





# **Ciudades y comunidades sostenibles,**

una mirada al Objetivo 11  
del desarrollo sostenible

**Ciudades y comunidades sostenibles,  
una mirada al Objetivo 11 del desarrollo sostenible**

**Edición Científica**

PhD Jorgelina Pasqualino  
Msc Claudia Díaz Mendoza  
Ing Eduardo González Sánchez  
Msc Alejandro Villareal Gómez

**ISBN: 978-958-59845-8-5**

**Comité Académico y Organizador**

Jorgelina Pasqualino  
*Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena*  
Claudia Díaz Mendoza  
*Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena*  
Eduardo González Sánchez  
*Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena*  
María Angélica García Turbay  
*Directora EPA Cartagena*  
Alejandro Villareal Gómez  
*EPA Cartagena*  
Decio Echenique Batista  
*EPA Cartagena*

**Sello Editorial**

Fundación Universitaria  
Tecnológico Comfenalco (958-58944)  
Cra. 44D No. 30ª – 91.  
Tel. 66725290.  
[www.tecnologicocomfenalco.edu.co](http://www.tecnologicocomfenalco.edu.co)

**Diseño y diagramación**

Alpha Editores  
Bosque, Tv. 51 # 20-109  
Tels.: 57-5 672 2518  
E-mail: [comercial@alpha.co](mailto:comercial@alpha.co)  
[www.alpha.co](http://www.alpha.co)  
Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia



# Tabla de contenido

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1: GESTIÓN DEL RIESGO EN ZONAS URBANIZADAS	11
Avances de investigación	12
Presence of marine litter along the northern italian beaches, Adriatic Sea	20
Percepciones sobre cambio climático en el sector rural del municipio de Caldas, Antioquia	23
Inventarios de gases de efecto invernadero (GI) a escala municipal: Estudio de caso el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias	26
Resultados de la evaluación de amenaza y determinación del nivel de riesgo en las zonas más afectadas por fenómenos remoción en masa de la Loma del Peyé, Casco urbano de Cartagena, Bolívar	28
Evaluación de las condiciones óptimas de operación de un sistema osmótico experimental para la generación de energía eléctrica	30
CAPÍTULO 2: URBANIZACIÓN, ZONAS VERDES Y ESPACIOS PÚBLICOS SOSTENIBLES	33
Avances de Investigación	34
Barrios adaptados al cambio climático – piloto en el barrio Boston	39

Variación espacial de la intensidad de los olores ofensivos en las diferentes zonas del área de influencia de la estación de bombeo de aguas residuales ubicada en el corregimiento de Punta Canoa	42
Modelo para una membrana tipo placa plana por ósmosis retardada mediante el método de diferencias finitas	44
<b>CAPÍTULO 3: USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS</b>	<b>47</b>
Avances de Investigación	48
Key aspects of ocean health facing socio-economic development	55
Preparación de un biomaterial poroso a partir de residuos agrícolas a baja temperatura	58
Análisis de la producción de biodiésel de palma de aceite y las condiciones agroecológicas	61
Preparación de biomateriales modificados químicamente para remover metales pesados	64
Análisis de la distribución espacio-temporal del oxígeno disuelto en el complejo Cienagüero Juan Gómez, Dolores y Bohórquez	67
El efecto de dos estresores ambientales sobre <i>duranta sp</i> y sus implicaciones para el uso de la especie en espacios urbanos costeros tropicales	70
Química verde, un camino para el mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua	72
Propuesta para la implementación de la norma NTS-TS 002 de sostenibilidad en el Hotel Marina Suites de Cartagena D.T.y C.	75

Aspectos socioculturales y económicos bajo la norma NTS–TS 002 en el Eco-Hotel La Cocotera en Parques Nacionales Naturales Corales del Rosario y San Bernardo	78
Propuestas para el adecuado manejo ambiental de playa Bocagrande de acuerdo a los niveles de <i>enterococcus sp</i> hallados en el ecosistema de estudio	81
Relación de las condiciones ambientales de los suelos y su conformación estructural	84
Fitorremediación: una alternativa de tratamiento de cuerpos de agua y suelo contaminados	87
Metodología para la evaluación del estado ecológico de aguas estuarinas. Caso de estudio: sistema de caños y lagos internos de Cartagena de Indias	89
Disminución parcial de la cobertura vegetal en Cartagena de Indias, Colombia: efectos de las obras de construcción e invasiones desde el año 2003 al 2015	91
Biotecnología microbiana ambiental: estrategia C+T+I para el desarrollo sostenible	94
Evaluación de la capacidad de absorción de hidrogeles compuestos sobre hidrocultivos con aguas salobres del Canal del Dique	97
Revisión sobre la utilización de la taruya ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) para la remoción de metales pesados en aguas residuales	99
<b>CAPÍTULO 4: ACCESIBILIDAD Y EFECTIVIDAD EN SERVICIOS BÁSICOS</b>	<b>103</b>
Avances de Investigación	104
Concentración de contaminantes emergentes (CE) en aguas superficiales de la ciudad de Neiva	112

Resolución de conflictos ambientales como herramienta de la sustentabilidad ambiental que aporte a la paz en la Calle Salim Bechara del barrio Olaya Herrera, en la Unidad Comunera de Gobierno N° 5 de la Localidad N° 2 del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena	115
Beneficios para la movilidad urbana del modelo de transporte tronco-alimentado, administrado bajo el concepto de asociación público-privada	118
Caracterización de la desembocadura del Canal del Dique a la bahía de Cartagena mediante la estimación del potencial teórico de energía por medio gradiente salino (EGS)	120
Ensayo de coagulantes naturales extraídos de <i>Ipomoea incarnata</i> y <i>Moringa olífera</i> en la depuración de aguas residuales industriales en Cartagena de Indias	122
Propuesta para el aprovechamiento del biogás obtenido en la disposición final de los residuos sólidos en la empresa Caribe Verde S. A. E. S. P de Cartagena apoyado en la herramienta QFD	124
Estimación de la efectividad de la bocana estabilizada de marea y propuesta de zonificación por usos de acuerdo con la normativa vigente en Colombia	126
De la gestión integral de los recursos hídricos hacia la gobernanza del agua: una ruta para la participación comunitaria de San José de Playón por su derecho al agua	128
ÍNDICE DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES	131

# Prólogo

El libro académico *Ciudades y comunidades sostenibles, una mirada al Objetivo 11 del desarrollo sostenible* reúne el trabajo de varios autores cuyas filiaciones corresponden a nueve instituciones colombianas y dos instituciones de carácter académico internacional.

En el presente libro, los autores exponen el desarrollo de sus investigaciones y proyectos en distintas temáticas relacionadas con gestión del riesgo en zonas urbanizadas, cambio climático, urbanización, zonas verdes, espacios públicos sostenibles, contaminación ambiental, modelación, uso eficiente de los recursos biológicos, biodiversidad y accesibilidad, efectividad en servicios básicos.

Estos temas fueron socializados en el marco del Diálogo de Saberes, desarrollados en dos eventos científico-académicos de orden nacional: IV Simposio Ambiental Nacional SIAMB 2017 y el II Encuentro de Jóvenes Investigadores BIO 2017.

El Objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) busca que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Para que la implementación de este objetivo sea exitosa, es necesario un compromiso global que involucre actores en todos los niveles: gobierno, empresas, sociedad civil, academias, organizaciones no gubernamentales y por supuesto, la población en general.

El texto inicia con el capítulo sobre gestión del riesgo en zonas urbanizadas, donde se abordan temáticas relacionadas con las

estrategias implementadas para la prevención del riesgo ante eventos asociados a cambio climático, presencia de residuos sólidos, plásticos en océanos y estrategias de mitigación de gases efecto invernadero. El capítulo dos nos muestra cómo se están realizando proyectos en urbanización, zonas verdes y espacios públicos sostenibles, se evidencia cómo se ejecutan estrategias de barrios adaptados al cambio climático. De especial interés resulta la lectura del capítulo tres, en el que se denota un amplio panorama del uso eficiente de los recursos biológicos y se identifican cuáles son las investigaciones que se están llevando a cabo en este campo. Finalmente, el texto termina con el capítulo de accesibilidad y efectividad en servicios básicos; en él, se ilustran las distintas actividades enfocadas al control, prevención y modelación de la contaminación ambiental.

Los ODS están asociados a metas alcanzables en un plazo de tiempo determinado, el Objetivo 11, «Ciudades y comunidades sostenibles», debe ser medido con indicadores cuantificables lo suficientemente flexibles para responder a las diferentes capacidades y desafíos de cada país. Es importante que todos, y en particular, los jóvenes conozcan dichos objetivos y sepan cómo afectarán sus vidas, sus comunidades y el futuro a nivel global.

Ing. Claudia Díaz Mendoza



# CAPÍTULO 1

## Gestión del riesgo en zonas urbanizadas

# Avances de Investigación

---

## **Claudia Díaz Mendoza**

Coordinadora de Investigación de Programas Ambientales,  
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena  
cdiaz@tecnologicocomfenalco.edu.co

En el abordaje del concepto de *gestión del riesgo* propuesto por Gatti *et al.* (2017), se muestra que la existencia de condiciones de riesgo, así como la ocurrencia de desastres, no solo están determinadas por la probabilidad de que se presente un fenómeno peligroso de origen natural o humano, sino por la existencia de condiciones de vulnerabilidad. El riesgo es el resultado de la coexistencia de la amenaza y la vulnerabilidad en una zona determinada y en un momento histórico preciso. Esto quiere decir que para que haya riesgo, en la misma zona, debe confluir la probabilidad de que ocurra un fenómeno determinado y a la vez, que hayan elementos susceptibles de ser afectados; la inexistencia de alguno de estos dos componentes elimina automáticamente las condiciones de riesgos (CISP, CRIC, TN, 2005).

Para Gatti (2017), las etapas de la gestión del riesgo se pueden sintetizar en: prevención, mitigación, preparación para la respuesta, respuesta y recuperación. Estas condiciones son mostradas de manera gráfica en la figura 1.

De acuerdo a la citación realizada por Clavería (2016), la urbanización constituye el proceso que mayores cambios produce en el medio ambiente y en el funcionamiento de los



Figura 1. Las etapas de la gestión del riesgo.

Fuente: Modificado de Gatti, C., García, A., Vera, J., & Fontanet, F., 2017.

ecosistemas. Por lo tanto, está íntimamente ligado al incremento de los problemas ambientales y los riesgos de que se presenten fenómenos naturales (Merlotto, Piccolo, & Bértola, 2012), debido a que el intenso crecimiento demográfico e industrial de las últimas décadas, junto a la falta de estrategias de planeación y manejo, han modificado los patrones de crecimiento y expansión de las ciudades, principalmente por reestructuración de usos y funcionalidades (Yáñez Sánchez, 2014).

Existe preocupación y especial interés en el estudio de la tendencia al incremento de población en zonas urbanas. Según Calaza Martínez (2016), quien cita a Forman (2010): el 50 % de la población mundial vive en ciudades desde el año 2010, especialmente en las regiones más desarrolladas, donde la cifra alcanza el 75 % aproximadamente. Se estima que alrededor del 60 % de la población mundial, cinco mil millones de personas, vivirán en zonas urbanas

en el año 2030. En Europa, el porcentaje de población en las grandes ciudades corresponde alrededor del 80 %; países como Francia (85%), Reino Unido (80%), Alemania (74%) y España (77%) son ejemplos de esta tendencia.

Otros datos reportados por Chu (2017) evidencian que en el año 2016, el 54,5 % de la población mundial vivía en zonas urbanas (UN-DESA, 2016a), y esa cifra seguramente ha aumentado desde entonces. Se espera que dicha urbanización continúe en el futuro en todo el mundo. Para el 2030, la población urbana proyectada en África y Asia ocupa alrededor del 85 % del nivel mundial (UN-DESA, 2016b). Asia, en particular, seguirá manteniendo alrededor de la mitad de la población urbana del planeta.

América Latina es una de las regiones más urbanizadas del mundo (ONU-HABITAT, 2012), donde el 80 % de la población habita en ciudades, de las que provienen más de dos tercios de las riquezas de la región. Pero, a pesar de que se ha desacelerado el crecimiento urbano, se ha logrado reducir la proporción de personas viviendo en situación de pobreza y mejorar las condiciones de vida para la mayoría de sus habitantes. Los modelos de crecimiento urbano promovidos hasta ahora son altamente insustentables y las ciudades de la región siguen siendo las más inequitativas del planeta, duales, divididas y segregadas, tanto social como espacialmente (González Couret, 2015).

La rápida urbanización ha hecho que se generen grandes y graves repercusiones en términos de salud pública y bienestar social, a lo anterior, se le suman las altas presiones generadas a los ecosistemas. Como consecuencia, se presentan riesgos asociados, teniendo en cuenta que el riesgo es producto de procesos, decisiones y acciones que derivan de los modelos de crecimiento económico, de los estilos de desarrollo o de transformación de la sociedad. En otras palabras, riesgo y falta de desarrollo están relacionados; y en consecuencia, el

tratamiento que se dé al riesgo y su reducción debería ser considerado dentro de los marcos del desarrollo y de su gestión sectorial, social, ambiental y territorial (Lavell, 2007).

De acuerdo a lo planteado por Cantú-Martínez (2017), la gestión del riesgo como una herramienta para la sustentabilidad es el procedimiento que estudia y pondera los efectos y las consecuencias de los desastres naturales o *antropogénicos* y contempla operaciones de implementación con carácter anticipatorio y correctivo. Asimismo, el término *gestión del riesgo* involucra «tres políticas públicas distintas: la identificación del riesgo (percepción individual, representación social y estimación objetiva), la reducción del riesgo (prevención-mitigación) y el manejo de desastres (respuesta y recuperación)» (Álvarez-Gordillo, 2008).

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, es importante mencionar que existe un desafío en el campo de la gestión del riesgo en cuanto a acciones de prevención, mitigación y preparación ante emergencias en zonas urbanas altamente complejas, las cuales están expuestas a amenazas recurrentes, tal como las inundaciones y los deslizamientos. La gestión del riesgo es el resultado de un abordaje teórico-práctico que se ha ido consolidando gracias a la sistematización y reflexión sobre experiencias de proyectos implementados principalmente en áreas rurales y aisladas, posteriormente a la ocurrencia de desastres intensivos de origen natural (Gatti, 2017). Para ser sostenibles a largo plazo, las estrategias de gestión del riesgo deben incluir la adaptación al cambio climático, mientras que la adaptación al cambio climático debe ser construida sobre iniciativas de gestión del riesgo de desastres (FAO/UNISDR, 2016).

De acuerdo a lo descrito anteriormente, es necesario incluir conceptos relacionados a cambio climático; actualmente, este se considera como una de las amenazas a la viabilidad económica, seguridad, salud ambiental y la gestión territorial del ambiente (Adger,

Barnett, Brown, & Marsh, 2013). Las ciudades han sido identificadas como las más vulnerables a los efectos del cambio climático (Stern, 2007) (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007), especialmente por la acumulación (Gatti, 2017 ) de poblaciones (Hallegatte, Green, Nicholls, & Corfee-Morlot, 2013). Sin embargo, sus características, como la capacidad de acceder con prontitud a instalaciones, hacen que las urbes estén mejor preparadas para responder.

Paralelo al incremento de las amenazas climáticas, se evidencia un aumento en los daños y costos socioeconómicos asociados, puesto que más personas están viviendo en condiciones vulnerables frente a estas (Venton & Hansford, 2006). Al estar en función de la amenaza y la vulnerabilidad, el riesgo puede reducirse, aumentarse o materializarse en una emergencia o desastre con sus consecuencias en y para la sociedad; lo anterior implica que el riesgo responda no solo a dinámicas naturales, sino también a dinámicas sociales que lo configuran y transforman continuamente.

La gestión del riesgo es un proceso social complejo que conduce al planeamiento y aplicación de políticas, estrategias, instrumentos y medidas orientadas a impedir, reducir, prever y controlar los efectos adversos de fenómenos peligrosos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente (Cardona, 2002); deben realizarse acciones integradas e integrales de reducción de riesgos a través de actividades de prevención, mitigación, preparación para eventos y atención de emergencias y recuperación *posimpacto* (Maturana, 2011). Los riesgos se reducen disminuyendo la exposición a los peligros, mitigando la vulnerabilidad de la gente y la propiedad, gestionando sensatamente la tierra y la propiedad y mejorando la preparación.

## Referencias

- Adger, N., Barnett, J., Brown, K., & Marsh, N. (2013). Cultural dimensions of climate change impact and adaptation. *Nature Climate Change*, 3, 112-117.
- Álvarez-Gordillo, G. D.-G.-S.-J. (2008). Propuesta educativa para la gestión del riesgo de desastres: En la región Sierra de Chiapas, México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 13(38), 919-943.
- Calaza Martínez, P. (2016.). Trees in urban ecosystem: Connection between new urbanism, society and rational risk management. *Ingeniería y Universidad*, 20(1), 155-173.
- Cantú-Martínez, P. C. (2017). Gestión del riesgo como un instrumento para prever los estragos de las sequías y de las inundaciones en México. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 27-42.
- Cardona, L. (2002). *Conceptos y Definiciones de relevancia en la Gestión del Riesgo*. Recuperado el 16 de 06 de 2017, de PNUD: <http://cidbimena.desastres.hn/staticpages/index.php?page=200503140938172>
- Chu, A. L. (2017). Incorporating the effect of urbanization in measuring climate adaptive capacity. *Land Use Policy*, 68, 28-38.
- Clavería, N. O. (2016). *Análisis de exposición y gestión de riesgo en zonas de expansión urbana frente a amenaza de inundación y anegamiento en la ciudad de Puerto Montt*. Santiago de Chile: Repositorio Académico Universidad de Chile. Disponible también en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144214>

- Gatti, C. G. (2017). La construcción de herramientas de Gestión Integral del Riesgo de Desastres a nivel local. La experiencia del Municipio de Gral. San Martín. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 4(1), 7-29.
- González Couret, D. (2015). Tendencias actuales de la Arquitectura y el Urbanismo en América Latina: 1990-2014. *Arquitectura Y Urbanismo*, 36(2), 128-138.
- Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R. J., & Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change*, 3, 802-806.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Recuperado el 15 de junio de 2017 de: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_wg1\\_report\\_the\\_physical\\_science\\_basis.htm](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm)
- Lavell, A. (2007). *Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo*. Lima: PREDECAN. Obtenido de Apoyo a la prevención de desastres de la Comunidad Andina: <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r1/docAllan2.pdf>
- Maturana, A. (2011). Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(5), 545-555.
- Merlotto, A., Piccolo, M., & Bértola, G. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de geografía Norte Grande*, (53), 159-176.

- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Recuperado el 15 de junio de 2017 de: [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview\\_report\\_complete.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf)
- Venton, P., & Hansford, B. (2006). *Cómo reducir el riesgo de desastres en nuestras comunidades*. TEARFUND.
- Yáñez Sánchez, J. D. (2014). *Cambios en la estructura funcional del espacio intraurbano del gran Santiago. Período 1990-2010*. Obtenido de Repositorio Universidad de Chile: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130048/cambios-en-la-estructura-funcional-del-espacio-intraurbano-del-gran-santiago.pdf?sequence=1>



## Presence of marine litter along the northern italian beaches, Adriatic Sea

**Corinne Corbau and Umberto Simeoni**

Dipartimento di Fisica e Scienza della Terra,  
Universit  di Ferrara, Italia  
cbc@unife.it

The accumulation of plastic and its debris in marine and coastal environments is due to the intense and continuous release of this pollutant into the environment. The scale of production coupled with the great durability of plastic and poor rates of recycling has resulted in the accumulation of plastic debris in the environment, especially in marine and coastal habit, where contamination stretches from shorelines to the open-ocean and deep-sea.

Recently, research on the environmental impact of plastic waste has added a new dimension with the discovery and investigation of microplastic particles. The presence of small plastic fragments in the open ocean was pointed out for the first time in the 1970). These first observations revealed the presence of industrial pellets on different beaches demonstrating already the presence of these microparticles throughout the world. Furthermore it must be pointed out that an important source of microplastic appears to be through sewage contaminated by fibres from washing clothes and as the human population grows and people use more synthetic textiles, contamination of habitats and animals by microplastic is likely to increase.

Taking into account the very scarce information available on marine litter, and that the marine litter is one of the descriptors of the MSFD, the present study aims to assess the quality and quantity of marine litter and microplastics occurring in different beaches along the Emilia-Romagna and Veneto region to address the gap in knowledge and to serve as a baseline for future comparisons.

The macro litter sampling was performed according to the operational guidelines for rapid beach litter assessment described in the UNEP guidelines (2009), while the Defishgear protocol was used for sampling the microplastic in beach sediments. Macrolitter stranded was classified in relation to 77 categories and 9 major groups and the sources of marine litter were classified into five major categories. Beach cleanliness was assessed through the Clean Coast Index (CCI):  $(\text{Total litter on transect} / \text{Total area of transect}) \times K$  (with  $K = 20$ ).

The results indicate that only on beach was scored as “dirty” (with 0.57 items/m<sup>2</sup>) while the other 4 were clean (0.12 to 0.16 times/m<sup>2</sup>). At the 5 beaches the most represented categories of litter were almost the same: cigarette butts, bottles, bottle caps, and unrecognizable pieces of plastic, and the vast majority of marine

litter were plastic. Furthermore the majority of marine litter comes from land-based sources.

The results on the microplastic indicate that both small microplastic (SMP, 20  $\mu\text{m}$  - 1 mm) and large (LMP, 1 mm to 5 mm) were found in the sediments and are principally fibre (SMP) and fragments and granules (LMP). Regarding the geographical distribution of microplastics, no specific trend was observed from the northernmost sampling site to the southernmost site.

Finally our study highlight that there is still a lack of standard operation protocols for MP sampling, detection and quantification and as a consequence there is a lack of reliable data on concentrations of MP and composition of polymers within the marine environment.



## Percepciones sobre cambio climático en el sector rural del municipio de Caldas, Antioquia

**Daniela Velásquez, Cristian David Ramírez, Hendys Paola Gúzman, Jorge A. Villa, Marly Andrea López**  
Grupo de Investigación Aplicada al Medio Ambiente (GAMA),  
Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia  
[danielavelasquez@ulasallista.edu.co](mailto:danielavelasquez@ulasallista.edu.co)

El clima, desde un aspecto social, no se concibe únicamente como la actuación de los componentes atmosféricos, sino también como un conjunto de percepciones e interpretaciones de los eventos climáticos que ocurren en los territorios habitados. Esto significa que el clima es también considerado una construcción social; por tanto, es necesario entender cuáles son las percepciones que tienen

los habitantes del sector rural sobre este fenómeno, con el fin de abordar los problemas asociados al cambio del clima en el desarrollo de diversas actividades productivas y sociales.

El objetivo de la investigación fue identificar las percepciones sobre el cambio climático que tienen los actores rurales y quienes toman decisiones en tres cuencas estratégicas para la provisión de agua potable del municipio de Caldas, Antioquia. Para ello, se realizaron grupos focales y entrevistas semiestructuradas dirigidas a actores rurales de las cuencas de interés. Se desarrollaron encuestas a través de formularios en línea y se compilaron percepciones de funcionarios del municipio y de la institución de educación superior allí presente.

En total, se llevaron a cabo ocho entrevistas, cuatro grupos focales y catorce encuestas virtuales. Se procesaron series temporales de precipitación y temperatura para el municipio en el periodo 1992-2016; por otra parte, para correlacionar las percepciones con las tendencias reportadas del clima, se analizaron a razón de una matriz multicriterio. Según los resultados, se han presentado eventos adscritos por los pobladores al fenómeno de cambio climático, quienes manifiestan un incremento reciente en las temperaturas y una transformación en los periodos lluviosos habituales en el territorio. En contraste, el análisis estadístico demuestra que las variables climatológicas de estudio se encuentran sujetas a un comportamiento bimodal con una tendencia de incremento para la temperatura máxima y una disminución de la temperatura mínima y de la precipitación hacia el final de la última década.

Se puede concluir que es posible correlacionar las percepciones locales del cambio climático con los registros del clima derivados del monitoreo de las variables. Por lo tanto, es necesario analizar la adopción de posibles estrategias locales de mitigación y adaptación al cambio climático, con el objetivo de disminuir los efectos negativos

sobre los habitantes del sector. Además, se hace indispensable la elaboración de programas orientados al desarrollo rural conforme a las políticas de ordenamiento y gestión del riesgo.



## Inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) a escala municipal: Estudio de caso el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias

**Diego Fernando Avendaño Cantor, Asier Aramburu Santa Cruz**

IDOM Engineering, Consulting & Architecture S. A. U

[diego.avendano@idom.com](mailto:diego.avendano@idom.com), [asier.aramburu@idom.com](mailto:asier.aramburu@idom.com)

La evidencia científica indica que existe una alta probabilidad de que el cambio climático afecte a las poblaciones de todos los países en los diferentes continentes. Se estima que las ciudades son responsables de más del 70 % de las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía; por ello, las urbes representan la mayor oportunidad para luchar contra el cambio climático mediante dos estrategias: la mitigación y la adaptación.

Dentro de las estrategias presentadas y de cara a la mitigación, el primer paso para que las ciudades alcancen su potencial es identificar y medir de dónde provienen sus emisiones; lo que no se mide, no se controla. De ahí, la importancia de cuantificarlas y actuar para avanzar en economías bajas en carbono y abordar uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se ha trazado las Naciones Unidas: *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.*

Esta ponencia se centrará en la presentación de resultados de inventarios de gases de invernadero en América Latina y El Caribe, se hace especial énfasis en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias; se trata de inventarios que se han desarrollado bajo el paraguas del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (2014).

Este protocolo, a su vez, está basado metodológicamente en las Directrices del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006), lo cual permite la compatibilidad, comparabilidad y coherencia con distintas ciudades, entre otras bondades. Con la metodología del Protocolo Global, se aborda en su alcance Basic +, al igual que en los inventarios nacionales, los sectores energía; procesos industriales y uso de productos; agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; y desechos.



## Resultados de la evaluación de amenaza y determinación del nivel de riesgo en las zonas más afectadas por fenómenos remoción en masa de la Loma del Peyé, Casco urbano de Cartagena, Bolívar

**Dalia Moreno Egel, Guilliam Barboza Miranda, William Méndez Medina**

Universidad de Cartagena

[wmendezm@unicartagena.edu.co](mailto:wmendezm@unicartagena.edu.co)

El presente estudio muestra la evaluación de amenaza y determinación del nivel de riesgo en las zonas más afectadas de la Loma del Peyé a través del análisis de información geológica, geomorfológica, geotécnica, de cobertura vegetal e hidrológica. Con esta información, se identificaron escenarios de afectación que

permitieron dar recomendaciones de prevención y mitigación frente a los fenómenos de remoción en masa.

Geológicamente, se identificó la presencia del conjunto intermedio de la unidad detrítica de La Popa, así como una falla normal inferida en la parte central del cerro, con dirección NW e inclinación NE. Por otro lado, en el aspecto geomorfológico, se destaca la existencia de escarpes en los que se presenta la mayoría de los fenómenos de remoción. El análisis geotécnico muestra que la situación del cerro es producto de la colonización no planificada y sus antecedentes de cantera.

Los resultados de la modelación de los fenómenos de remoción en masa mediante la metodología de Talud infinito evidencia niveles de amenaza por deslizamiento entre bajos y muy bajos con excepciones localizadas.



## Evaluación de las condiciones óptimas de operación de un sistema osmótico experimental para la generación de energía eléctrica

**Francisco Herrera, Luis Vives, Michelle Montero,  
Yineth García, Édgar Quiñones**

Universidad de Cartagena

[mmonteroa@unicartagena.edu.co](mailto:mmonteroa@unicartagena.edu.co)

La utilización de combustibles fósiles para la generación de energía es una fuente que debido a la emisión de carbono, dióxido de carbono y otros componentes, produce un gran impacto ambiental; se prevé que aumentarán de forma continua y que llegará a 37,2 GT/año en 2035 (Fernández Ladreda, 2015).

La preocupación por la emisión de gases de efecto invernadero conlleva a dejar de depender de este mecanismo de obtención e incentivar al desarrollo de nuevas formas de energía renovable. Una alternativa considerable es el aprovechamiento de la presión osmótica, que cuenta con la capacidad de abastecer aproximadamente al 80 % de la demanda global de energía y puede tener un potencial técnico de 983 GW, lo que equivale a 8617 TWh/año (55 % de la demanda mundial) (J. Kuleszo, 2010).

La energía osmótica incluida dentro de las energías azules es un proceso fisicoquímico relacionado con la diferencia del gradiente de salinidad entre dos aguas. En ella se produce el paso de una solución diluida a través de una membrana semipermeable selectiva a otra solución más concentrada; de este modo, se rechazan las moléculas de sal o iones y la generación de una presión hidráulica que puede alimentar una hidroturbina eléctrica (Vives Pérez, 2016).

Dentro de la clasificación de procesos osmóticos se encuentra la ósmosis por presión retardada (también llamada *PRO*, por sus siglas en inglés: Pressured Retarded Osmosis). Su característica principal es la inclusión de una presión hidráulica extra del lado de aguas saladas menor que la presión osmótica (Abbasi-Garravand, N. Mulligan, B. Laflamme, & Clairet, 2017). Además del sistema *PRO*, se destacan: la ósmosis inversa, la ósmosis directa y la electrodiálisis inversa (también llamadas *RO*, *FO* y *RED*, debido a sus siglas en inglés: Reverse Osmosis Reverse, Forward osmosis y Electro-Dialysis, respectivamente).

En el proyecto presentado, se busca diseñar, implementar y ajustar un laboratorio experimental a pequeña escala de energía osmótica con el fin de estudiar principalmente el sistema *PRO* y conocer los parámetros que influyen en la elevación del potencial eléctrico de la membrana, tales como presión, concentración, flujo, coeficiente de permeabilidad y temperatura. El montaje

también puede ser modificado para el estudio de otros procesos osmóticos.

Hasta el momento, se ha llevado a cabo el diseño, el ajuste hidráulico del sistema y la calibración de los medidores de flujo y presión. El componente principal del sistema es la celda osmótica estandarizada de flujo encontrado o paralelo (*cross flow* o *countat flow*) tipo CF016D, con la que es posible medir los parámetros mencionados para diferentes tipos de membrana.

Posteriormente, se adelantarán los ajustes que permitan garantizar el control térmico en los tanques de alimentación. Una vez finalizado lo anterior, se procederá a la medición y variación de los parámetros del sistema para diferentes membranas, con el objetivo de alcanzar la mayor densidad de energía eléctrica.

A photograph of a public square or park area. The foreground is paved with dark cobblestones. Several young trees with thin trunks and green foliage are planted in rows. People are sitting on white metal chairs, some facing away from the camera. There are large pots of yellow flowers. In the background, a large, light-colored building with many windows is visible. A blue rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing white text.

## **CAPÍTULO 2**

### Urbanización, zonas verdes y espacios públicos sostenibles

# Avances de Investigación

---

**Eduardo González Sánchez**

egonzalez@tecnologicocomfenalco.edu.co

En el siguiente capítulo, se reflexionará sobre la relación que puede existir entre *urbanización, zonas verdes y espacios públicos sostenibles*. En primera instancia, debe entenderse que cuando se habla de *urbanización*, se hace referencia a la ocupación de un territorio de forma tal que sus impactos pueden persistir durante mucho tiempo y tal vez nunca llegar a recuperar el estado original.

Hoy día, vemos mucho la ocupación de zonas agrícolas o rurales que han sido transformadas para la ocupación indiscriminada de construcción de viviendas, comercio e industria. En gran medida, tal ocupación ha cambiado el estado original de dichas zonas y por ende, se han empezado a generar impactos que llegan a ser permanentes y pocas veces reversibles para las zonas agrícolas y rurales.

Sin embargo, la finalidad de este capítulo no es dar una reflexión negativa en cuanto a la ocupación indiscriminada del territorio, sino por el contrario, el objetivo es buscar esa relación que existe entre lo *urbano* y la *sostenibilidad*.

Muchas ciudades a nivel mundial están en búsqueda de ese equilibrio (urbanización y sostenibilidad de sus procesos) de forma tal que puedan coexistir compensando, corrigiendo, mitigando o incluso previniendo los impactos que se puedan generar con cada una de sus actividades.

Cuando se hace mención a cifras en cuanto a la ocupación mundial del territorio, se calcula que cerca del 45 % de la población vive en las ciudades y que este porcentaje va en aumento cada día, dependiendo a la dinámica que maneje cada país.

La ciudad se ha convertido en la protagonista de la actividad económica, en ella se efectúan las principales actividades financieras y comerciales. Las ciudades han sido el centro del crecimiento económico, progreso tecnológico y producción cultural. Pero, su rápida expansión ha traído consigo aspectos negativos: las distintas formas de contaminación o el exagerado consumo de energía y otros recursos. Muchos de estos problemas no sólo afectan a la ciudad, sino también al «campo» y al mundo en general (Vázquez-Barquero, A. 1999).

Las relaciones entre urbanización, territorio y desarrollo sostenible son complejas y polémicas. En general, hay consenso con respecto a que la urbanización facilita el desarrollo o al menos, es concomitante con él (Cepal, 2012). No obstante, por la experiencia de varias regiones del mundo, entre las que sobresale la de América Latina, también hay consenso en cuanto a que la urbanización no asegura el desarrollo (Glaeser, 2011; BID, 2011).

El dilema que aquí se trata es cómo revertir el proceso de la urbanización, cómo acoplar nuestra existencia sobre el planeta a la conservación de sus ciclos con la suficiente eficacia para mantener las condiciones de la vida. Nuestra visión de la urbanización podríamos definirla como *una actuación sobre el ecosistema que impide su regeneración autónoma*. La urbanización supone la destrucción del suelo fértil, la ruptura entre el suelo y la atmósfera, el traslado de los cursos de agua, la impermeabilización de los suelos, el vertido de residuos extraños para el ecosistema no-artificial o en tal cantidad que saturan su capacidad para reciclarlos (Aja, A. H., & Espí, M. V, 2010).

Esta urbanización es tan intensiva que no afecta únicamente al propio lugar en el que se produce, sino que degrada los suelos cercanos o aquellos de los que se surte. Pero, no solo es intensiva, sino que es masiva, de forma que ha revertido la situación inicial; tenemos un planeta cada vez más urbanizado en el que los espacios no-artificiales tienen difícil su propia regeneración o mantenimiento (Naredo, 1994).

Últimamente, hemos escuchado que los problemas ambientales van siempre de la mano al desarrollo urbanístico de una región; sin embargo, debemos ser más amplios en nuestras reflexiones y ser conscientes de que esta variable es solo una parte de una compleja ecuación en donde intervienen otras como: producción inmobiliaria; creación de infraestructuras y consumo de espacios *naturales*, que supone la destrucción del capital natural; el despilfarro de recursos y energía y la creación de estratos sociales que ignoran cualquier pensamiento alternativo o crítico.

Habrà para quien todo lo anterior no suponga más que un problema de decisión o elección del tipo de vida que se desea vivir y que opine que se trata de una más de las transformaciones que las personas humanas hemos sufrido en nuestro hábitat y que es necesario asumir e incorporar. No obstante, más allá de la elección moral o política de cada cual, es necesario hacer evidente que dicho modelo se basa en el consumo indefinido de recursos, suelos y energía en un planeta finito y no puede ser mantenido por más tiempo, salvo que su aplicación se limite a sectores cada vez más reducidos de la población mundial.

Tal como se habló en párrafos anteriores, las ciudades han buscado distintas estrategias para mitigar los impactos que trae consigo la urbanización. Una de esas estrategias es el turismo sostenible. Sobre esto último, la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) da el siguiente concepto de *desarrollo sostenible*:

El desarrollo sostenible es un proceso que permite que se produzca el desarrollo sin deteriorar y agotar los recursos que lo hacen posible. Este objetivo se logra, generalmente, gestionando los recursos de forma que se puedan ir renovando al mismo ritmo que van siendo empleados, o pasando de un recurso que se regenera lentamente a otro que tenga un ritmo más rápido de regeneración. De esta forma, los recursos podrán seguir manteniendo a las generaciones presentes y futuras (OMT, 1993, p. 63).

El desarrollo del turismo sostenible de orientación ecológica requiere de la acción de todos los agentes involucrados en este tipo de acciones, como lo señala la OMT (1993):

...un turismo sostenible, que satisfaga las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras de hoy día, pero que también proteja y mejore las oportunidades del turismo futuro.....el turismo sostenible no puede funcionar únicamente a base de imposiciones de la administración pública; es preciso, además, que el sector turístico privado acepte ese concepto y coopere en su ejecución, así como que las comunidades locales y los turistas mismos presten su colaboración al proceso (OMT, 1993, p. 63).

Para poder hablar de sostenibilidad, es necesario integrar las necesidades sociales y ambientales de un territorio, situación que muchas veces es crítica para las ciudades. Pero, si analizamos los cambios que han tenido las zonas urbanas en los últimos años, podemos visualizar que estas incuban un sinnúmero de conflictos sociales al tiempo que va aumentando su desarrollo. Hoy en día, este cambio va muy de la mano con el consumo de los espacios no-artificiales y en la utilización masiva del vehículo privado, con un

desarrollo desmedido de infraestructuras que consumen suelos y territorios, materiales y energía y apoya una práctica inmobiliaria que estimula la sustitución de las edificaciones frente a su rehabilitación y conservación, lo que conlleva al despilfarro de recursos y la producción de residuos.

Tal vez una de las estrategias más viables para poder cambiar el rumbo insostenible que se ha obtenido es crear un reinicio cultural, en el que se nos permita reconducir a nuevos escenarios que estén más ligados a la sostenibilidad y así, lograr recuperar el verdadero sentido de ciudad a través de una planificación urbana.

## Referencias

Aja, A. H., & Espí, M. V. (2010). Urbanización contra sostenibilidad. *Boletín CF+ S*, (44).

CEPAL – ONU (2012). *Población, territorio y desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

Glaeser, E. (2011). Cities, productivity, and quality of life. *Science*, 333 (Issue 6042, pp. 592-594).

Naredo, J. M. (1994). El funcionamiento de las ciudades y su incidencia en el territorio. *Ciudad y Territorio/ Estudios territoriales*, II(100-101), 233-249.

Organización Mundial del Turismo (OMT), (1993). *Desarrollo Turístico Sostenible, Guía para Planificadores Locales*. Madrid: OMT.

Vázquez-Barquero, A. (1999). Dinámica productiva y desarrollo urbano: La respuesta de la ciudad de Vitoria (País Vasco) a los desafíos de la globalización. *EURE (Santiago)*, 25(74), 19-33.



## Barrios adaptados al cambio climático – piloto en el barrio Boston

**Juan Camilo Ulloa**

Director del Plan 4C

[plan4c@cartagena.gov.co](mailto:plan4c@cartagena.gov.co), [jcamilo.ulloa@gmail.com](mailto:jcamilo.ulloa@gmail.com)

Frente al cambio climático, las medidas previstas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) son de adaptación autónoma o planeada. Las primeras implican dejar libres los ecosistemas en su adaptación al cambio; por su parte, las planeadas obligan a diseñar estrategias de prevención y planeación a largo plazo para garantizar la efectividad al enfrentar el aumento del nivel del mar.

El barrio Boston se encuentra ubicado en la Localidad 2 de la Virgen, que es considerada la «principal zona de expansión urbana y de servicios turísticos del Distrito de Cartagena de Indias»; específicamente, la unidad comunera de Gobierno No. 4., Boston, cuenta con un área de 37.23 hectáreas y una población de 9821 habitantes aproximadamente.

En el 2016 fue desarrollada la propuesta del anteproyecto urbanístico y arquitectónico para la adaptación al cambio climático del barrio Boston de Cartagena, donde se contó con la interventoría de la Sociedad Colombiana de Arquitectos. Este anteproyecto fue liderado por la Secretaría de Planeación Distrital con recursos de la Cooperación de CDKN Alianza Clima y la Alcaldía de Cartagena. Uno de los propósitos de este piloto es poder ser modelo de adaptación del cambio climático y tener la posibilidad de replicar la experiencia en principales ciudades costeras del mundo. Es una gran apuesta, ya que el 40 % de la población mundial vive cerca de las costas.

El anteproyecto de adaptación al cambio climático del barrio Boston de Cartagena, «De frente al agua», tiene como objetivo principal, proteger y adaptar a la población del barrio en mención de las consecuencias que traerá el cambio climático en las próximas décadas. La aproximación a las soluciones del problema está fundamentada en las necesidades de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Para ello, se ha diseñado una red de espacios públicos que funcionan como infraestructura para la adaptación y que a su vez, permitirán el desarrollo del barrio Boston en el futuro. La apuesta se complementa con acuicultura y espacios destinados a la conservación de ecosistemas estratégicos; de este modo, se generan espacios productivos que cambien la actitud de la comunidad frente a la naturaleza que los rodea.

El presente proyecto le permitirá a la ciudad:

- a. Adaptar el barrio Boston de Cartagena a los efectos del cambio climático.
- b. Proponer un modelo replicable para la adaptación de todos los barrios del borde sur de la Ciénaga de la Virgen.
- c. Proveer espacios públicos para los habitantes del barrio Boston.
- d. Mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio Boston.

Con este proyecto, se busca concientizar a la comunidad sobre los riesgos de invadir los espacios de la naturaleza e intentar detener el avance *multiestrato* en la ocupación de las zonas amenazadas con inundaciones y mares de leva. Asimismo, se pretende disminuir la ocupación ilegal, respetar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y sus zonas de reserva, protección, recuperación y uso sostenible.



## Variación espacial de la intensidad de los olores ofensivos en las diferentes zonas del área de influencia de la estación de bombeo de aguas residuales ubicada en el corregimiento de Punta Canoa

**Juan Miguel Ayala Jiménez, Anny Sierra Negrette,  
César Arciniegas Suárez**

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco  
ayalajimenez96@gmail.com, asierran95@gmail.com,  
cearsu@yahoo.es

La estación de bombeo de aguas residuales (EBAR) ubicada a dos kilómetros del corregimiento de Punta Canoa, departamento de Bolívar, Colombia, fue diseñada con el propósito de realizar el proceso

de pretratamiento e impulsar las aguas residuales al emisario submarino. No obstante, dado que las alcantarillas transportan aguas residuales, que contienen abundante materia orgánica, con el paso del tiempo y en función de la acción de los microorganismos presentes, se producen aproximadamente diez tipos de gases, como el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), que liberan olores ofensivos. En consecuencia a esto y debido a que se trata de una zona de alta proyección urbanística con proyectos de alta estratificación, se han generado quejas e inconformidades por parte de las personas aledañas a la EBAR.

Por ello se presenta el presente proyecto, apoyado por la empresa de acueducto y alcantarillado Aguas de Cartagena S. A. E. S. P. (Acuacar). Con él, se busca determinar la variación espacial de la intensidad de olores ofensivos en el sistema de pretratamiento y disposición final de las aguas residuales mediante un monitoreo, utilizando un olfatómetro de campo SM-100i.

El comportamiento de los vientos se analizó históricamente y se procesó a través de la herramienta WRPLOT. Posterior a esto, se construirán diagramas de contorno por el método de interpolación de Kriging con la ayuda del *software* Surfer. Los resultados serán comparados con los valores establecidos por la Resolución 1541 de 2013, en la que se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión.



## Modelo para una membrana tipo placa plana por ósmosis retardada mediante el método de diferencias finitas

**Francisco Herrera, Luis Vives, Michelle Montero,  
Yineth García, Édgar Quiñones**

Universidad de Cartagena  
fherreraa@unicartagena.edu.co

El sistema de ósmosis retardada (PRO) es una tecnología novedosa para la producción renovable de energía eléctrica. Se basa en el aprovechamiento del gradiente de salinidad, obtenido por la diferencia de concentración salina entre el agua salada y agua dulce separadas por una membrana semipermeable. Los modelos cero-dimensionales utilizados para calcular las eficiencias de generación

de esta tecnología desprecian variaciones de las características de las soluciones que se presentan en el proceso.

En la presente investigación, se desarrolló un modelo matemático en una dimensión que simula las condiciones de operación de un sistema de ósmosis retardada. El modelo permite calcular la densidad de energía y la energía neta generada, teniendo en cuenta las variaciones de las características de las soluciones a lo largo de la membrana, causadas por flujos transmembrana de agua y sal. Este resuelve iterativamente las ecuaciones de flujo y balance de masa empleando el método de diferencias finitas; deben tenerse presente los efectos de los fenómenos de polarización de contracción interna y externa que afectan la eficiencia del sistema.

La validación del modelo se realizó mediante la comparación de la simulación de las condiciones de operación evaluadas en la investigación realizada por Achilli *et al.* (2009) y los resultados experimentales encontrados en la publicación. En estas se utilizó una membrana de hoja plana de triacetato de celulosa con: un área efectiva de 18.75 m<sup>2</sup>, un coeficiente de permeabilidad intrínseca de 1.87E-9 (m/s)/kPa y un coeficiente de permeabilidad de sales de 1.11E-7m/s (Achilli, Cath, & Childress, 2009). Fueron modeladas las condiciones de operación de cuatro combinaciones entre concentraciones de 30 y 60 g de NaCl/L para la solución concentrada y 2.5 y 5 g NaCl/L como solución de alimentación.

La modelación alcanzó valores máximos de densidad de potencia de  $W=6.5W/m^2$ , lo que resultó en un diferencial de presión hidráulica de  $\Delta P=2400$  kPa con concentraciones de 2.5/60 g de NaCl/L; además, mostró una precisión aproximada del 98 %. De este modo, demostró la validez del modelo.





**CAPÍTULO 3**  
Uso eficiente de los  
recursos biológicos

# Avances de Investigación

---

**Jorgelina C. Pasqualino**

[jpascualino@tecnologicocomfenalco.edu.co](mailto:jpascualino@tecnologicocomfenalco.edu.co)

El uso eficiente de los recursos biológicos hace parte de las metas propuestas en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de acuerdo con la *Agenda 2030* de las Naciones Unidas (2015). Específicamente, el Objetivo 11 está enfocado en lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; entre sus metas, incluye la protección del patrimonio natural, la reducción del impacto ambiental negativo *per cápita* de las ciudades, el acceso universal a zonas verdes y el aumento del número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan y ponen en marcha políticas y planes integrados para promover el uso eficiente de los recursos.

Adicionalmente, el Objetivo 12, relacionado con el consumo y producción sostenible, tiene dentro de sus metas, lograr la ordenación sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. El Objetivo 14, enfocado en el uso sostenible de océanos, mares y recursos marinos, incluye las siguientes metas: prevenir y reducir la contaminación marina, en particular, la producida por actividades realizadas en tierra firme; gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros; reglamentar eficazmente la explotación pesquera y la conservación de por lo menos el 10 % de las zonas costeras y marinas. Finalmente, el Objetivo 15, enfático en la protección de los ecosistemas terrestres, busca frenar la pérdida de la diversidad biológica; velar por la conservación, restablecimiento

y uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan; integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación; y movilizar y aumentar los recursos financieros para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas (Naciones Unidas, 2015).

Numerosos proyectos se están desarrollando alrededor del mundo con el fin de alcanzar las diferentes metas planteadas por los ODS. Como ejemplo del esfuerzo global, la Red Joven de Soluciones de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (SDSN-Youth) ha recopilado algunas de las ideas y soluciones más significativas propuestas e implementadas por personas entre los 15 y 30 años. Con relación al uso eficiente de los recursos biológicos, algunas de las soluciones propuestas por los jóvenes incluyen: (a) la coexistencia sostenible entre humanos y ecosistemas de bosque tropical mediante estrategias de conservación productiva de la biodiversidad amazónica, (b) el aprovechamiento sostenible de recursos ecosistémicos, (c) la reforestación de áreas explotadas y el monitoreo de indicadores (proyecto ArBio, Amazonas Peruano) y (d) la protección de la biodiversidad en el desarrollo agrícola mediante la creación de una librería comunitaria de semillas de especies vegetales autóctonas disponibles para los agricultores (proyecto Grainothèque, Costa de Marfil) (SDSN-Youth, 2017).

De acuerdo con el *Informe Planeta Vivo* (WWF, 2016), la evolución de los ecosistemas de la Tierra ha dado origen a comunidades biológicas diversas y complejas, que están en equilibrio con su entorno, además de suministrar recursos a las personas (alimentos, agua, aire limpio, energía, medicina, ocio, entre otros). El crecimiento exponencial de la actividad humana desde la mitad del siglo XX ha traído consecuencias en las condiciones ambientales, tales como el cambio climático, la acidificación de los océanos y la desaparición de biomas.

La abundancia de la biodiversidad, medida en el *Índice Planeta Vivo* a partir del seguimiento a 14 152 poblaciones de 3706 especies de vertebrados, revela una tendencia decreciente constante con caídas de hasta el 58 % en los últimos 40 años; se evidencia, además, que las especies de agua dulce son las más afectadas. Estas pérdidas pueden asociarse a prácticas como la agricultura, la pesca, la minería, la sobreexplotación de los recursos biológicos, la introducción de especies invasoras y la contaminación. Las especies terrestres son principalmente afectadas por: (a) la pérdida y degradación del hábitat, seguida por (b) la sobreexplotación, en el caso de aves y mamíferos, y por (c) la introducción de especies invasoras, en el caso de anfibios y reptiles.

En el caso de las especies de agua dulce y marina, la sobreexplotación adquiere gran importancia debido a las prácticas de pesca; esta se convierte en la principal causa de amenaza para los peces. Entre los ecosistemas de agua dulce más afectados, se reporta una pérdida del 30 % de área en los humedales durante los últimos 40 años, principalmente en los humedales costeros. De los ecosistemas marinos, los arrecifes de coral tienen especial importancia por su gran biodiversidad (albergan más del 25 % de las especies marinas y ocupan menos del 0.1 % de la superficie oceánica). Sin embargo, se estima que cerca del 75 % de la superficie coralina está amenazada (WWF, 2016).

El Índice de Desempeño Ambiental 2016 (EPI, por sus siglas en inglés), desarrollado por la Universidad de Yale (Hsu *et al.*, 2016), muestra que el 34 % de las reservas globales de peces se encuentran sobreexplotadas o colapsadas. Con respecto a la protección de los ecosistemas, el EPI2016 indica que el 15.4 % de los hábitats terrestres y el 8.4 % de los hábitats marinos se encontraban bajo proyección en 2014, cifras cercanas a las metas globales de protección de biodiversidad. Sin embargo, se ha detectado que las áreas designadas como *protegidas* por las diferentes naciones no

están directamente alineadas con las metas de preservación de especies; de este modo, se evidencia que las áreas protegidas suelen establecerse en territorios marginales, mientras que no se están protegiendo las zonas de mayor valor en las que las especies sufren la presión del crecimiento agrícola y el desarrollo urbano.

En cuanto a las tasas de cobertura vegetal, se han presentado pérdidas de más del 30 % en los últimos 15 años, aunque se han observado mejoras en los países con las mayores pérdidas de cobertura histórica, como Brasil y Burkina Faso, en los cuales se han frenado las tasas de pérdida (Hsu et al., 2016).

Para que la humanidad pueda seguir una trayectoria de desarrollo sostenible, es necesaria la identificación y cuantificación de los límites planetarios; se trata de una forma de prevenir que las actividades humanas causen un daño inaceptable en el ambiente (Rockström *et al.*, 2009; Rockström *et al.*, 2013). Entre los límites que se proponen con relación al uso eficiente de los recursos biológicos, se definen límites de seguridad para el uso de la biósfera, lo que incluye la explotación de los ecosistemas, la protección de la biodiversidad y el consumo de los recursos renovables. Asimismo, se ha establecido, por ejemplo, que la tasa de pérdida de biodiversidad, medida como el número de especies extintas al año por millón de especies, debería reducirse a un máximo de 10 especies/año por millón de especies, en contraste a la tasa actual, que se ubica en más de 100 unidades.

Las principales actividades responsables de estas tasas incluyen el cambio en el uso de suelo (conversión de terrenos naturales en terrenos agrícolas o urbanos), la proliferación de incendios forestales (cambios en frecuencia, magnitud y duración), la incorporación de especies invasoras en los ecosistemas y los impactos derivados del cambio climático. La pérdida de biodiversidad se ve afectada, además, por otros límites planetarios, tales como la acidificación de

los océanos, el agotamiento de los recursos hídricos y la eutrofización causada por la alteración de los ciclos del nitrógeno y del fósforo (Rockström *et al.*, 2009; WWF, 2016; Hsu *et al.*, 2016).

Dentro de las estrategias planteadas para alcanzar una trayectoria de desarrollo sostenible, se establece: (a) la transformación de la seguridad alimentaria para alcanzar mayor productividad sin incremento considerable de la superficie cultivable ni sobreexplotación del recursos hídrico; (b) la transformación de la sostenibilidad urbana para que el crecimiento de las ciudades ocurra de la mano del uso eficiente de los recursos naturales y (c) la transformación de la gestión de la biodiversidad mediante estrategias de protección de los hábitats, ecosistemas y biomas críticos para la regulación global (Rockström *et al.*, 2013; WWF, 2016).

Algunas estrategias puntuales implican el logro de tasas netas de cero deforestación y degradación del recurso suelo, la mejora en la gestión de las cuencas fluviales, la expansión de las áreas marinas protegidas y la gestión equitativa de los recursos biológicos (WWF, 2016). La valoración económica de los ecosistemas (Azqueta, 2015; Hsu *et al.*, 2016) también favorece el uso eficiente de estos recursos, al asignar un valor económico a los servicios que el ecosistema provee, valorados como capital natural. Los servicios que los ecosistemas suministran a los humanos por sí solos o en combinación con servicios antrópicos incluyen funciones productivas (recolección, producción y distribución de materias primas, como alimentos y combustibles), recreativas (conocimiento científico, bienestar, inspiración, ocio y descanso), ecológicas (resiliencia, diversidad, equilibrio y protección) y culturales (patrimonio estético, espiritual, histórico y cultural) (Azqueta, 2015).

Dentro de las estrategias para la protección de las áreas de pesca, la Ley del Mar de la Convención de las Naciones Unidas (UNCLOS, por sus siglas en inglés) estableció en 1982 la definición de las

Zonas Económicas Exclusivas (EEZs, por sus siglas en inglés). Dicha ley estableció jurisdicción marina a las naciones hasta 200 millas náuticas de la costa, con derechos soberanos para la explotación y uso de los recursos marinos. Esto ha permitido que muchos países se beneficien con la implementación de estrategias de pesca sostenible y la limitación de la pesca por parte de embarcaciones extranjeras.

Adicionalmente, se requiere de un esfuerzo internacional para la gestión sostenible de los recursos de altamar, los cuales, aunque no pertenecen a la jurisdicción de ningún país, cuentan con las mayores reservas de peces (permanentes y migratorias), por ejemplo, el atún. Para mejorar la gestión de estas áreas, se han establecido Organizaciones Regionales para la Gestión de la Pesca (RFMO, por sus siglas en inglés); con ellas se establecen esfuerzos conjuntos entre países para la gestión de las áreas compartidas, así como el monitoreo y control de la información estadística de *stock*, que permite establecer límites de explotación del recurso (Hsu *et al.*, 2016).

## Referencias

Azqueta, D. (2015). Valoración económica de los servicios de los ecosistemas: una primera aproximación. Memorias del I Simposio Internacional sobre la Administración Sostenible de los Archipiélagos Islas del Rosario y San Bernardo. Cartagena, Colombia.

Hsu, A., *et al.* (2016). 2016 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale University. Disponible en: [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu).

Organización de Naciones Unidas (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolución A/RES/70/1. Disponible en: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E).

Rockström, J., *et al.* (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475

Rockström, J., Sachs J. D., Öhman, M. C., Schmidt-Traub, G. (2013). Sustainable Development and Planetary Boundaries: Background Research Paper. High Level Panel on the Post-2015 Development Agenda.

SDSN-Youth (2017). *Youth Solutions Report*. New York: Sustainable Development Solutions Network - Youth.

WWF (2016). *Informe Planeta Vivo 2016. Riesgo y resiliencia en el Antropoceno*. Disponible en: <http://www.wwf.org.co/?282650/Informe-Planeta-Vivo-2016-Riesgo-y-resiliencia-en-una-nueva-era>.



## Key aspects of ocean health facing socio-economic development

**Camila Domit**

Universidad Federal Do Paraná

Socio-economic development is crucial to meet our requirements for food, energy and welfare (such as recreation). However, anthropogenic activities are impacting the health of our planet, and sustainable actions should be implemented in order to protect the supply ocean of ecosystem services for our and future generations. These environmental impacts are directly affecting ocean resources and health, but they are also directly and indirectly disturbing human health.

Since nearly half of the seven billion people on earth currently live near the ocean, some important issues should be addressed:

(i) what is a healthy ocean? (ii) How can we measure and monitor ocean health? (iii) How are socio-economic activities impacting the ocean? (iv). How can these impacts be minimized? (v) How can sustainable development contribute to the safeguarding of ocean health? A balanced equilibrium between the use and protection of the ocean ecosystems will not only protect the ocean health, but will also help to maximize the socio-economic benefits generated by a healthy ocean, for example: (1) Food provision (fisheries & mariculture), (2) Artisanal fishing opportunities, (3) Natural products, (4) Carbon storage, (5) Coastal protection, (6) Tourism and recreation, (7) Coastal livelihoods and economies, (8) Sense of place (iconic species and lasting special places), (9) Clean waters, (10) Biodiversity (habitats and species). However, human activities such as oil and gas exploitation, port construction, industrial fishing, vessel traffic, coastal infrastructure development, and many others; have altered marine ecosystems and eroded their capacity to provide benefits now and in the future.

There exists a wide variety of analytical approaches and methods to integrate and balance these multiple competing and potentially conflicting public goals and connect human development with the ocean's capacity to sustain progress. These methods aim to evaluate, measure and monitor specific aspects that are determining ocean health, for example environmental impact assessments, biodiversity, vulnerability and resilience analysis. The Ocean Health Index (OHI) is one approach that defines and assesses ocean health based on ecosystem services, evaluating the evolution and spatial variability of ocean health. Good marine planning and a comprehensive network of marine protected areas can help to evaluate, monitor and manage a healthy and productive ocean, in order to safeguard its' ecosystem services.

One important tool that can help us in this is conservation planning. Conservation planning is defined as the process

locating, configuring, implementing and maintaining areas that are managed to promote the persistence of biodiversity and other natural values. Successful conservation planning will mitigate negative environmental consequences, whilst generating many socio-economic benefits. Effective conservation actions will for example generate more local and sustainable coastal employment, ensure protection and sustainable harvesting of key species, protection of special places, preservation of heritage sites and traditional values, and increased awareness and research opportunities.

There are many international initiatives aiming to protect and improve the ocean health under socio-economic pressures, for example the Sustainable Development Goals developed by the United Nations. The SDG 14 aims specifically to align socio-economic development with ocean health protection.



## Preparación de un biomaterial poroso a partir de residuos agrícolas a baja temperatura

**Candelaria Nahir Tejada Tovar, Ángel Villabona Ortiz,  
Diego Felipe Almanza Barreto, Nórida Isabel Pájaro Gómez,  
Keily Margarita Peña Romero**

Universidad de Cartagena  
[ctejabat@unicartagena.edu.co](mailto:ctejabat@unicartagena.edu.co)

La presencia de contaminantes emergentes en aguas residuales es objeto de estudio de la comunidad científica, puesto que la disposición final de estos compuestos no se encuentra regulada y son causantes de un impacto ambiental y sanitario negativo. En la presente investigación, se muestra una metodología para sintetizar carbones activados con HCl usando el método de baja temperatura,

a partir de residuos agrícolas de theobroma cacao impregnado con cloruro de zinc, para su uso en la remoción de amoxicilina. Para ello, se trabaja con un diseño factorial multinivel, teniendo en cuenta dos factores; se establecen dos niveles de variación para el factor A (los dos carbones utilizados) y dos niveles para el factor B (pH de la solución).

La mazorca de cacao inicialmente se redujo de tamaño, luego se lavó con agua desionizada y posteriormente, se secó durante 48 horas en un horno a 105°C. Después, se dejaron reposar hasta la temperatura ambiente y las cáscaras fueron molidas y tamizadas hasta alcanzar diferentes tamaños de partícula con el fin de obtener carbón de tipo granular. Luego, las muestras se impregnaron con soluciones de ZnCl<sub>2</sub> a diferentes concentraciones usando 5g de biomasa y 15mL de solución; a continuación, se llevaron a un *shaker* a 60°C, 150 rpm por 3h. Seguidamente, se calentaron desde 150 hasta 350°C con una velocidad de calentamiento de 5°C/min. A continuación, los carbones se activaron con HC 0.1M por 3h; al llegar a temperatura ambiente, se lavaron con agua destilada fría y caliente hasta estabilizar el pH entre 6 y 7; luego, se dejaron secar por un periodo de 24 h a 105°C. Los carbones preparados se caracterizaron mediante análisis elemental, SEM, DRX y BET, para conocer su composición química en la superficie, su composición inorgánica y sus áreas superficiales aparentes respectivamente; así, mostraron las características del mismo para su uso como bioadsorbente.

En el análisis elemental de la biomasa, se encontró un alto contenido de carbono; esto favorece su utilización como materia prima para la síntesis de carbón activado, dada la capacidad de estas especies de adquirir una elevada porosidad. Teniendo en cuenta las caracterizaciones SEM y BET realizadas al carbón, se percibió un cambio sustancial en el área superficial de los carbones activados sintetizados; la 1:3 presentó el mayor aumento en el valor de la misma. Luego de la impregnación de los carbones activados con

ZnCl<sub>2</sub>, se notó la presencia de este compuesto sobre la superficie del mismo, impregnación que se hizo con el fin de aumentar su área superficial. Además, el análisis DRX mostró el deterioro de las bandas de celulosa; este fenómeno fue atribuido a la carbonización del material, lo que dio lugar a la formación de placas gráficas y a estructuras carbón-poro. El uso del método a bajas temperaturas tiene el potencial de mejorar la producción de carbones activados en aspectos económicos; de esta forma, devino en un proceso amigable con el ambiente.



## Análisis de la producción de biodiésel de palma de aceite y las condiciones agroecológicas

**Waldyr Fong-Silva, Fredy Colpas-Castillo, Carlos Alberto Severiche Sierra**

Universidad de Cartagena,

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

wfongs@unicartagena.edu.co, fredycolpas@hotmail.com,

cseveriches@gmail.com

Los biocombustibles, como el etanol y el biodiésel, se plantean como una alternativa, especialmente en el sector del transporte, ya que se producen a partir de biomasa y esto los hace renovables, a diferencia de los derivados del petróleo. A raíz de lo anterior, el gobierno colombiano ha intentado promover la producción de

etanol y biodiesel a través de incentivos y ayudas en varias partes de la cadena de suministro y la demanda. Sin embargo, dados los porcentajes de mezcla de biocombustibles con los combustibles fósiles que ha determinado el gobierno, la oferta aún no es suficiente para abastecer la demanda interna.

El sector palmero en Colombia se ha desarrollado rápidamente hasta el punto de ser reconocido como un gran competidor en la producción de aceite de palma africana a nivel mundial. No obstante, de esta materia prima vegetal se pueden obtener diversos productos químicos, los cuales poseen un mercado más amplio y generan una mayor rentabilidad, como es el caso del biodiésel. En estas condiciones, se vuelve fundamental fomentar el desarrollo de la oleoquímica para dar un valor agregado más alto al aceite de palma.

El biodiésel es un combustible sintetizado del aceite vegetal que funciona como un sustituto de los carburantes de origen fósil y posee la ventaja de provenir de una fuente renovable. Al analizar el impacto ocasionado en el medio ambiente por el uso de hidrocarburos y combustibles fósiles, surge la necesidad de buscar alternativas energéticas sostenibles a largo plazo. La relevancia de emplear tecnologías y fuentes alternativas de recursos y energía radica en la contemplación de dos aspectos: minimización del impacto ambiental y capacidad de renovación.

La tendencia fluctuante del mercado de la palma africana (*Elais guineensis*) y la consecuente disminución en el precio del aceite obliga a la búsqueda de innovadoras y competitivas alternativas en el sector. El aceite de palma africana es potencialmente el producto más apto para la elaboración de biodiésel a escala industrial. Lo anterior se debe a que la palma africana es naturalmente la planta que mayor cantidad de aceite genera, con un estimado de 5 000 kg de aceite por año; el aceite de palma contiene una combinación de ácidos grasos: saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

Gracias al alto porcentaje de ácidos grasos saturados presentes en el aceite crudo de palma, este es el menos aconsejable para la obtención de biodiésel. Sin embargo, la consideración del aceite crudo de palma africana para síntesis de biodiésel representa una ventaja en términos económicos y energéticos, al evitar el proceso de refinación del aceite.

Este trabajo trata de analizar la problemática en la producción de biodiésel de palma de aceite, considerando las condiciones agroecológicas de la región Caribe colombiana. Además, se discuten los aspectos básicos de la producción de biocombustibles, como biodiésel, incluyendo sus principales ventajas y desventajas, materias primas, tecnologías, perspectivas de desarrollo y retos, para su correcta implementación en el contexto regional, nacional e internacional. Adicionalmente, se analiza de manera resumida los impactos de los biocombustibles en el ambiente como principal aporte a la movilidad sostenible.



## Preparación de biomateriales modificados químicamente para remover metales pesados

**Candelaria Nahir Tejada Tovar, Ángel Villabona Ortiz,**

**Nórida Isabel Pájaro Gómez**

Universidad de Cartagena

[ctejadat@unicartagena.edu.co](mailto:ctejadat@unicartagena.edu.co),

[avillabonao@unicartagena.edu.co](mailto:avillabonao@unicartagena.edu.co),

[nipajarog@gmail.com](mailto:nipajarog@gmail.com)

La remoción de metales pesados con *biosorbentes* a partir de residuos agrícolas es una alternativa económica y eficiente a los métodos convencionales debido a la disponibilidad y bajo costo. En la presente investigación, se muestra el desarrollo de una metodología para preparar materiales adsorbentes de origen vegetal residual

(cáscara de limón, naranja, yuca, ñame, zuro de maíz, bagazo de palma, cacao) y su modificación química con cloruro de calcio y ácido acético para ser usados en la remoción de metales pesados en solución; así, se evalúa el efecto del tamaño de partícula del adsorbente y el pH de la solución aplicando un diseño de experimentos factorial 33, usando tres valores de referencia (pH: 2, 4 y 6; tamaño de partícula: 0.355, 0.5 y 1mm).

El material vegetal inicialmente se lavó con agua desionizada, se secó en un horno a 90°C por 24 horas, se redujo de tamaño y tamizó a diferentes tamaños de malla. Posteriormente, se caracterizó mediante análisis químico elemental de tal manera que se pudiese determinar la presencia de Carbono, Nitrógeno, Hidrógeno, Azufre, lignina, celulosa, hemicelulosa y demás compuestos orgánicos por FTIR. Las modificaciones se realizaron colocando en contacto una cantidad de biomaterial con 200 mL de ácido acético 0.6 M y cloruro de calcio 0.2 M por 2 y 24 horas, respectivamente, con agitación continua de 200 rpm; luego, se lavó el material con agua destilada y se secó a 50°C durante 24 horas. Por último, se realizaron pruebas de adsorción en sistema Batch, empleando soluciones sintéticas a 100ppm de metal en un *shaking*; para ello, se utilizaron 0.5g de biomasa a 25°C y 150rpm por 2 horas.

En los análisis elementales, se encontró que los biomateriales ensayados son ricos en carbono, lignina, celulosa y hemicelulosa. Por su parte, los FTIR de las biomasas sin modificar demuestran la presencia de grupos OH y carboxilos, responsables del intercambio de iones durante el proceso de adsorción; por su parte, las biomasas luego de la modificación, presentan un aumento de estas bandas, lo cual favorece la adsorción. De los ensayos de adsorción, se encontró que a mayor pH y tamaños de partícula intermedio y pequeño, se obtienen mejores resultados de remoción de metales, con porcentajes superiores al 70 %; los mejores resultados se presentan al realizar la modificación.

Se concluye que las biomasas residuales de origen agroindustrial tienen potencial para ser usadas en la remoción de metales pesados presentes en solución acuosa a pH alto y tamaño de partícula pequeño e intermedio; asimismo, se sustenta que al ser modificados, aumenta la capacidad de adsorción de contaminante cáscara de limón, naranja, yuca, ñame, zuro de maíz, bagazo de palma.



## Análisis de la distribución espacio-temporal del oxígeno disuelto en el complejo Cienagüero Juan Gómez, Dolores y Bohórquez

**Jaime Luis Fortich Fortich, Édgar Quiñones**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD),

Universidad de Cartagena

Jaimefortich20@gmail.com, equinonesb@unicartagena.edu.co

El complejo Juan Gómez, Dolores y Bohórquez está ubicado al suroeste de la cabecera municipal de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. Este complejo es el principal suministro de agua potable para la ciudad de Cartagena, cobija una población de 947 579 habitantes con un consumo de 2.5 m<sup>3</sup>/s (Dane, 2012; Acuacar, 2013); además, resulta importante en términos ecológicos, puesto

que se trata de una zona de amortiguamiento para las inundaciones. Esta zona permite que los peces que transitan por el sistema usen los planos de inundación para alimentarse, crecer y refugiarse, así como especies terrestres (aves, reptiles y mamíferos), quienes están relacionadas íntimamente con la vegetación.

Las condiciones ambientales deterioradas en las que se hallan muchos de los cuerpos de agua superficiales, producto de las descargas sin control y la urbanización desmedida en zonas aledañas, generan un desbalance ecológico de los ecosistemas que allí residen; uno de los problemas es la mortandad de peces. Ejemplos de lo anterior son los hechos ocurridos en los diferentes cuerpos de aguas internos en Cartagena (*El Universal*, 2009 y 2014; *El Tiempo*, 2012) y en otras regiones de Colombia: en el Río San Antonio, en el departamento del Cesar en el 2013 (*Señal Colombia*, 2013) y en Barrancabermeja, en la Ciénaga Miramar (*Vanguardia*, 2013).

Esto trae como consecuencia la adaptación forzada de especies a condiciones fuera de su hábitat (malformaciones o defectos en sus organismos); además, afecta la calidad del cuerpo de agua y el uso de este. Entre 1974 al 2014, el Sistema Lagunar Juan Gómez, Dolores y Bohórquez se ha visto amenazado por la contaminación de sus aguas y los diferentes proyectos realizados para la navegabilidad y encausamiento del Canal del Dique.

La presente investigación tuvo como fin analizar la distribución espacio-temporal de la ciénaga, a partir de mediciones en campo realizadas cada dos horas durante un periodo de 24 horas en los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en los diferentes puntos de entrada, salida e internos, así como la batimetría de toda el área del cuerpo de agua. Como resultado, se obtuvo que el efecto generado por los gradientes de velocidad, condiciones de luminosidad y características geométricas de los diferentes sectores del complejo tienen una incidencia notoria

en la concentración del oxígeno disuelto y en su cambio súbito en horas nocturnas, se evidencian valores inferiores a 4 mg/l de O<sub>2</sub>. Lo anterior permitió ampliar el conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en los procesos de oxigenación y desoxigenación del cuerpo de agua en estudio.



## El efecto de dos estresores ambientales sobre *duranta sp.* y sus implicaciones para el uso de la especie en espacios urbanos costeros tropicales

**Reinaldo Fajardo-Herrera, Óscar Patrón Vega,  
Juan Valdelamar-Villegas**

[reynaldofajardoherrera@gmail.com](mailto:reynaldofajardoherrera@gmail.com)

Uno de los principales problemas que se presenta durante la revegetalización o la construcción de jardines ornamentales en zonas urbanas costeras de Colombia es la selección de especies de plantas que sean resistentes a las condiciones ambientales imperantes y que, además, cumplan con alguna funcionalidad ecosistémica, ya que la mayoría de constructores se interesan principalmente por aspectos estéticos y arquitectónicos.

Por ello, se decidió investigar en una de las principales especies representativas de la jardinería colombiana, *Duranta* sp. Se busca estudiar el efecto que ejerce sobre su crecimiento, la exposición a tres concentraciones de nitrógeno en el suelo (25, 100 y 200 ppm), así como la pérdida de agua por la exposición de sus hojas a una temperatura de 40 °C.

Los resultados permitieron identificar en las plántulas, un crecimiento de tipo logarítmico, que se afecta negativamente cuando la concentración de nitrógeno en el suelo es mayor o igual a 100 ppm; asimismo, se determinó que el área de las hojas varía de 1.14 a 6.45 cm<sup>2</sup>, las cuales pierden en promedio  $61.32 \pm 4.14\%$  de agua en 4.5 horas de exposición a la temperatura experimental.

Se concluye que la especie es sensible al aumento de nitrógeno en el suelo y que la exposición de sus hojas a una temperatura igual o mayor a los 40 °C puede afectar negativamente la disponibilidad de agua foliar. Por tal razón, se sugiere revisar con mayor detalle la inclusión de la especie en programas de revegetalización y construcción de jardines en ecosistemas costeros tropicales.



## Química verde, un camino para el mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua

**Liliana Caycedo Lozano, Diana Marcela Trujillo Suárez,  
Sonia Marcel Rosas Arango**

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

[lcaycedo@unicolmayor.edu.co](mailto:lcaycedo@unicolmayor.edu.co), [diana.trujillo@unicolmayor.edu.co](mailto:diana.trujillo@unicolmayor.edu.co)

La presente investigación se realizó con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas. En su propósito general, establece dieciséis objetivos, uno de ellos corresponde a «Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos» (2015). En ese orden de ideas, el grupo de investigación Planificación en Gestión Ambiental Eficiente, de la Universidad

Colegio Mayor de Cundinamarca, ha planteado y desarrollado proyectos fundamentados en la química verde, direccionados como un aporte en la disminución del impacto ambiental, sanitario y social del recurso hídrico.

De manera general, la contaminación del agua es favorecida por la polaridad de sus moléculas, propiedad que intensifica la contaminación, puesto que propicia la formación de nuevos compuestos con una carga contaminante mayor. En los postulados de la química verde, se plantea el reto de buscar mecanismos de reacción que permitan hacer uso de los recursos naturales, como reactivos con la consecuente minimización de la carga contaminante que afecta al recurso hídrico colombiano.

Es por esto que las temáticas abordadas que utilizan extractos de origen vegetal como reactivos químicos *verdes* son:

- La minimización de turbiedad en muestras de agua mediante el uso de coagulantes naturales: extractos de *vitris labruscal* (uva isabella) y *dioscorea spp* (ñame criollo). Este parámetro fisicoquímico de calidad de las muestras de agua se asocia a la presencia de sólidos suspendidos y requiere la acción de agentes químicos que produzcan la floculación. El trabajo en mención establece la minimización y sustitución gradual de dichos agentes por los extractos antes señalados.
- En lo que se refiere al agua residual contaminada con microorganismos patógenos, se han buscado alternativas sostenibles para la recuperación de dicho recurso; en este sentido, se está desarrollando una investigación centrada en la síntesis a partir de extractos vegetales de nanopartículas de plata.

Las dos temáticas descritas se fundamentan en lo planteado por Caycedo, Trujillo y García (2016), quienes aseguran que:

[...]el mantenimiento del ambiente no depende solo de la alfabetización en ese tema, mediante campañas masivas acerca del manejo y minimización de los residuos, sino que se hace indispensable acompañar este tipo de comportamientos y estrategias con el conocimiento de los procesos que afectan y alteren las reacciones químicas que subyacen a los equilibrios ecológicos de la naturaleza (p. 223-232).

Es por esto que pueden constituirse en alternativas que tengan un efecto positivo en las comunidades, pues generan una disminución en el nivel de contaminación ambiental asociada y así mismo, proponen una alternativa sostenible a bajo costo, para el tratamiento biológico de la contaminación de aguas residuales.



## Propuesta para la implementación de la norma NTS-TS 002 de sostenibilidad en el Hotel Marina Suites de Cartagena D.T. y C.

**Naury Milena Franco Anaya, Angie Katerine Bolívar Ladeuth, Carlina Melendez Aguilar, Marta Lucía Alcalá Padilla, José Visbal Bravo**

Fundación Universitaria Los Libertadores  
[cpmelendeza@loslibertadores.edu.co](mailto:cpmelendeza@loslibertadores.edu.co)

Hoy día, el gremio turístico ha realizado grandes aportes al sector. Precisamente, para el fortalecimiento y la competitividad del mismo, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo ha puesto a la disposición de los hoteleros implementar una serie de requisitos establecidos en la norma NTS –TS 002 de Turismo Sostenible. En

dicha norma, se abarcan tres aspectos fundamentales, económico, ambiental y sociocultural, con el fin de mejorar los servicios y productos ofrecidos por los establecimientos de alojamiento y hospedaje.

Este proyecto busca contribuir al trabajo de ejecución de la norma que realiza el Hotel Marina Suites para renovar el Registro Nacional de Turismo.

Se espera recolectar la documentación que permita evidenciar la primera parte de la implementación en la declaración realizada en la solicitud de actualización para el año 2017.

En el desarrollo de la investigación, se visitó el hotel con la finalidad de recopilar la información y realizar el registro fotográfico que sirvió de evidencia. Se entrevistó a la señora Yésica Alvear, coordinadora de calidad del Hotel Marina Suites.

Para que el hotel pueda renovar su Registro Nacional de Turismo, debe cumplir el 100 % de los requisitos establecidos en la norma NTS-TS 002, de sostenibilidad en establecimientos de alojamiento y hospedaje, desde lo económico, ambiental y sociocultural.

En el aspecto ambiental, se reglamenta: el uso del agua y energía para lavar frutas y verduras y preparar desayunos; el uso de los electrodomésticos en la cocina; los mantenimientos de los equipos de cocina; el uso de productos químicos en el aseo del hotel; el uso del agua para las actividades diarias como aseo, limpieza, desinfección y riego de plantas; la recolección de basuras y no separación de residuos; la no disposición final de residuos peligrosos; el uso de los televisores, aires acondicionados, deshumidificador, bombillos; el almacenamiento de productos químicos y de aseo; el uso de materiales químicos para reparar tuberías, aires acondicionados y

pintar; el uso de papel para registro hotelero, impresiones, volantes de publicidad; el uso de computador e impresora.

En lo sociocultural, se establece: realizar *check-in* y *check-out* a los huéspedes; capacitar al personal sobre sitios y atractivos turísticos locales para brindar mejor servicio; informar a los huéspedes y colaboradores sobre prevención de explotación sexual comercial de niños, niñas y adolescentes; no discriminar a los huéspedes por su color, raza, religión, condición sexual, entre otros; informar a migración Colombia sobre la información de los extranjeros que se hospedan; no contratar menores de edad para laborar; informar responsablemente a los huéspedes sobre sitios para adquirir productos locales en condiciones justas.

En el aspecto económico, la norma determina: contratar personal local para laborar en el hotel; comprar productos locales para las actividades del hotel como alimenticios, de aseo y desinfección; contratar proveedores locales para compra de productos.



## Aspectos socioculturales y económicos bajo la norma NTS–TS 002 en el Eco-Hotel La Cocotera en Parques Nacionales Naturales Corales del Rosario y San Bernardo

**Naury Milena Franco Anaya, Carlina Melendez Aguilar,  
Lorraine Paola Escalante Marimon, José Visbal,  
Angie Katherine Bolívar Ladeuth, Martha Alcalá Padilla,  
James Montalvo Babilonia, Cristina Medrano Ramos**

Fundación Universitaria Los Libertadores  
[lpescalantem@libertadores.edu.co](mailto:lpescalantem@libertadores.edu.co)

El turismo sostenible es una forma de turismo que sigue los principios de sostenibilidad y que conduce al desarrollo económico,

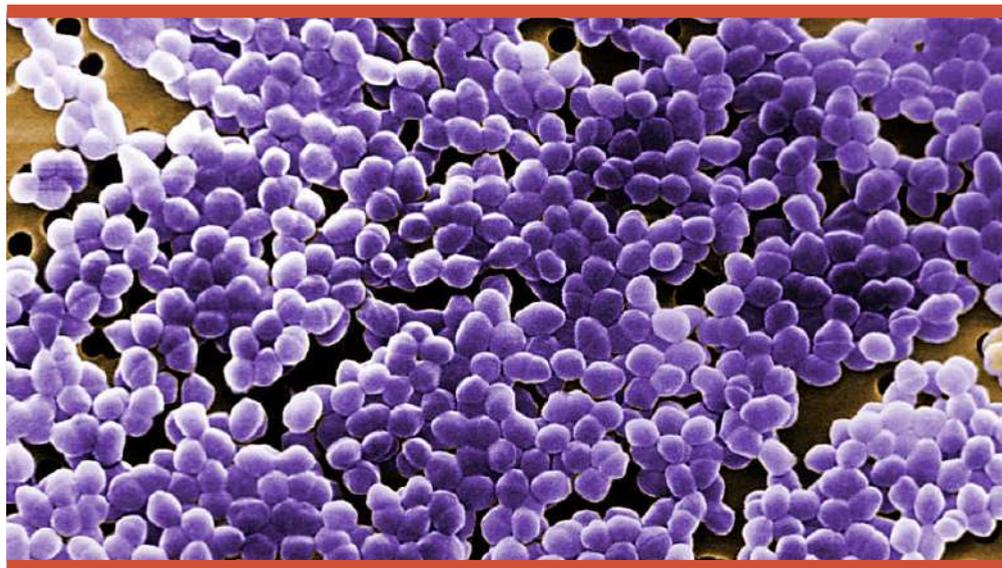
la elevación de la calidad de vida y bienestar social. El alojamiento ha constituido históricamente un ámbito privilegiado de convergencia y contraste entre los enfoques y aproximaciones escalares propios de la proyección arquitectónica y urbanística; por tal razón, el gobierno exige cumplir unas normas técnicas con el fin de garantizar las sostenibilidades del medio ambiente en el área hotelera.

La presente investigación consiste en identificar los aspectos socioculturales y económicos bajo la Norma Técnica Sectorial de Turismo Sostenible en el Eco-Hotel La Cocotera verificando que este sea un establecimiento totalmente *sostenible*.

Esta investigación es de tipo descriptiva, puesto que se describirá la situación del Eco-Hotel La Cocotera en cuanto a la norma antes mencionada. Para verificar el cumplimiento de la norma, se realizó una encuesta (*check list*) a los colaboradores; esta se tabuló y arrojó en porcentajes la cantidad de requisitos que cumple, no cumple y no aplica el eco-hotel según la norma. Lo anterior servirá para establecer fortalezas y debilidades en cuanto al cumplimiento de la norma en el Eco-Hotel La Cocotera; además, será útil para proponer posibles soluciones que ayuden al fortalecimiento, evolución y estabilidad del eco-hotel, ya que resulta de suma importancia mantener en pie este tipo de alojamientos que contribuyen a conservar el medio ambiente.

El Eco-Hotel La Cocotera aporta a la contratación y generación de empleo a los habitantes de la comunidad de Orika, quienes se desempeñan como ecoguías, vendedores de productos naturales en material reciclable (bolsos, pulseras, entre otros). Se encontraron debilidades, pero más fueron las fortalezas halladas, a través de un análisis con *checklist*. En este último, se identificó qué cumplía, qué no cumplía y qué no aplicaba para el eco-hotel.

Como resultado, se obtuvo que el hotel cumplía con el 86 % de los requisitos establecidos tanto socioculturales como económicos. De esta manera, brinda un mejor posicionamiento y contribuye a la internacionalización de los operadores ecoturísticos; hallan factores que impulsan la oferta y la demanda del producto ofrecido por estos prestadores de servicio para poder certificarse.



## Propuestas para el adecuado manejo ambiental de playa Bocagrande de acuerdo a los niveles de *enterococcus sp* hallados en el ecosistema de estudio

**Geisha Andrea Díaz Herazo, Angy Vanessa Carranza Orellano,  
Ganiveth Manjarrez Paba**

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco  
geishadiaz@hotmail.com, angyvco21@gmail.com

El presente estudio se realizó con la finalidad de proponer medidas para el adecuado manejo ambiental en playa Bocagrande (Cartagena de Indias, Colombia) de acuerdo a los niveles de *enterococcus sp.* hallados en dicha área. Para ello, se midieron los parámetros fisi-

coquímicos del agua, como salinidad, pH, sólidos totales, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura; asimismo, se determinaron los niveles de *enterococcus* en agua y arena.

El total de muestras recolectadas hasta el final del proyecto fueron: seis en agua y cuatro en arena por cada día de monitoreo (nueve días totales). Los puntos se fijaron teniendo en cuenta una separación de aproximadamente cinco metros uno de otro en el mar; por otra parte, las muestras de arena fueron tomadas con base en la delimitación territorial de la playa. Finalmente, las muestras se transportaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Cartagena, donde fueron analizadas a partir del método de filtración por membrana. Adicionalmente, se realizó la evaluación y valoración de aspectos e impactos ambientales en la playa, mediante las listas de chequeo y la matriz Arboleda, con la finalidad de determinar otras posibles fuentes de contaminación y precisar aquellas de mayor gravedad en el ecosistema de estudio.

Como principales conclusiones, se obtuvo que los mayores niveles de *enterococcus sp.* se registraron en la arena. Con base en ello, se expuso la capacidad del sustrato para prolongar la vida de las bacterias, ya que funciona como fuente de alimento y resguardo. Los impactos con mayor repercusión negativa fueron: el deterioro del paisaje, la contaminación del agua y de la arena y el manejo inadecuado de residuos. Los parámetros fisicoquímicos que presentaron una relación directamente proporcional a los niveles de *enterococcus sp.* fueron la salinidad y los sólidos totales, mientras que la temperatura, el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto resultaron inversamente proporcionales.

Luego de instaurar todas las posibles fuentes generadoras de contaminación, como medidas de manejo ambiental, se propuso la delimitación territorial del destino turístico de playa Bocagrande, el

manejo adecuado de vertimientos, el adecuado equipamiento de baños, duchas y llaves de agua para los pies, adecuado manejo de residuos sólidos, calidad de agua de mar y de material constitutivo de la playa.



## Relación de las condiciones ambientales de los suelos y su conformación estructural

**Claudia Díaz Mendoza, César Tovío Gracia,  
Katherine Prada Sánchez, Cristian Herrera Atencio**

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena  
[cjherrera8@gmail.com](mailto:cjherrera8@gmail.com)

El proyecto realizado tiene como objetivo identificar características del suelo a nivel fisicoquímico y relacionarlas con su comportamiento estructural y ambiental para servir de insumo en diagnósticos ambientales de suelos. La metodología desarrollada consistió en la extracción de muestras superficiales de suelos de distintas zonas en Cartagena y corregimientos de Atlántico y Bolívar, de manera

aleatoria y con profundidades menores a 0.3 metros. Las muestras fueron transportadas al laboratorio y se les realizaron ensayos de humedad natural, materia orgánica, peso unitario y clasificación de suelos (sistema taxonómico USCS). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo multivariado de clasificación (clúster), con el cual se determinó la correlación existente entre los parámetros analizados y la estructura del suelo, con el fin de relacionarlos con sus posibles comportamientos ambientales.

De las muestras analizadas, de acuerdo con su naturaleza, el 77 % corresponde a suelos cohesivos y 23 %, a granulares, distribuidos como: arcillas de alta y baja plasticidad (CH y CL), arena arcillosa (SC), limosa (SM) y limo arcillosa (SM-SC) y limos de baja y alta plasticidad (MH-ML). En el análisis clúster, se usaron como elementos de agrupación, la clasificación taxonómica USCS de las muestras a partir de sus características físicoquímicas; así, se generó un dendrograma con una partición en tres grupos o clúster, uno con las muestras de naturaleza cohesiva (CH y CL), otro con las granulares (SC, SM y SM-SC) y otro con la condición de frontera entre los anteriores.

El análisis clúster también evidenció que las características físicoquímicas observadas influyen en una agrupación más consistente cuando la presencia de texturas arcillosas es predominante, contrario a cuando la dominancia es por parte de texturas arenosas. De acuerdo a lo anterior, como comportamiento ambiental consecuente comparando el primer clúster con el segundo, se esperaría que los primeros resulten en un suelo de mayor dureza y resistencia, poca infiltración, mayor retención de la humedad, de agregados y estructura más estable, mayor contenido de materia orgánica, con propensión a la retracción y expansión y mayor proporción de material fino. No se mencionan las características del tercer clúster por ser una condición de frontera entre los otros dos conformada sin una dominancia marcada de texturas arcillosas o arenosas.

Basados en los resultados del análisis clúster, las agrupaciones reportadas corroboran que existen características del suelo que permiten correlacionar comportamientos ambientales con condiciones edafogénicas; de esta manera, las variaciones en el comportamiento de las características estudiadas permiten inferir cuándo será necesario implementar prácticas de manejo que preserven los procesos edafogénicos para revertir y/o evitar procesos de degradación del suelo.

Desde una valoración cuantitativa y estadística, lo anterior sugiere la existencia de procesos edafogénicos con trayectorias diferenciales atribuibles a características fisicoquímicas del suelo que dan lugar a comportamientos ambientales particulares. En este sentido, resulta importante realizar un análisis integral de dichas características como criterios edáficos para su clasificación, con el fin de orientar su ordenamiento ambiental respecto a su uso, manejo, ocupación y susceptibilidad del suelo en aspectos de fertilidad o eventuales casos de contaminación, lo cual deberá ser coherente con los comportamientos ambientales que tales características denotan.



## Fitorremediación: una alternativa de tratamiento de cuerpos de agua y suelo contaminados

**Nataly Moreno Rubio, Daniela Ortega Villamizar**

Universidad de Cartagena

[nmorenor@unicartagena.edu.co](mailto:nmorenor@unicartagena.edu.co)

Algunos procesos antropogénicos causados por la proliferación y urbanización consistente de la población humana no tienen un ciclo cerrado, por lo que su etapa final concluye en la liberación al ambiente de diversos contaminantes como sales, metales pesados, hidrocarburos, entre otros, que se depositan en suelo, agua y aire. Esto trae consigo una serie de problemas que afectan en todo sentido la calidad de vida de los seres vivos y el medio ambiente.

Los procesos de remediación convencionales varían dependiendo de diversos factores, usualmente barreras técnicas y financieras. En el caso de la contaminación en suelo, se emplea la restauración y estabilización electrocinética, la incineración, la excavación, el lavado *ex situ* o *in situ*, entre otros; por su parte, los métodos empleados para la descontaminación de aguas consisten en filtración, floculación, carbón activado, recuperación electrolítica, intercambio iónico, quelación, separación líquida por disolvente, separación de membrana y procesos de exclusión de tamaños.

A pesar de que estos métodos tienen actuaciones generalmente aceptables, presentan varios inconvenientes, en particular, no eliminan por completo las huellas de contaminantes peligrosos, poseen costos elevados, generan grandes cantidades de lodos residuales, entre otros, que constituyen un enorme problema. Diferentes investigaciones se concentran en hallar la mejor manera de corregir esta problemática, que cada vez se hace más evidente; por ello, se necesita de una técnica cómoda, estética y económica como lo es la fitorremediación. Se trata de una tecnología prometedora que ha cobrado importancia en los últimos años; las plantas actúan como agentes destoxicantes, las cuales, como parte de sus estrategias remediadoras, pueden excluir, mineralizar, reducir, solubilizar, quelar, acomplejar, redistribuir y acumular diversos contaminantes.

Esta revisión pretende brindar un panorama general sobre esta metodología, que se ha convertido en una importante área de investigación en los últimos años. Por ello, se presentará una serie de conceptos clave, criterios de selección e implementación, además de algunas investigaciones llevadas a cabo, junto con las ventajas y desventajas de esta técnica; así, se podrá construir una visión global sobre este tema con gran futuro de aplicación.



## Metodología para la evaluación del estado ecológico de aguas estuarinas. Caso de estudio: sistema de caños y lagos internos de Cartagena de Indias

**Margareth Peña Castro, Javier Mouthon Bello**

Universidad de Cartagena

[margaretpenac@gmail.com](mailto:margaretpenac@gmail.com)

En la presente investigación, se establece una metodología para evaluar el estado ecológico de ecosistemas estuarinos usando como caso de estudio el sistema de caños y lagos internos de Cartagena. Este es un humedal de tipo estuarino que presenta bosques de manglar como vegetación característica y que durante los últimos 50 años, ha sido afectado por diversas presiones de tipo antropogénico

como invasiones, rellenos de sus orillas, disposición inadecuada de residuos sólidos, podas excesivas de manglar, entre otras.

Para el planteamiento y desarrollo de la metodología, se seleccionaron indicadores de tipo biológico, fisicoquímico e hidromorfológico. Como indicadores biológicos, se seleccionaron tres tipos de comunidades acuáticas: fitoplancton, fauna íctica y bentónica. Se desarrolló un índice de calidad de aguas estuarinas usando como variables de seguimiento: oxígeno disuelto,  $DBO_5$ , salinidad, pH, clorofila a y coliformes fecales, las cuales fueran elegidas a través del establecimiento de objetivos de gestión. Se seleccionaron considerando: (a) características ecológicas de este ecosistema, (b) los usos potenciales del agua, (c) presiones ambientales o fuentes de contaminación y (d) las políticas gubernamentales planteadas para su conservación.

Finalmente, para la evaluación de la calidad hidromorfológica, se utilizó como indicador las variaciones de profundidad del sistema, considerando que a diferentes profundidades se presentan diferentes interacciones ecológicas. La integración de estos parámetros mostró que el ecosistema en mención se encuentra en un muy mal estado ecológico debido, principalmente, al estado de la fauna bentónica, de la cual solo se encontraron conchas de bivalvos ya muertas; lo anterior se debe a la gran cantidad de material orgánico de la zona, que conlleva a condiciones inhóspitas para la vida de estos organismos, cuya presencia en el área puede ser atribuida a corrientes o aportes aloctónos.



## Disminución parcial de la cobertura vegetal en Cartagena de Indias, Colombia: efectos de las obras de construcción e invasiones desde el año 2003 al 2015

**Jorge Mario Sánchez, Karick Jotty Arroyo , Alejandro Villareal**

Grupo de Investigación en Fisiología y Neurociencia,

Universidad de Cartagena

[jjorne22@outlook.es](mailto:jjorne22@outlook.es)

Las áreas verdes urbanas proveen servicios ecosistémicos tales como la disminución de las altas temperaturas, el intercambio de gases ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ), alimentación, frutos y resiliencia, entre otros, que son de gran importancia para el mantenimiento social y ambiental de las

ciudades. En Cartagena de Indias, el Bosque Seco Tropical (BST) y los manglares se convierten en ecosistemas que proveen estos servicios. Sin embargo, los mismos se encuentran en peligro de desaparecer por diversas variables, entre las que resaltan procesos antrópicos, factores climáticos y relaciones simbióticas parasíticas mediadas principalmente por la coexistencia de plantas hemiparásitas como la *pajarita*, que en estos últimos cinco años, ha afectado a la vegetación de la ciudad.

Este estudio se enfoca especialmente sobre el impacto que tiene la construcción del sistema de transporte masivo TransCaribe, obras de construcción públicas e invasiones en los árboles leñosos de la ciudad de Cartagena. Para lograr este objetivo, inicialmente se empleó una identificación y demarcación de árboles en áreas geodelimitadas espacio-temporalmente por medio de la aplicación Google Earth en el periodo de tiempo comprendido desde el año 2003 al 2015, época correspondiente al inicio de las obras e implementación del sistema de transporte urbano en mención. Asimismo, se realizaron muestreos presenciales, en los que se establecieron parcelas de un kilómetro a lo largo de las principales avenidas en diferentes estaciones del sistema de transporte (Bomba del Gallo, Bomba El Amparo, La Castellana y los Cuatro Vientos).

Los parámetros tomados en cuenta para el estudio fueron: especie, estado de los individuos, diámetro a la altura del pecho (D. A. P) y la altura de cada individuo. Los resultados preliminares permiten establecer que las especies endémicas más vulneradas son: el roble morado (*Tabebuia rosea*), los almendros (*Terminalia catappa*) y el matarratón (*Gliricidia sepium*). Esta investigación tiene como fin determinar el área afectada por las diferentes construcciones e invasiones en Cartagena, tales como las invasiones a los manglares cerca a la iénaga de la Virgen y Juan Polo.

Además de las construcciones viales en las principales avenidas y perimetral, se pretende analizar también la adecuada compensación forestal con relación al Decreto 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 1791 de 1996 y Ley 388 de 1997 para el arbolado de la ciudad. Con estos puntos de muestreo, se puede demostrar cómo la construcción de obras han generado un creciente deterioro en el arbolado de la ciudad; esto, sumado al poco sistema de riego existente, hace vulnerable la supervivencia de las grandes especies vegetales de Cartagena de Indias. Lo anterior se constituye en una debilidad y muestra una falencia en la compensación forestal de las zonas afectadas. En este estudio, se proponen alternativas de soluciones para una adecuada compensación forestal en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia.



## Biotecnología microbiana ambiental: estrategia C+T+I para el desarrollo sostenible

**Gustavo Eugenio Echeverri Jaramillo**

Grupo de investigación, Microbiología y Ambiente (GIMA),  
Universidad San Buenaventura, Cartagena  
[gustavo.echeverri@gmail.com](mailto:gustavo.echeverri@gmail.com)

Los procesos y prácticas ambientales generadas por el ser humano causan grandes impactos sobre los ecosistemas. La contaminación ambiental química es generada desde diferentes fuentes como las viviendas, establecimientos comerciales y sectores productivos, a través de emisiones, vertimientos y residuos sólidos, afectando aire, agua, suelo y seres vivos.

En busca de gestión para la solución a dichos problemas, se encuentran herramientas y técnicas de índole físico, químico y biológico. Estas últimas son una alternativa limpia y sostenible, gracias al uso de sistemas bióticos como animales, plantas o microorganismos; así, se da lugar a la biotecnología ambiental, una ciencia que con conocimientos multidisciplinarios que está a la vanguardia en el control y depuración de ambientes contaminados.

Los microorganismos con alta capacidad de degradación y producción de sustancias naturales pueden ser aislados del medio ambiente con diferentes condiciones físicoquímicas, que les dan características apropiadas para poder usarse en biotecnología microbiana ambiental y contribuir a procesos de biorremediación de aguas, aire y suelos impactados por las actividades del ser humano.

El objetivo de este estudio es mostrar la importancia de la biotecnología con fundamentos científicos y tecnológicos en la aplicación de sus herramientas en el ámbito del medio ambiente con toda su fundamentación ecológica, dando datos de su contexto a nivel mundial y latinoamericano, así como los escenarios de aplicación.

Se analizan sus definiciones y diferentes clasificaciones por su aplicabilidad y código de colores dados a nivel mundial; se revisa la legislación referente a las políticas de CTI con la Ley 1286 de 2009, Conpes 3527 de 2008 de competitividad y productividad, como el Conpes 3697 de 2011 para el desarrollo comercial de la biotecnología con el uso sostenible de la biodiversidad. Además, se presentan ejemplos de actuación de la biotecnología ambiental, como en el campo de la salud y el medio ambiente, en cambio climático, en procesos de reciclaje, en energías alternativas, en

recursos hídricos, en estrategias de gestión ambiental limpias para el desarrollo sostenible, entre otros. Finalmente, se muestra la prospectiva de desarrollo del Grupo de Investigación en Microbiología y Ambiente (GIMA) de la Universidad de San Buenaventura, Cartagena, con relación al aislamiento de microorganismos para aplicación biotecnológica, bioindicadores microbianos ambientales, valoración de residuos agroindustriales y pruebas de biodegradación y biorremediación, para el desarrollo de la ecotoxicología microbiana, estudio de biomarcadores microbianos de exposición y efecto, innovación de biosensores ecotoxicológicos, producción de nuevos productos microbianos limpios y sostenibles, como bioensayos para el seguimiento a detoxificación de procesos en biodegradación y biorremediación.



## Evaluación de la capacidad de absorción de hidrogeles compuestos sobre hidrocultivos con aguas salobres del Canal del Dique

**Sonia Liliana Gómez Prada, Jhon Wilman Guloso Ramos**

Universidad San Buenaventura, Seccional Cartagena

Jhon\_wgr@hotmail.com

La obtención de agua dulce a partir del agua de mar tiene por objetivo ser utilizada como elemento esencial en hidrocultivos por medio de hidrogeles compuestos con grafeno, utilizando la gran capacidad de absorción de agua de este compuesto, que absorbe el agua y todos sus componentes disueltos en ella. Debido a esta condición que presenta el material, se adicionará

grafeno, que gracias a su estructura molecular en forma de malla, permite desalar aguas salobres siendo selectivo por el tamaño de partículas. Este polímero se obtendrá mediante reacción de polimerización para formar poliacrilamida, neutralizada con distintos porcentajes de KOH, para así, proceder a la adición del grafeno en diferentes cantidades.

Posteriormente, se realizarán ensayos de laboratorio para definir la proporción del compuesto que cumple con el óptimo balance de absorción y desalación. Además, se evaluará la capacidad de adaptación y crecimiento de especies vegetales al medio polimérico; de esta manera, se selecciona qué plantas de micorriza cortas son las que mejor se adaptan al sustituto de suelo utilizando técnicas de cultivos hidropónicos.

La versatilidad de este proyecto radica en poder utilizar un medio de cultivo vegetal para el consumo humano que usará aguas salobres; de este modo, se ayuda a promover la seguridad alimentaria, que se ve más vulnerada por la escases o contaminación de las aguas dulces. Su aplicación puede darse en zonas que tengan acceso a agua de mar o aguas salobres. El uso de este tipo de material compuesto permite obtener un periodo de utilidad largo. Este lapso disminuye la tasa de riego de agua; además, proporciona un medio para el desarrollo y la fortaleza de las plantas que se desean cultivar. De esta manera, aumenta la producción y actividad agrícola sin causar impactos negativos al recurso suelo.



## Revisión sobre la utilización de la taruya (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de metales pesados en aguas residuales

**Ana Gabriela Salgado Montiel, Manuel Enrique Garrido Acuña y Sonia Liliana Gómez Prada**

Universidad de San Buenaventura, seccional Cartagena  
ana.gsm50@gmail.com

*Eichhornia crassipes* es una planta macrófita de la familia *Pontederiaceae*. Es conocida como *Taruya*, *Lirio Acuático*, *Jacinto de Agua* o *Buchón de Agua*. Es originaria de las aguas dulces de las regiones cálidas de América del Sur. Es considerada una maleza acuática, que ocupa el puesto 33 en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Debido a su reproducción desmedida, ha

llegado a causar serios problemas en embalses y ríos de la región Caribe, porque genera eutrofización afectando la supervivencia de otras especies acuáticas, la navegación y promoviendo el crecimiento de microorganismos patógenos vectores de enfermedades. Sin embargo, esta planta puede ser también benéfica, pues ha sido utilizada en procesos de fitorremediación por su carácter altamente hidrofílico, lo que la convierte en un buen adsorbente.

Para la presente revisión documental, se recopilaron y organizaron aproximadamente cuarenta documentos relevantes al tema. Se presentan algunas técnicas de fitorremediación a partir de la materia vegetal de la *Eichhornia crassipes* tanto en su estado original como con la carbonización de la misma, denominada *Biochar*. En los diferentes estudios llevados a cabo, se establece el efecto y eficacia de la Taruya (*Eichhornia crassipes*) como buen acumulador de los metales presentes en el agua, independiente a sus concentraciones.

Estudios realizados han demostrado la eficiencia en brotes de *eichhornia crassipes* con respecto a los cinco principales metales pesados que se encuentran en aguas residuales: cromo, cadmio, plomo, arsénico y zinc. Entre otros autores, se destacan:

Virendra & Tripathi (2008) demuestran que el material vegetal en su forma natural elimina con éxito hasta el 84 % de cromo y el 95 % de zinc en concentraciones de 1, 5, 10 y 20 mg/l después de once días de exposición.

Zhang *et al.* (2014) utilizan la taruya (*Eichhornia crassipes*) en forma de biochar para remover casi el 100 % de cadmio. La máxima capacidad de adsorción fue de 70.3 mg/l en periodos de uno a veinticuatro horas.

Atehortua & Gartner (2013) presentan como resultado la adsorción del 86.5 % de plomo a una concentración de 3.10 ppm, utilizando 2 g

de material vegetal en forma de biochar por litro de solución, con un tiempo de agitación de 45 minutos.

Agunbiade *et al.* (2009) trabajan el brote y la raíz de la taruya (*Eichhornia crassipes*) y determinan que la capacidad de adsorción es dependiente de las características generales de la planta. Las experiencias presentaron una remoción de 0.16  $\mu\text{g/g}$  de arsénico en una concentración de 8.18  $\mu\text{g/l}$  del agua.

Los resultados de la revisión muestran que la utilización de la taruya (*Eichhornia crassipes*), tanto en su estado natural como la conversión de este en biochar, podría servir como estrategia para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas y a su vez, ayuda con el manejo de esta especie invasora.



A close-up photograph of a chrome faucet with water splashing out. The water is captured in mid-air, creating a dynamic, sculptural shape. The background is a solid, vibrant green. The faucet is on the right side of the frame, and the water is splashing towards the left.

## **CAPÍTULO 4**

### Accesibilidad y efectividad en servicios básicos

# Avances de Investigación

---

**César Augusto Arciniegas Suárez, Anny Sierra Negrette**

cearsu@yahoo.es, asierran95@gmail.com

Mediante la Ley 99 de 1993, se creó el Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales. Es el encargado de realizar, entre otras tareas, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible (Becerra, 1994).

Además, dicha ley creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) como «un conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permitan aplicar los principios ambientales en general» (Sánchez-Triana, 2007), para orientar el curso de la problemática ambiental del país tanto para las actividades del sector público como privado involucrados en estas tareas. La función es alcanzar el desarrollo sostenible, considerando lineamientos expuestos en la Conferencia de Río de 1992 (Usaquén, 2010).

Asimismo, la importancia de los servicios públicos se refleja en la Constitución Política de Colombia de 1991:

El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo

fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, educación, de saneamiento ambiental y de agua potable... (Constitución Política de Colombia, 1991).

De esta manera, las empresas de servicios públicos tienen como objeto la prestación de uno o más de los servicios públicos a los que se aplica la Ley 142 de 1994, sobre servicios públicos domiciliarios, o realizar una o varias de las actividades complementarias.

Por la extensa superficie de Colombia y sus más de mil municipios, obligan a la necesidad de vincular empresas operadoras de servicios públicos domiciliarios con un alto desempeño para lograr satisfacer las necesidades básicas de la población y garantizar continuidad en la prestación de los servicios públicos domiciliarios. Desde que se promulgó en 1994 la Ley 142, Colombia empezó una nueva etapa en la que empresas tanto privadas como públicas compiten en un mismo negocio (Mejía, 2010).

Los servicios básicos son fundamentales para mejorar la calidad de vida y en general, su provisión es responsabilidad de los gobiernos locales. Pero aun cuando los gobiernos locales no sean responsables del suministro, son ellos quienes deben afrontar las consecuencias sanitarias, económicas, sociales y ambientales de su insuficiencia.

Estos gobiernos locales son juzgados en última instancia sobre su capacidad para proporcionar a sus ciudadanos, servicios básicos de calidad como agua, saneamiento, salud, educación, gestión de residuos, transporte, etc. Mejorar y ampliar la prestación de servicios básicos es un componente clave de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (UCLG, 2013).

La regulación del sector de agua potable está a cargo del Ministerio de Desarrollo Económico a través de la Comisión de Regulación de Agua. El control está también en el Ministerio de Comercio, Industria

y Turismo a través de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (CEPAL, 2000). La misión de la Comisión de Regulación es procurar y promover la prestación eficiente y el mejoramiento continuo de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante la expedición de normas de carácter general o particular de obligatorio cumplimiento para las empresas prestadoras.

A pesar de que en Colombia el recurso hídrico es abundante, se presentan situaciones de dificultad en la disponibilidad espacial y temporal del agua superficial a nivel regional y local (UNESCO, 2003). Entre los principales factores que reducen la posibilidad de uso y acceso de la población a este recurso y que pueden convertirse en limitantes para el desarrollo, están: la concentración y crecimiento de la demanda en zonas donde la oferta hídrica es limitada; la irregularidad hídrica, como efecto del impacto negativo que altera la oferta hídrica natural en cantidad y en distribución espacial y temporal; deterioro de la calidad del agua por sedimentos y contaminación. En consecuencia, la abundancia hídrica es relativa porque está determinada por las limitaciones temporales y espaciales que presentan los regímenes hídricos característicos del país (CEPAL, 2000).

Sin el conocimiento del valor estratégico del agua es prácticamente imposible dimensionar las dificultades que puede tener el país para el abastecimiento hídrico hacia el futuro y el acometimiento de políticas y programas para su manejo sustentable. Este desconocimiento y falta de conciencia reina en todos los niveles de la población y en especial en la dirección política del país (CEPAL, 2000).

Dentro del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2014), se permite confirmar una situación relativamente favorable de oferta y disponibilidad hídrica (el abastecimiento de agua en Colombia no alcanza los niveles críticos de muchos otros países del mundo con ofertas hídricas muy limitadas) que se presenta en buena parte

del territorio nacional. Existen serias señales de preocupación e incluso de alarma en algunos municipios y áreas urbanas del país, que invocan una creciente atención de las autoridades nacionales, regionales y locales y de todos los organismos involucrados en la definición de políticas en la planificación, manejo y utilización de los recursos naturales en general y en particular el recurso hídrico.

El mayor problema de contaminación hídrica lo constituye la descarga de elementos peligrosos como los metales pesados (por ejemplo, plomo y mercurio), los compuestos orgánicos volátiles como el triclorometileno y los solventes halogenados, que acaban con la vida acuática y ponen en peligro la salud de los habitantes que entran en contacto con cuerpos de agua contaminados o con productos irrigados con estas aguas residuales. Estos compuestos son vertidos por muchas industrias (tales como: la refinación de petróleo, la industria química y la de curtiembres) que los utilizan en su proceso industrial o son descargados con los lixiviados que se originan en los rellenos sanitarios mal operados.

También, los contaminantes se originan en los tratamientos de efluentes industriales de industrias como la galvanoplastia, donde forman parte de los lodos de las plantas de tratamiento (DNP, 1994).

De esta manera, la población, los sistemas de producción/ consumo y la tecnología en uso son factores que, en su conjunto, propician las condiciones de alteración de la calidad del recurso hídrico. La calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe un amplio rango de posibles usos. En términos generales, las alteraciones de la calidad del agua se relacionan con la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias químicas y sintéticas de naturaleza tóxica (CEPAL, 2000), considerado como residuo peligroso.

A medida que evoluciona la tecnología y se desarrollan las actividades industriales y de servicios que sustentan gran parte de la economía y desarrollo del país, también ha aumentado la generación de residuos con características peligrosas para los seres humanos y los ecosistemas.

Así, el 16 de diciembre de 2005 fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental, la Política Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos o Desechos Peligrosos. A su vez, el 30 de diciembre de 2005 entró en vigencia el 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». La entrada en vigencia de estos dos instrumentos de gestión y control implica que tanto el sector público como el sector privado deben asumir nuevas responsabilidades frente a la prevención y reducción de los generadores de residuos o desechos peligrosos (Respel) (ONU, 2003).

La gestión ambiental de los residuos sólidos está íntimamente relacionada con los procesos educativos y de concientización de todos los estamentos de la sociedad. Se ha encontrado que las reducciones importantes en las cantidades generadas de residuos sólidos y el adecuado manejo de estos se producen cuando la gente está dispuesta a cambiar por su propia voluntad sus hábitos y estilos de vida para conservar los recursos naturales y para reducir las cargas económicas asociadas a la gestión de residuos sólidos. Un programa continuo de educación es esencial para obtener un cambio en las actitudes públicas.

En este sentido, el documento Conpes 2750 Minambiente-DNP-UPA, titulado *El salto social hacia el desarrollo Sostenible*, es complementario y subsidiario de la presente política, en especial en sus estrategias: política nacional y acción descentralizada, participación y concertación, apoyo científico y tecnológico y

gradualidad, coherencia nacional; acciones instrumentales: ordenamiento ambiental y planificación territorial, educación y concientización ambiental, fortalecimiento institucional, producción y democratización de la información y cooperación global e instrumentos (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

Con la expedición de la Resolución 330 de 2017, se actualizó el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico, donde se incorporan estrategias técnicas que buscan optimizar los procedimientos para la prestación de los servicios públicos desde su planificación.

A nivel de manejo integrado de recursos hídricos, entre los factores que no permiten una adecuada gestión sustentable, está la debilidad y la falta de jerarquía institucional del sector ambiental ante los diferentes estamentos de desarrollo del país, lo cual impide adelantar una gestión eficaz sobre el recurso. Esto es debido a que las políticas que se desarrollan son de cada gobierno (periodo presidencial) y no corresponden a una verdadera política de estado; de esta manera, se fragmenta la responsabilidad entre diferentes carteras de manejo del país y se pierde la autoridad que le corresponde por ley para realizar su función.

A esta situación se suma la posición que Colombia asume con su modelo económico de desarrollo. Este se ha implementado para competir en los diferentes mercados, pero ante la carencia de política de estado en el sector ambiental, no permite realizar su control sobre las otras instituciones dentro del gobierno, que pueden afectar seriamente el recurso agua. Dentro del mismo sector ambiental, existe una completa descoordinación del trabajo a desarrollar desde su dirección en el Ministerio de Ambiente, hasta el nivel regional (Corporaciones Autónomas Regionales y entes territoriales), que debe traducirlas en programas, proyectos y acciones que permitan cumplir los objetivos trazados.

Los verdaderos cambios se lograrían a partir de la transformación de visión desde el alto gobierno y que se establezca como política de estado. Los cambios se consiguen a través de la recuperación de valores, de la educación, de la organización gubernamental, de las reformas institucionales e indudablemente, de la participación de los diferentes actores nacionales (entre los que se destaca el sector privado). Ese panorama hipotético corresponde a lo que se denomina *un escenario sustentable*.

## Referencias

Becerra, M. R. (1994). El Ministerio de Ambiente: Génesis, Estructura y Proyecciones. En M. R. Becerra, *La política ambiental del fin de siglo: una agenda para Colombia* (págs. 44-92). Bogotá: CEREC.

Cepal (Enero de 2000). *Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Colombia*. Recuperado el 13 de 10 de 2017, de: <https://www.cepal.org/drni/proyectos/samtac/inco00200.pdf>

Constitución Política de Colombia (1991). *Alcaldía de Bogotá*. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de Constitución Política de Colombia: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>

Departamento Nacional de Planeación (DNP) (1994). *Contaminación Industrial en Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia*. Recuperado el 18 de 10 de 2017, de Departamento Nacional de Planeación.

Ideam (1999). *Estadísticas sobre hidrología, meteorología, calidad del agua, cartografía, demanda de agua, oferta hídrica, proyecciones, etc.* Recuperado el 18 de 10 de 2017, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/>

- Ideam (2014). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Recuperado el 18 de 10 de 2017, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)
- Mejía, C. A. (2010). *Comparación de Indicadores de Gestión Operativas de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. y Empresas Prestadoras de Servicios Públicos Domiciliarios que Manejan y Operan Redes de Alcantarillado para más de 50.000 Clientes*. Medellín. p. 8.
- Ministerio del Medio Ambiente (1997). *Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). *Adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Organización de Naciones Unidas (ONU) (2003). *Gestión de Residuos*. Recuperado el 17 de 10 de 2017, de Waste Management. Recuperado de: [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ni/ni\\_pdfs/NationalReports/colombia/Gestion\\_de\\_Residuos-Waste\\_management.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/colombia/Gestion_de_Residuos-Waste_management.pdf)
- Sánchez-Triana, E. (2007). Un modelo particular de gestión ambiental: Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia. *Banco Mundial*, p.34.
- UCLG (2013). *El acceso a los servicios básicos y el proceso de urbanización mundial*. Barcelona, España: Sheridan Bartlett.
- Unesco (2003). *Water For People, Water For Life*. París: UNESCO/ Mundi-Prensa Libros.
- Usaquén, M. (2010). Gestión ambiental de los servicios públicos domiciliarios: seguimiento para el departamento de Cundinamarca. *Equidad y Desarrollo*, 53, p. 53.



## Concentración de contaminantes emergentes (CE) en aguas superficiales de la ciudad de Neiva

**Luis Carlos Losada Benavides, Daniela Barrios Sterling,  
María Camila Sarmiento Berrío**

[luis.losada@corhuila.edu.co](mailto:luis.losada@corhuila.edu.co), [daniela\\_sterling@hotmail.com](mailto:daniela_sterling@hotmail.com)

Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA), Neiva, Colombia

[camilasarmiento27@gmail.com](mailto:camilasarmiento27@gmail.com).

Los casos de virus propagados por el mosquito *Aedes aegyptic*, especialmente Zika, Dengue, Chikungunya y Mayaro, han hecho que se disparen las ventas de medicamentos en la capital huilense. Los residuos de ibuprofeno, acetaminofén, naproxeno, diclofenaco, ketoprofeno, aspirina, carbamacepina y cafeína son algunos de

los contaminantes emergentes (CE) que han suscitado numerosas investigaciones a escala mundial. Como consecuencia del incremento en su uso, los niveles de los residuos y metabolitos secundarios en aguas residuales aumentan y en consecuencia, generan problemas de contaminación y alteración de los ecosistemas acuáticos.

Este proyecto pretende cuantificar las concentraciones de residuos de ibuprofeno metil-éster, acetaminofén, naproxeno metil-éster, diclofenaco metil-éster, ketoprofeno metil-éster, aspirina metil-éster, carbamacepina y cafeína en seis diferentes puntos de agua superficial del municipio de Neiva, utilizando la técnica de cromatografía de gases con detector selectivo de masas operado en el modo de monitoreo de ion seleccionado (GC-MS/SIM).

Los productos farmacéuticos han recibido una creciente atención como potenciales químicos bioactivos en el entorno y son considerados como contaminantes emergentes (CE) debido a la escasa información acerca de su ocurrencia en los cuerpos de agua, puesto que no están regulados o no están sometidos a procesos de regularización. Además, los compuestos y metabolitos bioactivos provenientes de residuos de productos farmacéuticos son introducidos al medio acuático y constituyen así, un riesgo potencial para los ecosistemas, debido a su persistencia en el ambiente y su incompleta eliminación en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Las concentraciones de este tipo de contaminantes nunca han sido registradas en Neiva; por lo tanto, esta investigación pretende establecer datos de referencia para investigaciones futuras de la misma temática.

Se seleccionaron cuatro afluentes que llegan al Río Magdalena (Río del Oro, Quebrada la Toma, Río las Ceibas y Quebrada el Venado) y dos puntos de descarga de agua residual de la ciudad de Neiva, Huila.

Muestreo compuesto triplicado para afluentes con ancho <3m y muestreo compuesto e integrado triplicado para afluentes con ancho >3m, durante 24 horas.

Tres campañas de muestreo durante cuatro semanas en los puntos seleccionados.

Obtenidos los resultados de la primera fase, se seleccionarán los dos afluentes con mayor descarga de contaminación al río Magdalena y se tomarán muestras antes y después del paso por la ciudad de Neiva, con el fin de determinar la influencia de la ciudad sobre la contaminación.

Según los resultados de los dos afluentes seleccionados en la fase anterior, se elegirá el de mayor descarga de contaminación y se muestreará durante una semana, 24 horas, para conocer su comportamiento y variabilidad.

Resultados esperados:

- a. Los resultados obtenidos podrán dar un panorama acerca de la carga contaminante por presencia de residuos de fármacos en los afluentes y efluentes de Neiva.
- b. También, se conocerá el afluente con más concentración de residuos de fármacos, además, se determinará el fármaco más detectado en los afluentes y efluentes seleccionados.
- c. Se espera dejar una línea base para futuras investigaciones acerca de la presencia de productos farmacéuticos en fuentes hídricas y daños al medio ambiente.



## Resolución de conflictos ambientales como herramienta de la sustentabilidad ambiental que aporte a la paz en la Calle Salim Bechara del barrio Olaya Herrera, en la Unidad Comunera de Gobierno N° 5 de la Localidad N° 2 del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena

**Elizabeth Ramírez Llerena, José Alejandro Machado, Zilath Romero González, Álvaro Moreno Durán, Laura López Navarrete, Kelly Johana Hernández, Nilson Figueroa Atencia**

Fundación Universitaria Antonio Arévalo Tecnar,  
Universidad Libre Sede Cartagena, Universidad Santo Tomás en Bogotá,  
CORPOSUCRE, Baykeeper  
[elizabeth.ramirez@tecnar.edu.co](mailto:elizabeth.ramirez@tecnar.edu.co),  
[jose.machado@unilibre.edu.co](mailto:jose.machado@unilibre.edu.co),

El proceso de paz que el gobierno colombiano lleva a cabo con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) puede tener, como en efecto ha tenido, múltiples interpretaciones. Muchas de ellas son radicales y polarizadas, lo que hace difícil que el ciudadano de a pie pueda ir construyendo una imagen de lo que implicará el proceso y que pueda entender sus inmensas posibilidades como sus enormes retos. Una y otra vez, el gobierno colombiano reconoce que ha existido una ausencia de pedagogía sobre el proceso; no obstante, este reconocimiento no ha traído consigo una verdadera estrategia pedagógica de formación ciudadana que involucre a todos los actores sociales, especialmente a las comunidades de base, como la que habita en la calle Salim Bechara del barrio Olaya Herrera, ubicada en la Unidad Comunera de Gobierno N° 5 de la Localidad N° 2, del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias.

Para todos es fundamental comprender y asumir los compromisos que se derivarán de los Acuerdos de Paz; asimismo, resulta relevante identificar sus posibilidades de participación en los procesos de reconstrucción social *posacuerdo*, que podrían convertirse en una oportunidad de cambio y mejoramiento de la vida de los colombianos. De allí que la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo Tecnar, la Universidad Libre Sede Cartagena, la Universidad Santo Tomás y la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre en asocio con la Fundación Guardaguas de Cartagena (Fagucar) o Cartagena Baykeeper (CBK), miembro de la Organización Waterkeeper Alliance, establezcan como objetivo de esta investigación, examinar la cultura jurídica existente en la calle Salim Bechara del barrio Olaya Herrera, ubicada en la Unidad Comunera de Gobierno N° 5 de la Localidad N° 2, del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena en cuanto al manejo de la resolución de Conflictos Ambientales como herramienta de la sustentabilidad ambiental.

En cuanto a la metodología aplicada, debe decirse que se trata de una investigación sociojurídica mixta. En primera instancia, tiene aportes de la investigación cuantitativa, que es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, y en segunda instancia, posee aportes de la investigación cualitativa, en la cual se hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas (Abdellah, 1994).

En esta investigación en curso, se destacan algunas conclusiones previas: por ejemplo, se han obtenido aportes significativos sobre el conocimiento de la cultura jurídica que contribuya a la paz en la Unidad Comunera N° 5 de la Localidad 2, aledaña a la Ciénega de La Virgen en Cartagena. El estudio local realizado ha servido para observar la accesibilidad y efectividad en servicios básicos y estudiar si la comunidad está comprometida con la adaptación al cambio climático y conservación del ambiente.



## Beneficios para la movilidad urbana del modelo de transporte tronco-alimentado, administrado bajo el concepto de asociación público-privada

**Vladimir Castro**

Transambiental S. A. S., empresa operadora de TransCaribe  
[vladimir.castro@transambiental.com.co](mailto:vladimir.castro@transambiental.com.co)

¿Cómo concebir una ciudad sostenible sin un modelo de transporte sostenible?

La preocupación por la movilidad de las personas se traduce también en la preocupación por las posibilidades de acceso a servicios básicos que permitan el desarrollo humano de toda la población. Es

así como la necesidad de poseer un transporte público de calidad ha tomado cada vez más espacio en la agenda de los ciudadanos y en consecuencia, ha tomado relevancia en los temas prioritarios de sus gobernantes. De la eficiencia de estos sistemas depende en gran medida el desarrollo y la prosperidad de las urbes a largo plazo, pues la movilidad urbana afecta a los individuos en su realidad socioeconómica.

Dentro de este panorama, los sistemas de autobuses de tránsito rápido (BRT) son, en muchos casos, la mejor apuesta para ofrecer el servicio de transporte y además, obtener efectos socioeconómicos favorecedores. Entre sus características, se destacan: menor tiempo de recorrido, tráfico reducido, mayor confiabilidad, comodidad de viaje y mejores conexiones de transporte, fomentación de la calidad de vida de la población y consecuentemente, del territorio.

Cartagena de Indias estuvo de espaldas a esta realidad durante mucho tiempo, pero hace poco más de un año, con la entrada en operación de TransCaribe, dio paso a una nueva forma de desplazamiento que está dignificando el sector transporte y trazando nuevos horizontes para la ciudad en acción conjunta con la comunidad, la autoridad pública y la empresa privada vinculada al sistema.



## Caracterización de la desembocadura del Canal del Dique a la bahía de Cartagena mediante la estimación del potencial teórico de energía por medio gradiente salino (EGS)

**Jessica Patricia Álvarez Carval**

**Andrés Felipe Rada Zambrano**

**César Augusto Tovío Gracia**

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

[j.alvarezcarval@gmail.com](mailto:j.alvarezcarval@gmail.com)

En las últimas décadas, con el crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico e industrial, la contaminación por combustibles fósiles ha aumentado la concentración de los gases de

efecto invernadero en la atmósfera. Por ello, se hace necesaria la búsqueda de nuevas formas de generar energía que no afecten el medio ambiente.

Este proyecto tiene como finalidad ofrecer una caracterización que permita determinar la posibilidad a futuro de implementar una metodología de generación de energía a partir de gradiente salino (EGS) en el Canal del Dique en Cartagena de Indias. Mediante la utilización de modelos numéricos ampliamente probados en diferentes ecosistemas como DELFT3D, se permitirá la modelación hidrodinámica de este ecosistema costero debido a los diferentes forzadores como la marea, salinidad, temperatura, presión atmosférica, dirección y magnitud del viento, entre otras. Esto nos permitirá predecir el comportamiento de la estructura salina de la desembocadura del Canal del Dique, la cual podrá ser usada como medio para determinar el potencial de Energía de Gradiente Salino.



## Ensayo de coagulantes naturales extraídos de *Ipomoea incarnata* y *Moringa oleífera* en la depuración de aguas residuales industriales en Cartagena de Indias

**Nancy Cristina Cabrera, Ariel Rafael Hernández,  
Edenia Simancas Vásquez**

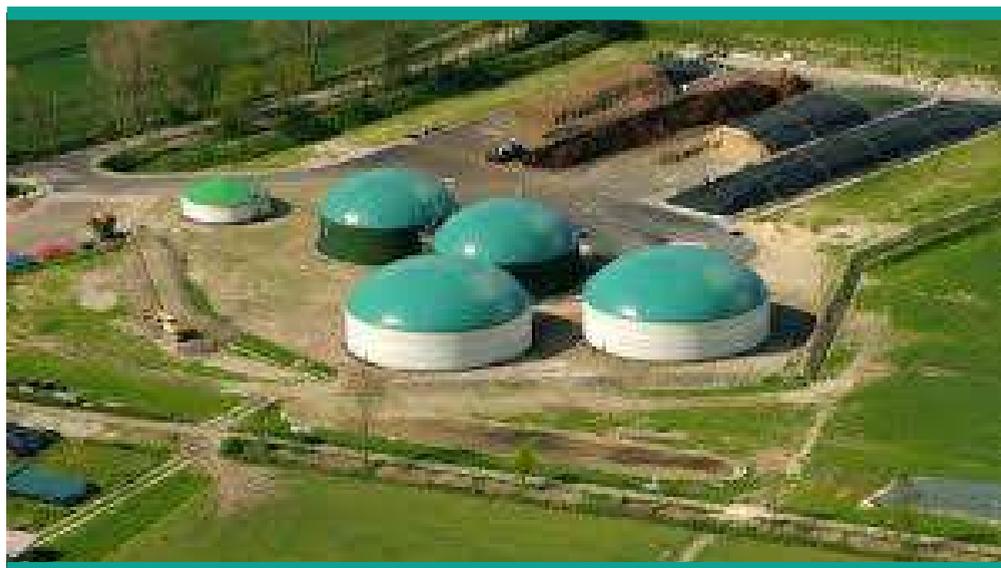
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco  
arielrafaelhernandezjulio@gmail.com

El agua residual industrial posee características que deben ser tratadas debido a la presencia de impurezas como sólidos suspendidos, materiales colorantes, microorganismos, materia orgánica, gases disueltos, minerales y otros. Una de las opciones

consideradas para poder alcanzar altos niveles de calidad del agua tratada y desempeño del proceso es el uso de los coagulantes.

Dentro de esta investigación, se evaluaron los coagulantes de origen natural a partir de la extracción y caracterización de estos; se consideró el porcentaje de remoción frente a los coagulantes químicos utilizados comúnmente. Así, se determinó que los coagulantes obtenidos a partir de *Ipomoea incarnata* y *Moringa oleífera* lograron alcanzar en una muestra de agua sintética, un porcentaje de remoción de turbidez de un 99.18 % y 99.29 % respectivamente; la turbiedad inicial fue de 920 NTU. Igualmente, se evaluaron los coagulantes en una muestra de agua residual industrial de sentinas con una turbidez inicial de 20 NTU; resultó un porcentaje de remoción de 77.25 % y 81.35 % respectivamente. Por último, se analizó la eficiencia de los coagulantes naturales en la muestra de agua residual industrial de curtiembres con una turbidez inicial de 786 NTU; aquí, se obtuvieron rangos de remoción muy bajos, tanto para los coagulantes naturales como para los convencionales, debido a que presentó un pH básico, que afecta la eficacia del proceso de coagulación.

De manera general, los resultados confirman que la *Ipomoea incarnata* y *Moringa oleífera* se pueden utilizar como posibles alternativas de origen natural en la depuración de aguas residuales industriales, ya que no solo garantizan la eficiencia de remoción de turbidez en el proceso de coagulación, sino que además, tienen un valor agregado relacionado con las características de biodegradabilidad que lo convierten en una alternativa viable desde el punto de vista ambiental.



## Propuesta para el aprovechamiento del biogás obtenido en la disposición final de los residuos sólidos en la empresa Caribe Verde S. A. E. S. P. de Cartagena apoyado en la herramienta QFD

**Pedro Javier Ayala Pájaro y Falconery Rivera Tobar**

Fundación Universitaria Tecnológico de Comfenalco  
pajaro1993\_ax@hotmail.com

Este proyecto se enfoca en el diseño de una propuesta de aprovechamiento del Biogás generado por la empresa Caribe Verde S. A. E. S. P., encargada de prestar el servicio disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) de Cartagena, apoyados en la herramienta QFD. La presente propuesta surge debido a que el

proceso que desarrolla la empresa emite un grado significativo de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) con la presencia de otros gases como sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), siloxanos, mercaptanos, mediante la quema del biogás. Tales gases intervienen en la proliferación de enfermedades cutáneas y respiratorias de algunos seres humanos, así como en el incremento de gases de efecto invernadero.

Para brindar solución a esta problemática y llevar a cabo el desarrollo de la investigación, se realizó la planeación de la implementación de un biodigestor. Se espera que este último conlleve al autoabastecimiento de energía eléctrica con el uso del biogás extraído de las actividades de biodegradación de los RSU como producto final de los procesos de operaciones de la planta. En esta investigación, también se dará a conocer un avance del proyecto con los datos históricos de los últimos cinco (5) años de la empresa y mediante un análisis de los mismos, se conocerá la relación entre la cantidad de RSU tratados y la cantidad de biogás; todo esto para identificar los valores de biogás que se van a aprovechar.

Como complemento de la investigación, se determinarán los cambios en el proceso final, se realizará un análisis cuantitativo y cualitativo; este permitirá determinar el impacto generado en el diseño real con la ayuda de indicadores de gestión que contribuyan a establecer los criterios de control del proceso. Cada uno de estos datos se registrará en un informe financiero que muestre los resultados de inversión en la implementación del biodigestor en el proceso de biodegradación de los RSU para la empresa Caribe Verde S. A. E. S. P.



## Estimación de la efectividad de la bocana estabilizada de marea y propuesta de zonificación por usos de acuerdo con la normativa vigente en Colombia

**Sandra Patricia Castellar Martínez, Alex Enrique Palomino Cadena**  
Fundación Universitaria Tecnológico de Comfenalco  
[alexpalominocadena@gmail.com](mailto:alexpalominocadena@gmail.com)

En este proyecto, se estimó la efectividad de La Bocana Estabilizada de Mareas en su propósito de disminuir la contaminación en el cuerpo de agua Ciénaga de la Virgen. Para su desarrollo, se solicitó información histórica de las variables fisicoquímicas y microbiológicas que han sido monitoreadas por las entidades EPA y Acuacar antes de la entrada en funcionamiento de La Bocana, durante su operación

con y sin descargas de aguas residuales y luego de la construcción del Emisario Submarino.

Como resultado, se obtuvo que en promedio, antes de la implementación de La Bocana, la ciénaga tenía valores de 7.26 ‰, 113.61 % y 0.68 en salinidad, saturación de oxígeno e ICOMO, respectivamente. Luego de la construcción de La Bocana, los valores promedio pasaron a 29‰ de salinidad, 105.96 % para saturación de oxígeno y 0.33 en ICOMO. Por último, luego de la construcción del Emisario Submarino, se obtuvieron registros de 37.06 ‰ en salinidad, 95.09 % de saturación de oxígeno y 0.21 en ICOMO (año 2015). Igualmente, teniendo en cuenta la normatividad colombiana, se llevó a cabo una zonificación conforme a los límites admisibles para los usos de los cuerpos de agua; de aquí se concluyó que el cuerpo de agua es apto para contacto primario y secundario y para preservación de flora y fauna.

Por último, la evaluación de la efectividad de La Bocana se estableció de acuerdo con el comportamiento del oxígeno. En sus primeros años de operación, se evidenció una disminución en los porcentajes de saturación sin llegar a la meta fijada: valores de oxígeno disuelto mayores a 4 mg/l con poca oscilación, coliformes totales menores a 5 000 NMP/100 ml, entre otros. Luego de la entrada en funcionamiento del emisario submarino (2013), se observó un comportamiento más equilibrado de la saturación de oxígeno con valores menores y cercanos al 100 %, principalmente durante el año 2016.



## De la gestión integral de los recursos hídricos hacia la gobernanza del agua: una ruta para la participación comunitaria de San José de Playón por su derecho al agua

**Daniela Guardo, Natalia Marrugo Ríos, Leidy Margarita Ruiz Borja, Jorge Llamas Chávez y Alejandro Villareal**

Grupo de Investigación Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS),  
Universidad de Cartagena  
[dguardor@unicartagena.edu.co](mailto:dguardor@unicartagena.edu.co)

Por su localización geográfica y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Según Invemar (2009), en cuanto

a cuerpos de agua superficiales como lagos, ciénagas y otros, el Caribe colombiano tiene una riqueza extraordinaria, principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena; la zona de Montes de María es una de ellas. Esta zona, que ha pasado por múltiples adversidades, desde hace unos años enfrenta una de sus más grandes amenazas: la falta de agua amenaza el bienestar de la comunidad. Y aunque en esta zona se desarrollaron proyectos que pretendían generar procesos de desarrollo para mejorar la calidad de vida de las personas, se han generado conflictos por el acceso inequitativo al agua para los usos humanos esenciales y sobre todo, la ineficacia, ineffectividad e ineficiencia en la gestión del agua por parte de la institucionalidad.

Debido a la velocidad con que avanza el mundo, se han pensado nuevas formas para gestionar la riqueza hídrica de manera integrada y con un enfoque de gobernanza centradas en la co-participación de todos los miembros de la sociedad, en donde la sociedad y las instituciones públicas puedan gestionar uno de los recursos más valiosos que tiene la tierra, el agua. No obstante, tales formas de gestionar el recurso, a pesar de estar contempladas en la normativa, no se ejecutan.

A esto se suman las acciones como el aumento de los monocultivos y la construcción de un distrito de riego, que benefician de manera prioritaria a los grandes inversionistas del sector, pero dejan de lado a los pequeños productores, quienes luego de tener que abandonar sus tierras por el conflicto armado, ahora viven un nuevo flagelo: sus tierras están secas y sin vida. No tienen acceso al agua.

En concordancia con lo anterior, la metodología se basa en la investigación *acción participativa*. Esta permitirá analizar el proceso de gestión integral de los recursos hídricos en la cotidianidad del corregimiento de San José de Playón, con el fin de identificar las

tensiones y estrategias que tiene la comunidad alrededor de la gestión del agua. Lo anterior servirá para comprender la gobernanza del recurso hídrico desde las singularidades y generar acciones participativas que contribuyan a formular alternativas ante los conflictos. De esta manera, se busca contribuir al bienestar social de la comunidad.

# Índice de Instituciones Participantes

- Universidad de Ferrara, Italia.
- Universidad de Cartagena (UDC).
- IDOM Engineering, Consulting & Architecture S. A. U.
- Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.
- Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena.
- Institución Tecnológica Colegio Mayor de Bolívar, Cartagena.
- Universidad San Buenaventura Cartagena (USB).
- Universidad Federal Do Paraná.



**Sello Editorial**  
Tecnológico Comfenalco

[tecnologicocomfenalco.edu.co](http://tecnologicocomfenalco.edu.co)