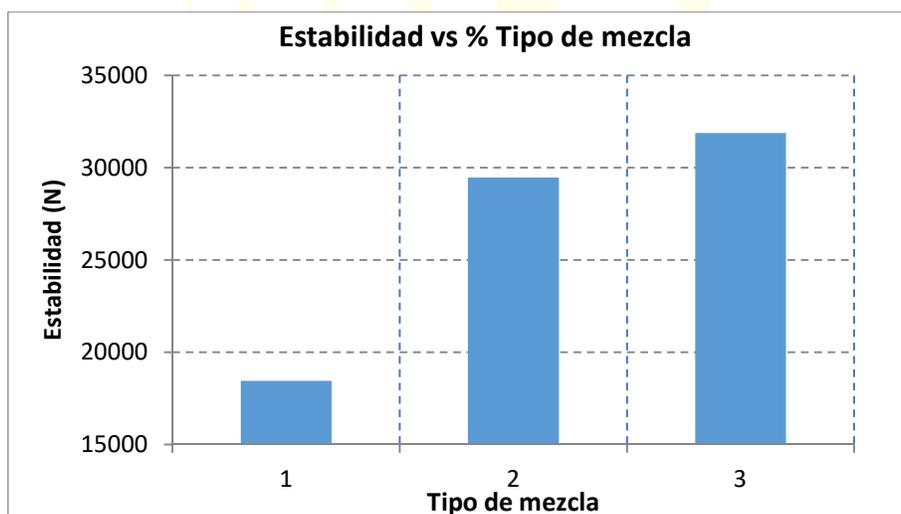


Figura 3. Estabilidad de mezclas asfálticas modificadas.

Tabla 1 Ensayo de Estabilidad.

Mezcla	% escoria negra	Estabilidad (N)	Incremento resistencia (%)
Tipo 1	0	18443	-
Tipo 2	10	29473	60
Tipo 3	30	31882	73

Con respecto a los criterios de diseño para mezclas asfálticas planteada en las especificaciones INVIAS, donde definen los valores de estabilidad mínimos para las categorías de tránsito NT1, NT2 y NT3 como 5000N, 7500N y 9000N respectivamente, en el estudio se lograron valores superiores a la exigencia nacional mínima, condición que aprueba el uso de las escorias.

## Conclusiones

Las mezclas evaluadas con los diferentes porcentajes de adición registran incremento en la resistencia a la deformación plástica en función del contenido de escorias negras en la mezcla, obtenido un incremento del 60% al modificar la mezcla con un 10% de escoria y del 73% al incrementar un 30% del contenido de escoria como agregado.

Se cumplen las exigencias mínimas establecidas por la normativa vigente, especificaciones INVIAS.

Se presenta este estudio para ser tenido en cuenta para nuevas investigaciones respecto a la evaluación de diferentes porcentajes de contenido de escorias negras en mezclas asfálticas, que permitan encaminar el uso adecuado de los residuos sólido-generados en el proceso de producción de acero.

El estudio de materiales y residuos de zonas de producción focalizadas permite plantear alternativas útiles y aplicables al entorno de afectación; siendo necesarios estudios posteriores considerando las condiciones ambientales y agentes de

afectación de las mezclas asfálticas. Además de realizar estudios de tipo social, económico, constructivo y ambiental; prevaleciendo el beneficio de la comunidad impactada.

## Agradecimientos

Este trabajo es posible gracias al apoyo de la Gobernación de Boyacá y Colciencias.

## Referencias bibliográficas

Benítez Barreto, A. &. (2015). Evaluación de la resistencia de una mezcla asfáltica tibia, sustituyendo en su fabricación, parte del agregado pétreo, por escoria de alto horno. Bogotá D.C.

Cajas Ramirez, V. X. (2010). Utilizacion de escorias siderurgicas para el mejoramiento de mezclas en frio. Quito.

Morcote Católico, C. & MurilloFeo, C. (2016). Evaluación del desempeño mecánico de mezclas asfálticas con escorias de horno de arco eléctrico. XVIII Congreso nacional del asfalto y concreto (Peru).

Pérez Sierra, E. G. (2008). Evaluación de las escorias de horno como agregado en mezclas asfálticas. Guatemala.

Sánchez abril, H. m. (2014). Estado del arte sobre las escorias negras de horno de arco eléctrico y sus aplicaciones en pavimentos. V congreso internacional de ingenieria civil, 1-14.

## Rellenos sanitarios: producción de biogás como sustituto al gas natural consumido en las ciudades

Sierra Vargas, Fabio Emiro <sup>a</sup>; Mejía Barragán, Fabiola <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Bogotá, Colombia.

<sup>b</sup> Escuela tecnológica Instituto Técnico Central, Facultad de Procesos Industriales, Bogotá, Colombia.

\*E-mail: feserrav@unal.edu.co

### Resumen

El artículo hace una evaluación técnica de la posibilidad de usar biogás producido en rellenos sanitarios, producto de los residuos sólidos urbanos, como complemento del gas natural. La discusión se apoya en información obtenida de diferentes instituciones relacionadas con el tema como la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Los rellenos sanitarios en Colombia reciben más de 11 millones de toneladas anuales de residuos, de los cuales 9 millones podrían aprovecharse para producir energía. Aunque Colombia no es un gran productor de gas natural (0,08%) sus reservas se reducirán de 1300 GBTUD en 2016 a 900 GBTUD en 2025 disminuyendo la relación de reservas/producción de 15,1 en 2015 a 4,9 años para el 2024. El consumo de gas natural actualmente para Bogotá es de 115,5 GBTUD. Del análisis se concluye que, si bien el biogás participa con una pequeña cantidad de energía, la misma es importante debido a la disminución de reservas de gas natural.

**Palabras clave:** Rellenos Sanitarios, Biogás, Gas Natural.

### Introducción

De acuerdo al Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia, para el 2010 se contaba con 177 millones de toneladas de residuo (450 mil TJ).(Escalante-Hernández, Orduz-Prada, Zapata-Lesmes, Cardona-Ruiz, & Duarte-Ortega, 2013). Once millones de toneladas anuales de residuos sólidos se depositan en los rellenos sanitarios sin ningún tipo de separación; de ellos, 9

millones podrían aprovecharse para producir biogás que puede ir directamente a la red de gas natural o generar energía eléctrica en la fuente. La dispersión de las biomásas residuales hace difícil su uso. Se puede dividir en dos casos, grandes cantidades que se acumulan como es el caso de los rellenos sanitarios y material disperso (residuos producto de la agroindustria, pequeños municipios) o material que se recoge de las fuentes hídricas. En el mundo existen múltiples centrales de generación de energía eléctrica a partir de biomasa, pero su rentabilidad aún es baja y la viabilidad de su implementación en Colombia no se observa en el corto y mediano plazo. El estudio evalúa la cantidad de biogás que se puede producir en los rellenos sanitarios y como éste puede ser un complemento al uso de gas natural especialmente en el sector residencial, basado en información publicada por entidades como la UPME, la CREG, la SSPD, DANE, entre otros.

## Metodología

### Biodigestión:

La biodigestión hace parte del ciclo biológico de la biomasa. La producción de gas se lleva a cabo en Biodigestores, donde la materia prima es cargada y homogenizada en presencia de agua, creando el ambiente adecuado para que bacterias realicen el proceso de fermentación y producción de metano y CO<sub>2</sub> controlando el pH, temperatura, presión, agitación, materia prima, humedad, tamaño de partícula, acidez, tipo de bacterias, entre otros. El material orgánico para la producción de biogás puede tomarse de: cultivos energéticos potenciales, biomasa residual agroindustrial, residuos agroindustriales de la producción de alimentos, desechos de poda y maleza municipales y distritales, lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas PTARD y PTARI, desechos de plantaciones forestales, residuos provenientes del beneficio de ganado y avícola, plantas procesadoras de aceites y grasas, estiércol avícola, porcino y bovino agrupado y residuos sólidos orgánicos urbanos RSOU.

### Rellenos sanitarios:

Los rellenos sanitarios son considerados reactores de descomposición es lenta. La descomposición de la materia orgánica allí depositada se da mediante procesos anaeróbicos, permitiendo la producción de metano y dióxido de carbono, principalmente y productos sólidos que pueden emplearse como abono orgánico. En Colombia se recolectan alrededor de 27.000 toneladas diarias de residuos sólidos domiciliarios en rellenos sanitarios, distribuidos así: Bogotá 6.300 ton/día,

Antioquia 3.260 ton/día, Valle del Cauca 3.072 ton /día y Atlántico 1.907 ton/día(Rodríguez-Perdigón, 2014). La cobertura de recolección de residuos es del 97,4% en el área urbana y de 24,1% en las zonas rurales. Según la SSPD, en el año 2014, de los 1101 municipios colombianos, 934 disponían los residuos en sitios adecuados (rellenos sanitarios, plantas integrales y celdas de contingencia), 111 lo hacían en botaderos a cielo abierto, principalmente en Bolívar (29), Chocó (25) y Magdalena (18), 46 en celdas transitorias (solución no aceptada por la normatividad vigente), 5 arrojaban sus residuos a cuerpos de agua, 4 los enterraban y 1 los quemaba. Solo hay 360 sitios adecuados y 803 municipios entregan sus residuos en 62 sitios de disposición final regionales, los cuales representan el 91% de los residuos en todo el país(Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Dirección Nacional de Planeación, 2015). Algunas ciudades capitales no cuentan con sitios adecuados para la disposición de basuras: Quibdó, Riohacha, Buenaventura y Puerto Asís. De los 11,6 millones de toneladas de basuras producidas al año, apenas el 17% se recicla, es decir, que comparados con 27 países de la Unión Europea donde el promedio es el 67%, Colombia tiene tasas muy bajas de aprovechamiento y valorización de basura(Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Dirección Nacional de Planeación, 2015). Para el caso de Bogotá si se aprovechara el gas procedente del relleno Doña Juana, se podrían generar 30 Mwde electricidad, con una composición típica como la presentada en la tabla 1.

Tabla 1. Composición del biogás producido en rellenos sanitarios. Fuente:(Ariza, 2015).

Compuesto	Cantidad aproximada (%)
Metano	40-75
Dióxido De Carbono	15- 60
Vapor De Agua	5-10%
Ácido Sulfhídrico	0,005.2
Siloxanos	0-0,02
Hidrocarburos Halogenados	< 0,6
Amoniaco	< 1%
Oxigeno	0-1
Monóxido De Carbono	< 0,6%
Nitrógeno	0-2

La cantidad de gas se puede obtener de un relleno sanitario se puede calcular usando la fórmula [1](Panesso, Cadena, Mora-Flórez, & Ordoñez, 2012).

$$Q_{mT} = F \cdot K \cdot L_o \sum M_i \cdot e^{(-k(T-i))} \quad [1]$$

Donde:

$Q_{mT}$  = Generación máxima de metano al año del año T en m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/año.

$F$  = fracción de metano en el biogás (%).

$K$  = constante de generación de metano (año<sup>-1</sup>).

$L_o$  = Potencial de generación de metano (m<sup>3</sup>/Ton)

$M_i$  = masa de residuo dispuesto en el año i (Ton).

Donde  $k$  (0,003 – 0,2 l/año) y  $L_o$  (6,2 – 279 m<sup>3</sup>/Ton) se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Constantes  $k$  y  $L_o$  para el cálculo de producción de biogás. [2]. Fuente: (Panesso, Cadena, Mora-Flórez, & Ordoñez, 2012)

Precipitación Anual mm/Año	K (año <sup>-1</sup> )	L <sub>o</sub> m <sup>3</sup> /Ton
0-249	0,040	60
250-499	0,050	80
500-999	0,065	84
>1000	0,080	84

Aplicando la ecuación para las condiciones de Bogotá, se tiene una producción aproximada de Metano de 1000000 de m<sup>3</sup>/año (2740 m<sup>3</sup>/día).

### Gas natural

Colombia produce alrededor del 0,08% del gas mundial. Para el 2014 se tenían reservas probadas de 5000 GPC principalmente producidas en los Llanos orientales (58%), la Guajira (23%) y el Valle (14,5%). La relación de reservas frente a los años de producción para el 2015 era de 15,1 y se espera que para el año 2024 sea de 4,9. Frente al consumo en el sector residencial se pasará de 130 GBTUD en el 2016 a 200 GBTU en el 2029. Observando estas cifras y bajo diferentes escenarios se puede tener un déficit para el 2025. Para las principales ciudades el

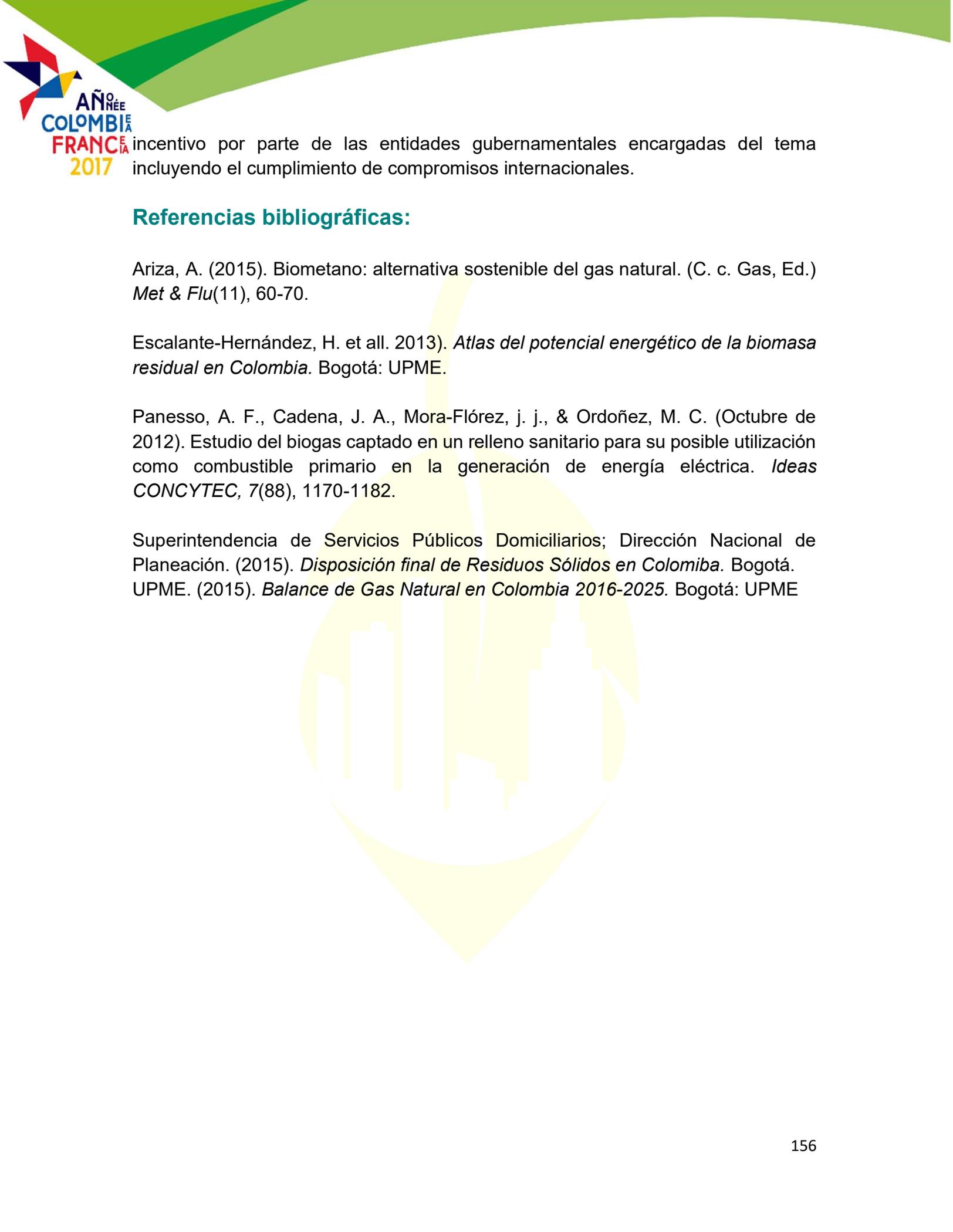
consumo actual es: Bogotá 115,5 GBTUD (3250000m<sup>3</sup>/día), Medellín 21,1 GBTUD y Cali 37,8 GBTUD. La composición del gas natural depende del pozo donde se obtenga según se observa en la tabla 3

Tabla 3. Composición de gas natural de campos en Colombia. Fuente: (UPME, 2015)

Propiedad (% molar)	Campo					
	Apiay	Payoa	El Centro	Guajira	Guepaje	Cusiana
Metano	86.2	90.29	91.61	97.76	96.98	75.68
Etano	8.45	6.47	6.73	0.38	0.58	11.15
Propano	1.18	1.73	0.028	0.2	0.18	4.70
Butano	0.12	0.15	0.011	0	0.09	0.78
n-Butano	0.11	0.17	0.012	0	0.03	0.95
Otros hidrocarburos pesados	0	0.09	0.02	0	0.1	0.63
Nitrógeno	0.77	0.35	0.85	1.29	1.98	0.91
CO <sup>2</sup> (molar)	3.17	0.75	0.739	0.37	0.06	5.20
Poder Cal. Bruto (BTU/pe <sup>3</sup> )	1057	1084	1047	999	1003	1162

## Conclusiones

En Colombia se cuenta con una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos tanto en el sector rural como en las ciudades que no es aprovechado en forma adecuada. Los residuos agrícolas están dispersos, pero en las ciudades pueden ser aprovechados usando el biogás que se produce en los rellenos sanitarios. Actualmente no se cuenta con una legislación que incentive el uso de los mismos. Otro problema que se tiene son los altos costos de inversión (aprox. US2000/Kweinstalado) para implementar tecnologías adecuadas. Teniendo en cuenta que el gas natural se usa ampliamente en el sector residencial, y que el mismo cada día cuenta con menos reservas, el biogás producido en los rellenos sanitarios podría complementar los requerimientos energéticos en Bogotá en un 0,1% del total energético que se podría utilizar a nivel local en los alrededores del relleno, o para suplir el 1% del consumo de energía eléctrica. Se requiere un mayor



incentivo por parte de las entidades gubernamentales encargadas del tema incluyendo el cumplimiento de compromisos internacionales.

### Referencias bibliográficas:

Ariza, A. (2015). Biometano: alternativa sostenible del gas natural. (C. c. Gas, Ed.) *Met & Flu*(11), 60-70.

Escalante-Hernández, H. et all. 2013). *Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia*. Bogotá: UPME.

Panesso, A. F., Cadena, J. A., Mora-Flórez, j. j., & Ordoñez, M. C. (Octubre de 2012). Estudio del biogas captado en un relleno sanitario para su posible utilización como combustible primario en la generación de energía eléctrica. *Ideas CONCYTEC*, 7(88), 1170-1182.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Dirección Nacional de Planeación. (2015). *Disposición final de Residuos Sólidos en Colomiba*. Bogotá. UPME. (2015). *Balance de Gas Natural en Colombia 2016-2025*. Bogotá: UPME

## Microsílice a partir de Cascarilla de Arroz en Concretos de Altas Prestaciones como Sustituto del Humo de Sílice

Andrés Salas Montoya<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia

\*E-mail: [asalasmo@unal.edu.co](mailto:asalasmo@unal.edu.co)

### Resumen

Se hace necesario el uso de subproductos de residuos agrícolas como materiales cementantes alternativos con el propósito de ayudar en la sostenibilidad de nuestro planeta, reduciendo el consumo de materias primas, la producción de gases contaminantes y de residuos de la industria agrícola que afectan visiblemente el medio ambiente y la salud pública. En el presente trabajo se evalúa la resistencia a la compresión y la durabilidad de concretos de altas prestaciones; que incluye la absorción de agua y la penetración de iones cloruro en mezclas de hormigón adicionadas con dos tipos de ceniza de arcilla de arroz (RHA) y una muestra de humo de sílice (HS). Un tipo de RHA se obtuvo mediante un tratamiento térmico a la cascarilla de arroz (TRHA) y el otro tipo se obtuvo con un proceso químico-térmico a la cascarilla (ChRHA). El HS utilizado para la comparación de propiedades de hormigón es un subproducto del proceso de fabricación de ferrosilicio y de silicio metálico y se considera la mejor puzolana para incrementar el rendimiento del hormigón, pero generalmente es caro y difícil de encontrar, especialmente en los países en desarrollo. Los resultados mostraron que los concretos mezclados con ceniza de cascarilla de arroz tratada químicamente presentaron resultados similares o incluso superiores al de las muestras con HS y un rendimiento superior en comparación con muestras de cemento Portland ordinario de referencia. Constituyéndose en un material con características e ingredientes que aportan a la sostenibilidad del planeta.

**Palabras clave:** Ceniza de cascarilla de arroz, Materiales cementantes alternativos, Concreto de alto desempeño, Materiales Sostenibles.

Debido a la creciente preocupación pública mundial por la contaminación ambiental y el creciente interés en la conservación de energía y de recursos naturales, las prácticas tradicionales de explotación, manufactura, uso y disposición de los materiales llamados tradicionales ya no son aceptables para la sociedad actual. Se hace necesaria la implementación de nuevas técnicas que estén acorde a las realidades medioambientales actuales en nuestro planeta.

Entre estas alternativas se encuentran dos que están muy relacionadas; encontrar un reemplazo para el cemento Portland, cuya industria es una de los mayores contaminantes del planeta y cuyas materias primas (piedra caliza, arena, pizarra, arcilla, mineral de hierro) se están agotando. Adicionalmente, el serio problema de disposición que existe actualmente con los residuos agrícolas de cereales como el arroz, el trigo y el maíz, que se cultivan en todos los continentes, cubren grandes extensiones de la superficie de la tierra y son una fuente primaria de alimentos para miles de millones de personas. Por estas razones se hace necesario el uso de subproductos de residuos agrícolas en la sustitución de cemento portland, que ha probado su eficiencia en múltiples investigaciones desde los años sesenta.

Los concretos de altas prestaciones, hacen parte del grupo de materiales estructurales de alta tecnología con características superiores, mayor durabilidad y amigables con el medio ambiente [Aitcin, P, 2003]. Estos concretos se pueden producir utilizando los mismos ingredientes que el concreto normal, pero se diferencian en la baja relación agua/cementante, en el uso de materiales cementantes alternativos y el uso de aditivos súper plastificantes.

Entre las adiciones minerales más utilizadas se encuentra el humo de sílice por su gran eficiencia, la que se atribuye al contenido de sílice amorfa, así como a la alta finura que presenta, además del tamaño y forma de sus partículas que proveen a las mezclas de concreto de una mejora significativa en el desempeño tanto resistente como de durabilidad. A pesar de ser un subproducto industrial, el humo de sílice puede llegar a costar 2, 3 o más veces que el cemento portland [Bui, D., 2001].

Un material que se ha estudiado como posible sustituto del humo de sílice es la ceniza de cascarilla de arroz, (RHA, siglas en inglés de Rice HuskAsh), producida a partir de la cascarilla de arroz, que presenta un alto contenido de sílice,

además de otras ventajas tales como la alta disponibilidad y bajo costo. A pesar de esto, se presentan una serie de dificultades que no han permitido su utilización masiva, en especial la sensibilidad que tienen los elementos constitutivos de la cascarilla a la temperatura de quema.

Algunos investigadores han logrado disminuir la sensibilidad de la ceniza al tratamiento térmico y producir cenizas con un alto contenido de sílice pura lo que ha permitido clasificarla como una adición mineral de alta reactividad que puede ser similar en calidad al humo de sílice para la producción de concretos de altas prestaciones. Esto se ha logrado efectuando un tratamiento químico previo al tratamiento térmico [Salas et al., 2009].

Estas cenizas de cascarilla de arroz de alta calidad se han producido y utilizado como material puzolánico altamente reactivo, conllevando a una mejora significativa en la resistencia y la durabilidad de hormigones normales [Chandrasekhar et al., 2005] y aportando al desarrollo sostenible en la industria de la construcción.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el efecto de una sustitución parcial del cemento Portland por una ceniza de cascarilla de arroz tratada químicamente (ChRHA) sobre la resistencia a la compresión, la carbonatación y la succión capilar de mezclas de concreto y comparar los resultados con aquellos concretos obtenidos mediante el uso de RHA y humo de sílice (HS) al mismo nivel de sustitución del cemento utilizado para prepararlos.

## Metodología

Se procedió con la obtención de sílice a partir de la cascarilla de arroz mediante los procesos térmico y térmico-químico. A esta sílice se le evaluaron las propiedades físicas (gravedad específica, tamaño de partículas, superficie específica) y químicas, utilizando técnicas tales como análisis químico básico, granulometría láser, microscopía electrónica, difracción de rayos X y análisis de fluorescencia de rayos X.

Una vez obtenida y caracterizada las cenizas de cascarilla de arroz, se utilizaron como reemplazo parcial de cemento portland para producir mezclas de concreto simple con resistencias a la compresión superiores a 40 MPa., las cenizas se utilizaron como reemplazo parcial del cemento en porcentajes variables del 5, 10, 15 y 20%. Estudio que se realizó para definir el porcentaje de ceniza de

cascarilla de arroz, utilizada como reemplazo de cemento portland, con el cual se pudiera alcanzar una manejabilidad adecuada de las mezclas y una alta resistencia a compresión. Las mezclas que presentaron la mayor resistencia a compresión con la menor demanda de aditivo plastificante se seleccionaron como porcentaje óptimo y estas se caracterizaron en estado endurecido, determinando la resistencia a compresión y efectuando ensayos de durabilidad para determinar resistencia a la absorción de agua y a la carbonatación.

## Resultados y discusión

### Resistencia a compresión

Como se observa en la Figura 1, los mayores resultados en resistencia se dieron para mezclas incorporando el 10% de ceniza tratada químicamente, seguidas por las mezclas con HS en similar proporción y ChRHA al 5%. El desarrollo resistente de las mezclas adicionadas con ceniza de cascarilla sin tratamiento químico es superior al comportamiento de la mezcla patrón en los porcentajes del 5 y 10%, pero, al aumentar el contenido de ceniza a porcentajes del 15 y 20%, este comportamiento cambia y las resistencias de las mezclas son menores que los de la mezcla de control.

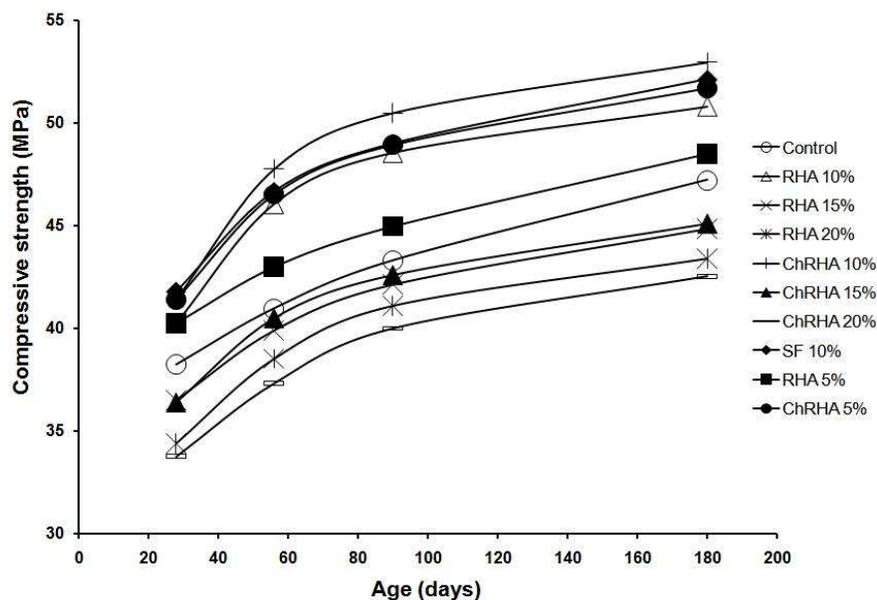


Figura 1. Resistencia a compresión de mezclas de concreto a diferentes edades de curado.

La prueba muestra un mejor desempeño para las mezclas adicionadas con ceniza tratada químicamente, seguida por el humo de sílice, mostrando la efectividad de este material para refinar la estructura porosa y densificar la matriz del material.

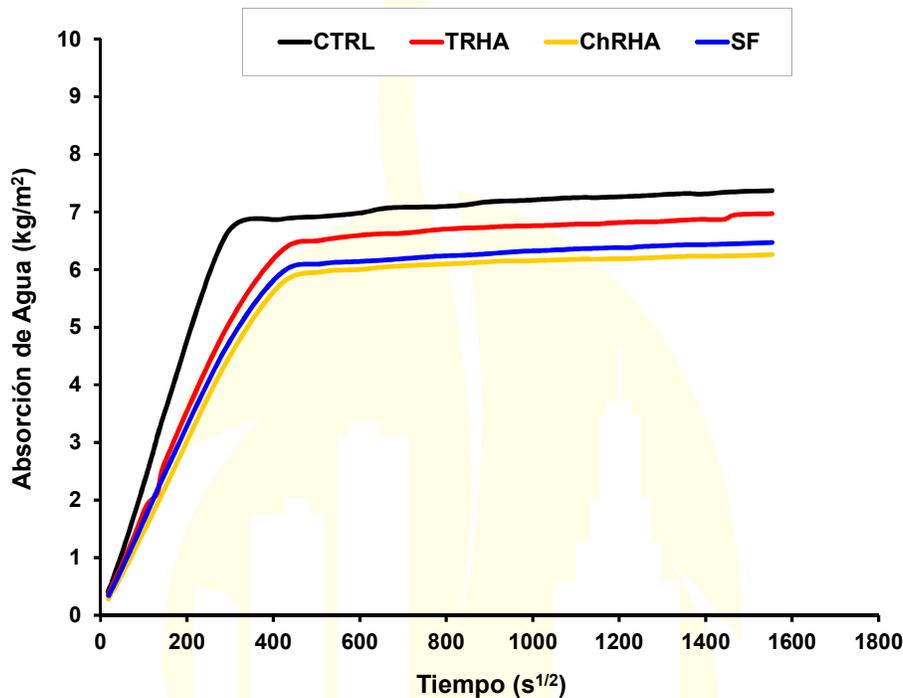
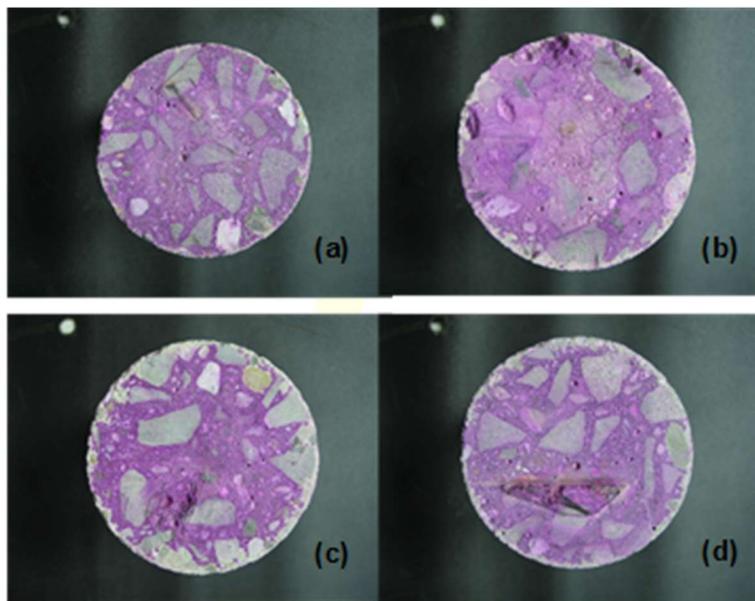


Figura 2. Resultados ensayo de succión capilar.

### Resistencia a la carbonatación

Los ensayos de carbonatación se presentan en la figura 3, con las secciones de las probetas ensayadas, donde se puede observar la profundidad de carbonatación para cada una de estas y se puede observar que las diferencias no son muy significativas en cuanto a la profundidad de carbonatación con respecto a la mezcla de control, resultados similares a los obtenidos por Sanjuán et al. [Sanjuán, M et al., 2003], quienes experimentaron con mezclas adicionadas con ceniza volante y humo de sílice bajo condiciones de exposición a carbonatación severas y naturales y con diferentes relaciones agua/cementante.



*Figura 3.* Resultados de la profundidad de carbonatación para concretos carbonatados al 3% de CO<sub>2</sub> durante 75 días: (a)Control, (b)TRHA, (c)ChRHA, (d)SF.

## Conclusiones

La ceniza de cascarilla de arroz tratada químicamente es un material puzolánico de alta reactividad, cuya adición a mezclas de concreto genera resultados superiores tanto en resistencia como en durabilidad, en comparación con los obtenidos en mezclas de control solo con cemento portland y similar a los resultados obtenidos con humo de sílice.

Adicionalmente, es un material que aporta al desarrollo sostenible en cuanto al reemplazo de cemento Portland y al uso de un desecho de la agro-industria.

El incremento en la resistencia a la compresión de las mezclas adicionadas con ceniza de cascarilla tratada químicamente se hace más evidente a cortas edades, presentando valores superiores al 20% de la resistencia obtenida por la mezcla de control. Esta alta reactividad inicial se genera por la elevada superficie específica y por la mayor pureza de la sílice en la ceniza. A mayores edades, el aumento resistente es comparable al ocasionado por el humo de sílice, con valores porcentuales superiores en un 12% al de la resistencia de la mezcla de control.

En cuanto a la durabilidad, la permeabilidad de las mezclas se ve reducida significativamente por la adición de ceniza de cascarilla de arroz. La resistencia a la penetración de agua de las mezclas adicionadas con la ceniza tratada es tres órdenes de magnitud mayor que los resultados obtenidos para las mezclas de concreto de control.

## Agradecimientos

El autor agradece el apoyo permanente de la Universidad Nacional de Colombia, de la Universidad del Valle (Colombia), de la compañía Arrocera La Esmeralda y del Centro de Excelencia para Nuevos Materiales (CENM) por su apoyo en el desarrollo de este estudio.

## Referencias bibliográficas

Aïtcin, P. The durability characteristics of high performance concrete: A review. *Cement and Concrete Composites*, Mayo-Julio 2003. v. 25, No. 4-5. pp. 409-420.  
Bui, D., [2001], *Rice husk ash as a mineral admixture for high performance concrete*. Technische Univ. Delft, Netherlands. 138 p.

Chandrasekhar, S et al. [2005], *Effect of organic acid treatment on the properties of rice husk silica*. *Journal of Materials Science*, v.40.pp.6535–6544.

Salas A., et al., [2007], *Study on the pozzolanic properties of silica obtained from rice husk by chemical and thermal process*. *phys. stat. sol. (c)* No. 11, p. 4311–4318.

Sanjuán, M et al. [2003], *Concrete carbonation tests in natural and accelerated conditions*. *Adv. in Cement Research*, v. 15, No. 4. pp. 171-180.