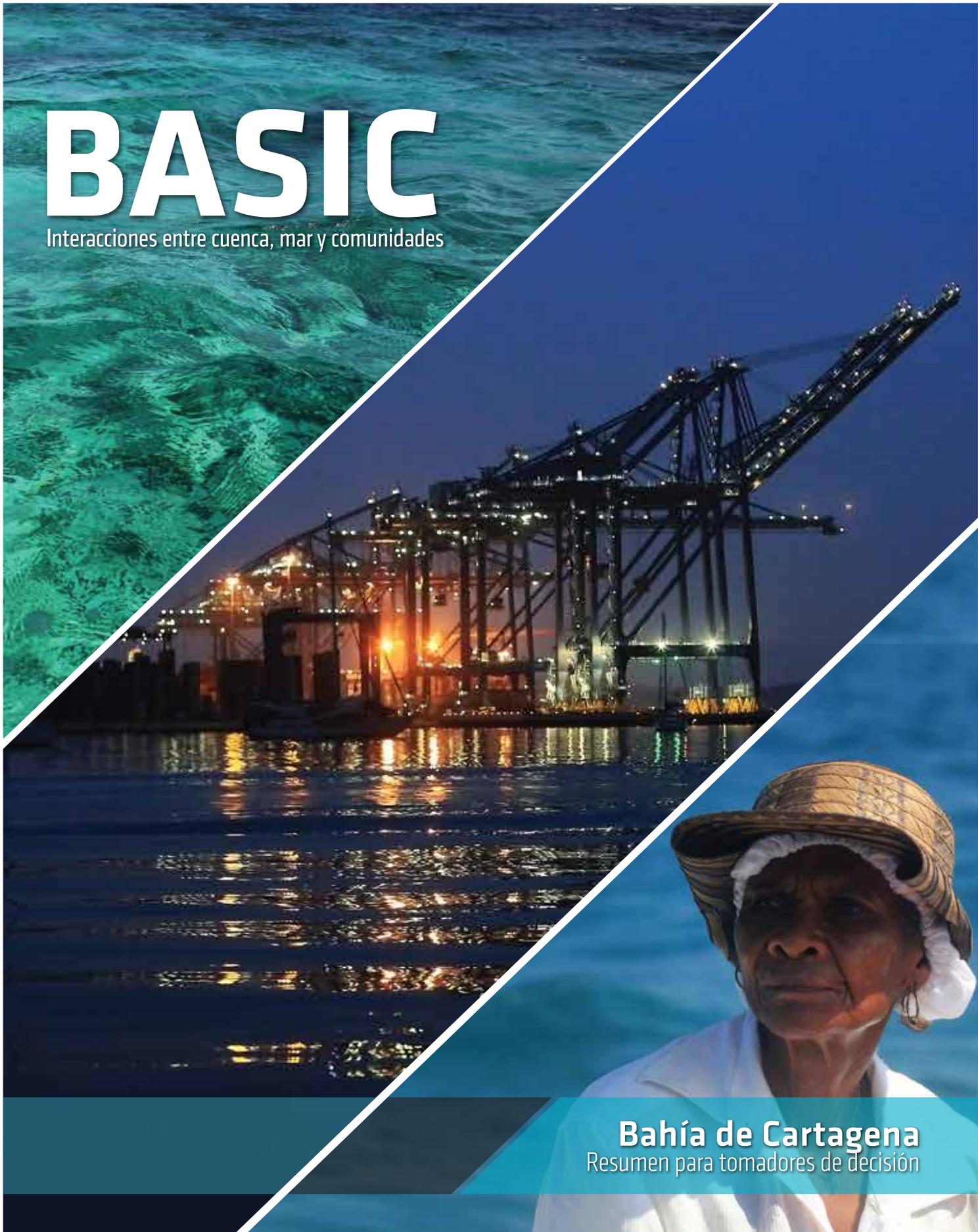


# BASIC

Interacciones entre cuenca, mar y comunidades



**Bahía de Cartagena**  
Resumen para tomadores de decisión





## EDITADO POR

**JUAN D. RESTREPO**  
Director Científico BASIC

**MARKO TOSIC**  
Gerente Proyecto BASIC

## EQUIPO CIENTÍFICO

### UNIVERSIDAD EAFIT

Juan Darío Restrepo Ángel, PhD – Director del Proyecto / Líder Componente Hidrología de Cuencas  
Marko Totic, MSc – Gerente del Proyecto / Líder Componente Modelación Calidad de Agua Costera  
Jesús A. Pérez, MSc, Investigador en instrumentación oceanográfica y evaluación de programas de aguas potables  
John B. Ospina, MSc, Investigador asistente en hidrología costera

### UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Juan Camilo Cárdenas Campo, PhD – Líder Componente Socioeconómico  
Susana Josefina Caballero Gaitán, PhD – Líder Componente Ecotoxicología de Peces

### UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

Doris Esther Gómez Camargo, PhD – Líder Componente Salud Pública

### UNIVERSIDAD JAVERIANA

Andrea Luna Acosta, PhD - Investigadora Post-Doctoral del Componente de Ecotoxicología de Peces  
Hans Herrera Tavera - Investigador Asistente

### EXPERTOS INDEPENDIENTES

Giovanni Andrés Ulloa Delgado – Consultor de Planes de Manejo  
Clara Lucía Sierra Díaz – Consultor de Planes de Manejo

### OCEANÓGRAFOS ASESORES EN MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

Serguei Lonin, PhD – Escuela Naval Almirante Padilla, Colombia  
Flavio Martins, PhD - Instituto Superior de Ingeniería, Universidad de Algarve, Portugal  
Alfredo Izquierdo, PhD – Facultad de Ciencias Marinas y Ambientales, Universidad de Cádiz, España

### ESTUDIANTES DE PREGRADO, MAESTRÍA Y DOCTORADO

Marko Totic, Doctorado en Manejo de Zonas Costeras, Programa Erasmus Mundus, Universidad de Cádiz, España  
Roger Escobar, Doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad EAFIT  
Camilo A. Garzón, Maestría en Economía y en Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo, Universidad de los Andes  
Laura Castillo Ardila, Maestría en Política Pública, Universidad de los Andes  
Adriana Maria Bernal Escobar, MSc - Investigadora Socioeconomia, Universidad de los Andes  
Rosana Escobar García - Estudiante Pre-grado, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes  
Camila Cárdenas- Estudiante de Antropología, Universidad de los Andes  
Gustavo Mora García, Médico – Investigador PhD, Universidad de Cartagena  
María Ruiz Diaz - Médico Interno, Universidad de Cartagena  
Yéssika de León - Médico Interno, Universidad de Cartagena  
Margarita Ochoa, Médico - Estudiante PhD, Universidad de Cartagena  
Dilia Fontalvo, Médico - Estudiante PhD, Universidad de Cartagena

### INVESTIGADORES JÓVENES

Mariana Jaramillo - Geóloga, Universidad EAFIT, becada Colciencias  
Sirlhey Navarro Gómez - Bacterióloga, Universidad de Cartagena  
Fabián Espitia Almeida - Químico, Universidad de Cartagena



## **EQUIPO DE APOYO REGIONAL**

### **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE (CARDIQUE)**

Olaff Puello - Director

Mady García - Directora Laboratorio

Benjamín Difilippo Venzuela - Representante de la Autoridad Ambiental

### **FUNDACIÓN HERNÁN ECHAVARRÍA OLÓZOGA, FHEO**

Ana Milena Ordosgoitia Méndez - Directora Ejecutiva

Maritza Díaz Fera - Líder de Comunidad

Tatiana Caravallo Girado - Auxiliar Administrativa

### **LÍDERES COMUNITARIOS Y PESCADORES**

Comunidades de Barú, Ararca, Santa Ana y Caño del Oro

### **CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (CIID-IDRC) DE CANADÁ**

Walter Ubal Giordano - Especialista Principal del Programa de Cambio Climático

Marco Rondón - Especialista Sénior del Programa de Cambio Climático

### **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

María Elena Uribe A.

### **FOTOGRAFÍAS**

Robinson Henao - Universidad EAFIT

# INTRODUCCIÓN



**BASIC Cartagena** es un proyecto de investigación aplicada sobre Interacciones entre Cuencas, Mar y Comunidades y enfocado en la generación de herramientas de adaptación al cambio climático para el manejo integrado de recursos hídricos en la zona costera de Cartagena. Iniciado en julio de 2014, este proyecto multidisciplinario de tres años ha sido financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-IDRC) de Canadá. La implementación del proyecto ha sido liderada por la Universidad EAFIT, en asocio con la Universidad de Los Andes, la Universidad de Cartagena, la Fundación FHEO, y la Corporación Regional CARDIQUE.

BASIC es el primer intento nacional en conocer, con ciencia de alto nivel, el estado de la calidad ambiental de las aguas y los sedimentos de la Bahía de Cartagena, así como también el nivel toxicológico de los peces que forman parte de la pesca artesanal. Este conocimiento ha sido aplicado al análisis del impacto económico de la contaminación en la pesca y el turismo, así como en la evaluación al acceso de agua potable y del estado de sanidad pública de las comunidades costeras más vulnerables a la contaminación de las aguas.

Este informe dirigido a los responsables de políticas es un instrumento en donde los resultados científicos son socializados con los tomadores de decisión local y nacional y con las comunidades costeras. A partir de este documento se pretende que los diferentes actores, incluyendo academia, gobierno, organizaciones no gubernamentales, sector privado y ciudadanía, inicien una discusión técnica hacia la construcción de un Modelo de Gestión de Bahía.

Los resultados presentados en este informe de síntesis, fuera de mostrar las bases científicas que BASIC ha obtenido para la toma de decisiones en el marco ambiental, también están dirigidos a establecer las necesidades en el corto y en el largo plazo hacia la construcción de dicho Modelo de Gestión.



## La Ciencia de BASIC

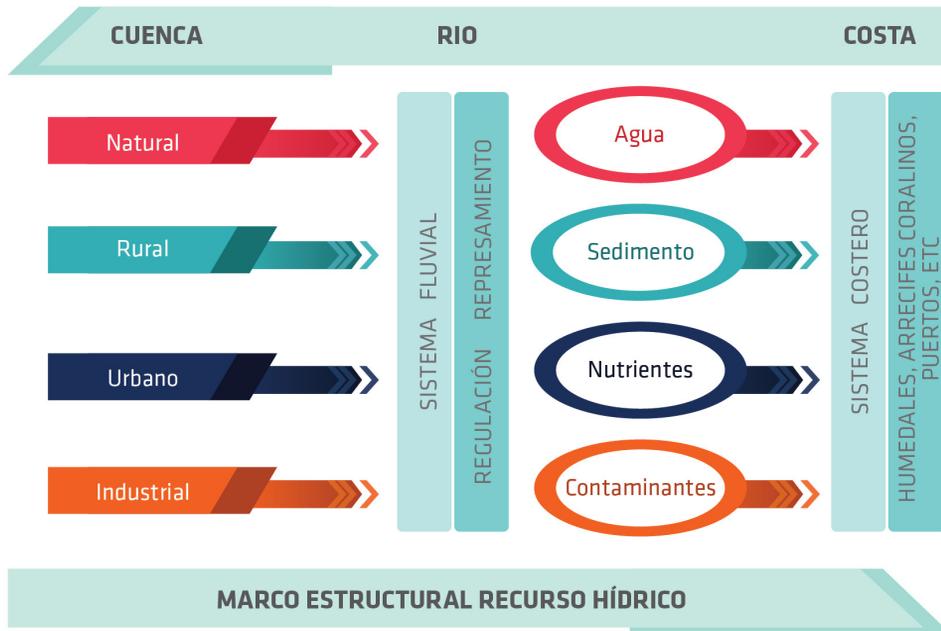
Este proyecto de investigación está enmarcado en la zona costera de Cartagena, principal destino turístico del país. Los estudios hidrológicos del proyecto se enfocan en la Bahía de Cartagena, el Canal del Dique y la cuenca del Río Magdalena. Por su parte, los estudios socioeconómicos y de salud pública se desarrollan en las comunidades locales de los alrededores de la Bahía de Cartagena, principalmente las comunidades de Ararca y Barú.

El objetivo principal del Proyecto BASIC es el de generar las herramientas de adaptación para el manejo integrado de recursos hídricos en la zona costera de Cartagena, Colombia, hacia la reducción de riesgos de contaminación, la conservación de servicios ecosistémicos y la adaptación al cambio climático. El componente de hidrología ha sido liderado por la Universidad EAFIT, mientras que la Universidad de Los Andes ha desarrollado el componente socioeconómico con el apoyo de la Fundación H.E.O. La Universidad de Cartagena realizó los estudios de salud pública en las comunidades. El componente de planes de manejo ha sido elaborado por consultores independientes.

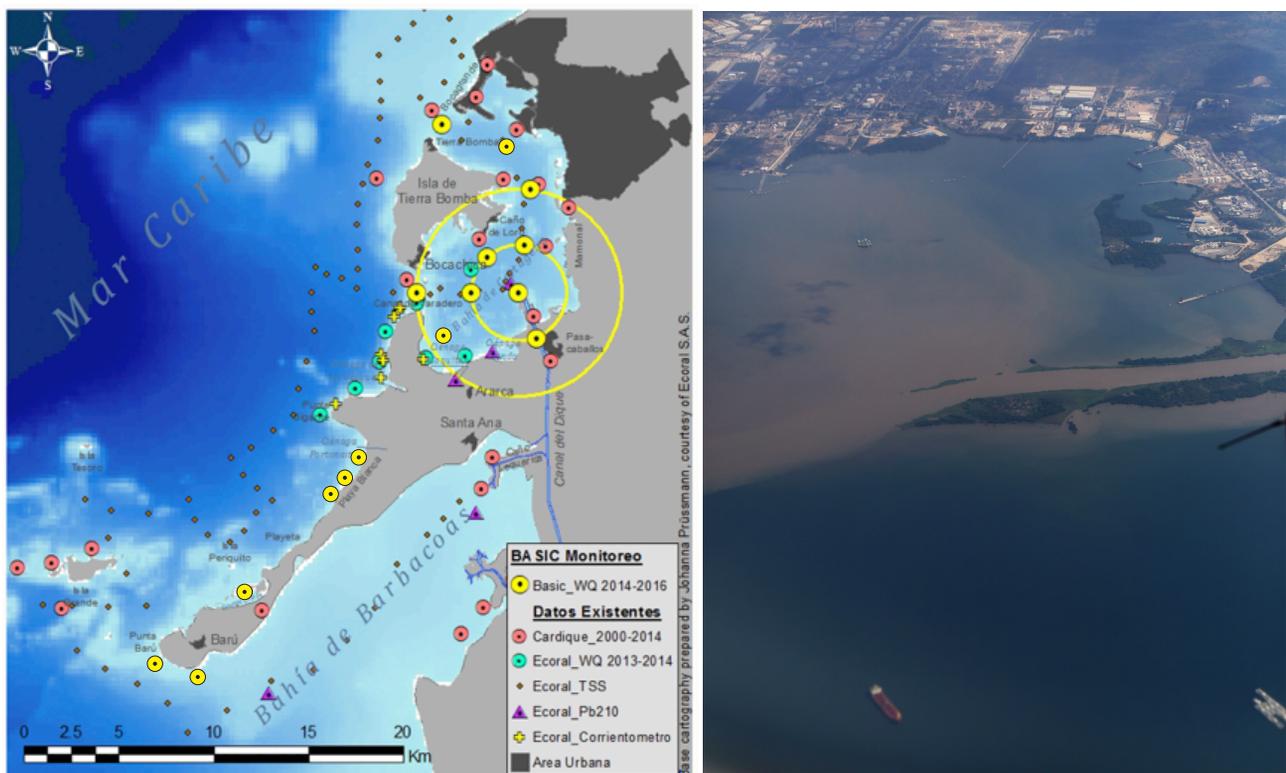
Los estudios de hidrología fluvial tienen por objetivo investigar la cuenca del río Magdalena, con un enfoque en la corriente de agua que fluye del Canal del Dique hacia la Bahía de Cartagena. El análisis del desarrollo humano y de las condiciones climáticas de la cuenca ha permitido la modelación de los procesos de escorrentía desde la cuenca. Escenarios futuros del cambio climático y del desarrollo humano han sido utilizados para generar los pronósticos de las descargas de agua dulce y de sedimentos del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena.

Los estudios de hidrología costera se enfocan en el monitoreo de la calidad del agua y de los sedimentos en la Bahía de Cartagena. El análisis de parámetros físico químicos, microbiológicos y de contaminantes ha permitido la evaluación del impacto de actividades humanas y de la variación climática sobre la bahía, además de generar mapas de vulnerabilidad de calidad de las aguas. Toda esta información ha sido incorporada en la modelación hidrodinámica para pronosticar la dispersión de agua dulce del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena bajo escenarios futuros de la cuenca Magdalena.





Conexiones y transferencias de impacto entre cuencas y zonas costeras.



Mapa de estaciones de muestreo de aguas y sedimentos de BASIC [amarillo] y otros proyectos en la región litoral de Cartagena.

Los estudios de ecotoxicología de peces examinan la pesca artesanal de las comunidades locales en las islas alrededor de Cartagena. El análisis de la diversidad genética y de la carga de contaminantes encontrada en los peces han sido los instrumentos para la evaluación del impacto de la contaminación en la pesca artesanal. Este diagnóstico complementa los estudios socioeconómicos del proyecto y brinda

la apropiación de conocimiento de las comunidades locales encaminado a la optimización de la pesca artesanal. Algunos pescadores de las comunidades locales trabajaron en el proyecto ayudando a recolectar los datos base sobre los peces (peso, tamaño) y las muestras que fueron utilizadas en los análisis toxicológicos y genéticos.



Los estudios socioeconómicos del proyecto se enfocan en la pesca artesanal y el turismo, que son las principales actividades económicas de las comunidades locales en las islas alrededor de Cartagena. El análisis de la dinámica de estas economías ha permitido una valoración del impacto potencial de la contaminación en la pesca. El trabajo con las comunidades busca identificar las estrategias y los proyectos alternativos que permitan aliviar los posibles impactos socioeconómicos de la contaminación sobre el turismo, la pesca artesanal y la salud pública.

La investigación en salud pública se orienta a los índices de salud relacionados con la problemática del manejo del agua en las comunidades locales de las islas alrededor de Cartagena. El levantamiento de la información, a través de encuestas y de documentación existente, ha resultado en la identificación de los riesgos potenciales a los cuales las comunidades están expuestas. La creación de una base de conocimiento de salud pública sobre la problemática del agua potable en las comunidades vulnerables constituye el primer paso hacia la mitigación de dichos riesgos.

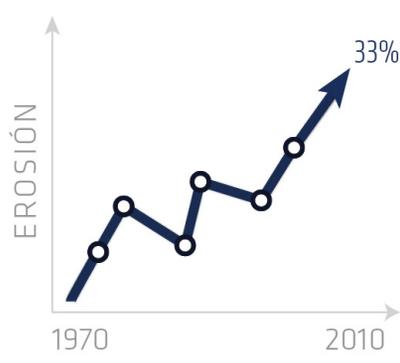
A nivel político, una estrategia importante para la protección de las aguas consiste en el uso de planes de manejo. Sin embargo, la gestión del sistema costero está dividida en diferentes entes administradores, los cuales se encargan separadamente de las cuencas, la zona costera y el parque marino. Este componente del proyecto pretende encontrar las estrategias para alinear estos planes hacia un manejo integrado de la cuenca continental, el mar y las comunidades costeras.



# RESULTADOS CIENTÍFICOS HACIA LA POLÍTICA AMBIENTAL

## Transfiriendo los impactos ambientales del Río Magdalena hacia la Bahía de Cartagena

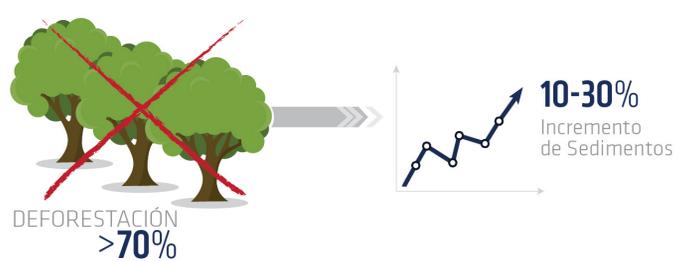
- En los últimos 40 años, las tasas de erosión en la cuenca del Magdalena se han incrementado en un 33% (~44 millones de toneladas de sedimentos). El 79% del área de la cuenca se encuentra en condiciones críticas de erosión como resultado, en gran parte, de la deforestación de más del 70% de los bosques originales.



**44**  
Millones  
**TON**

Se ha incrementado el transporte de sedimentos al Mar Caribe

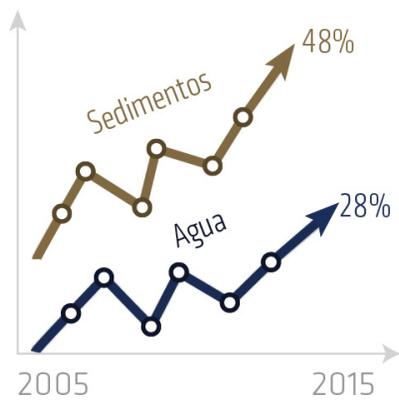
- Análisis y modelos numéricos de la erosión en la cuenca del Río Magdalena durante las últimas cuatro décadas indican que 10-30% del transporte de sedimentos hacia la costa Caribe es debido a la deforestación. Entre 16 y 50 millones de toneladas de sedimentos son transportadas hacia el litoral a causa de la tala de bosques.



**16-50**  
Millones  
**TON**

De sedimentos al Caribe son por deforestación

- Durante la última década, los aportes de agua y sedimentos del Canal del Dique hacia la Bahía de Cartagena se han incrementado en 28% y 48%, respectivamente. En los últimos 26 años, el Canal ha descargado en la bahía cerca de 52 millones de toneladas de sedimentos.

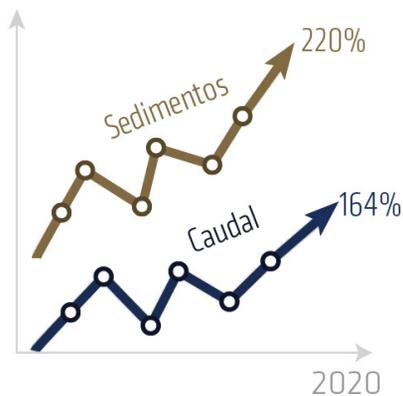


**~52**  
Millones  
**TON**

De sedimentos ha recibido la bahía en **26 años**

Los incrementos en el caudal y en los sedimentos del Canal del Dique en la última década no están asociados a las tendencias de la precipitación en la cuenca del Magdalena. Estos aumentos se relacionan más con los pulsos debidos a cambios en el uso de los suelos y su impacto en el ciclo hidrológico.

- Si las condiciones climáticas y de impacto humano se mantienen en la cuenca del Magdalena en el corto plazo, los escenarios numéricos al año 2020 muestran incrementos de caudal de 164% y del transporte de sedimentos de 220%. Aumentos anuales de sedimentos de hasta 8 millones de toneladas podrían ser observados dentro de solo cuatro años.



Hasta **8**  
Millones  
**TON**

De sedimentos podrían llegar a la bahía



COLOR DE LAS AGUAS DE LA BAHÍA HACE MAS DE 50 AÑOS

## Contaminación de las aguas y los sedimentos de la Bahía de Cartagena

- Cerca de 2000 toneladas de sedimentos por día descarga el Canal del Dique a la Bahía de Cartagena por medio de grandes plumas de turbidez. Las concentraciones de sedimentos alcanzan hasta 50 mg/l en el sector de Bocagrande. Estos sedimentos reducen la calidad ambiental de las aguas y afectan los servicios ecosistémicos que proveen la bahía y las áreas marinas cercanas, tanto para la pesca como para el turismo.

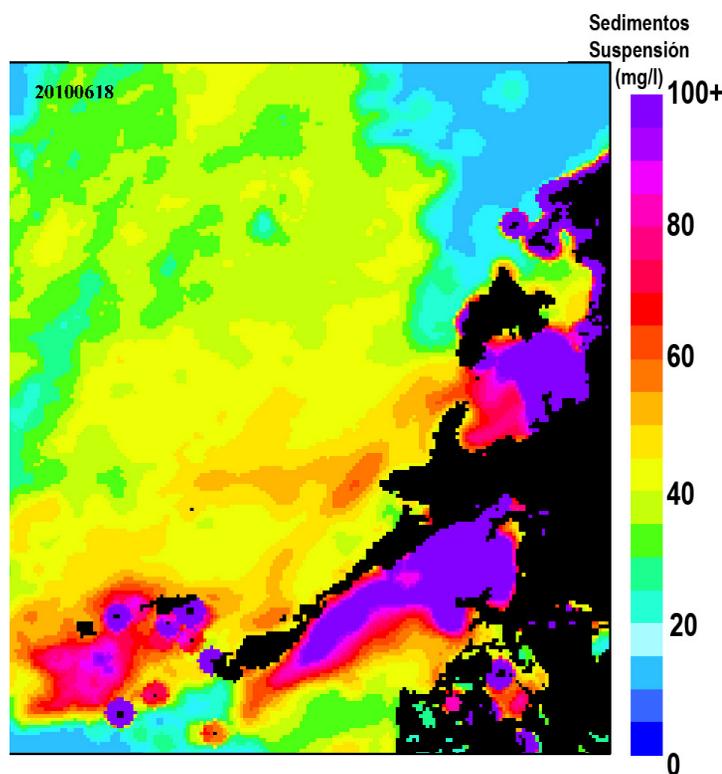
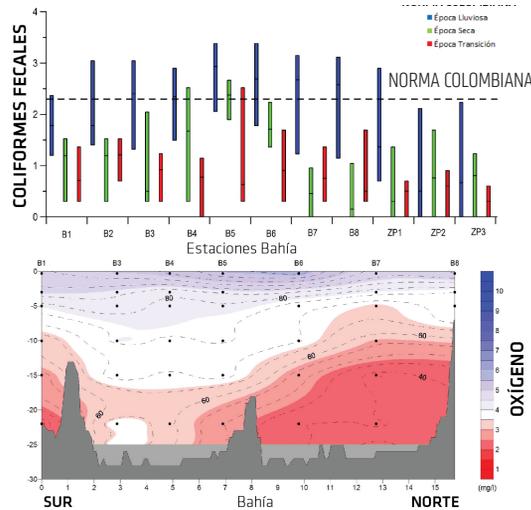
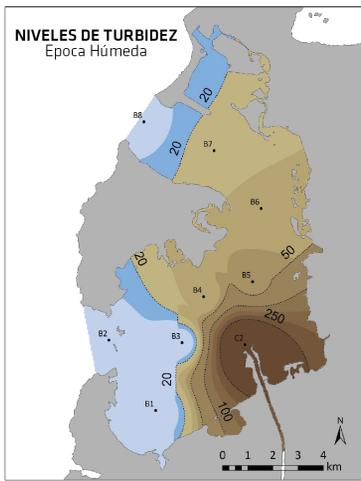


Imagen satélite modis de sedimentos en suspensión de la región litoral de Cartagena [Cortesía E. Park, Universidad de Texas, Austin].

- Durante las condiciones de lluvia, la calidad sanitaria de las aguas de la bahía se encuentra afectada por contaminantes microbiológicos con concentraciones por encima de los estándares nacionales e internacionales para la recreación, incluyendo normas colombianas (coliformes fecales: >200 NMP/100 ml) y de la Organización Mundial de Salud (enterococos: >40 UFC/100 ml). Esto se debe a las aguas residuales domésticas de las poblaciones costeras sin servicio de alcantarillado tratado, las cuales aportan  $\sim 6.7 \pm 3.9 \times 10^{15}$  NMP/100 ml de coliformes totales por día, además del sistema de alcantarillado de la ciudad que desborda a la bahía bajo condiciones de lluvia.

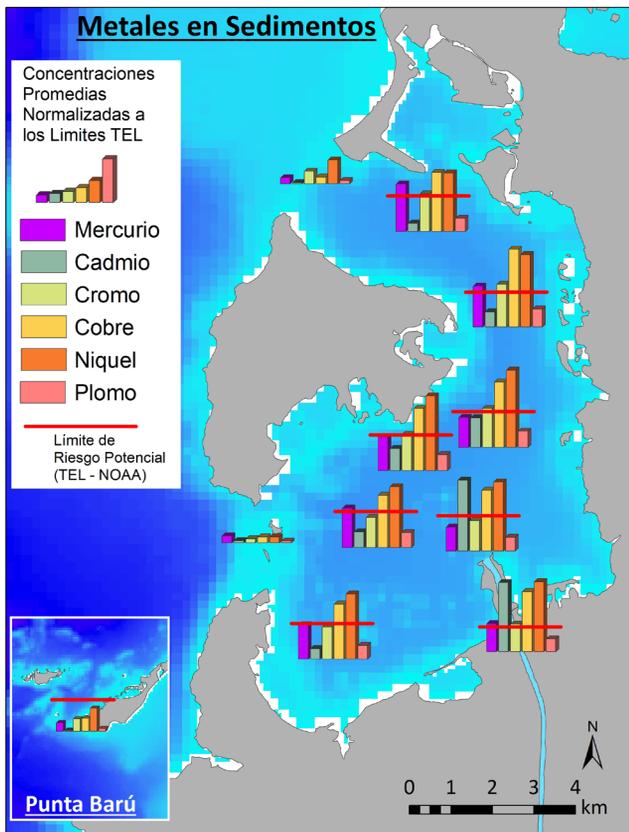


**~6.7x10<sup>15</sup>**  
NMP/100ml

Coliformes fecales por día llegan a la bahía

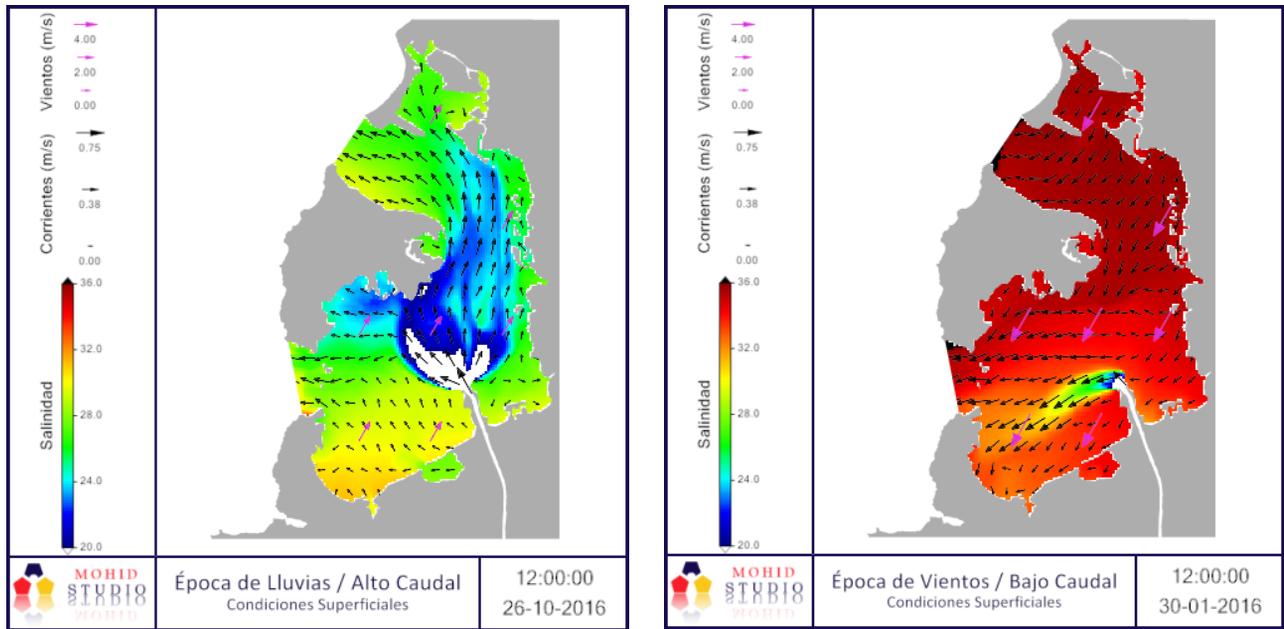
Mapa de turbidez de la Bahía de Cartagena en época húmeda (mg/l), niveles de coliformes fecales (Log NMP/100ml) en tres épocas climáticas y concentración de oxígeno en relación con la profundidad de la Bahía de Cartagena.

- La pesca se ve impactada directamente por las condiciones de bajo oxígeno en la bahía, con concentraciones por debajo de la norma nacional (<4 mg/L), encontradas a partir de los cinco metros desde la superficie hasta el fondo de la bahía. Esta limitación de oxígeno o condiciones hipóxicas se deben al aporte de ~15.9 ± 11.7 toneladas diarias de materia orgánica (DBO5) provenientes del Canal del Dique y de las aguas residuales domésticas e industriales de la zona costera.
- Varios metales pesados se encuentran en los sedimentos de la bahía en concentraciones superiores a los niveles de impacto potencial (TEL) utilizados por la Agencia para la Administración de Océanos y Atmósfera de los EEUU (por sus siglas en inglés, NOAA). Estos metales, incluyendo el mercurio, cadmio, cromo, cobre y níquel, representan un riesgo potencial para los organismos marinos y para las poblaciones que los consumen.



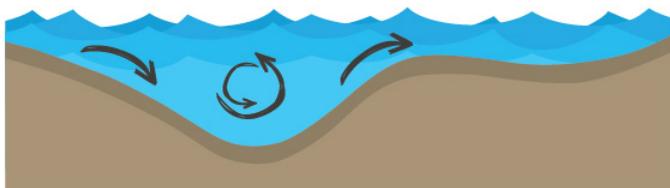
Concentraciones de metales pesados en los sedimentos de la Bahía de Cartagena [Promedios mensuales 2014-2015].

- Los modelos hidrodinámicos muestran que la bahía se caracteriza por la baja frecuencia de renovación de las aguas. Durante la época de vientos, las aguas pueden renovarse en un tiempo entre uno y dos meses. En el resto del año, la renovación requiere entre tres y nueve meses, lo que implica una limitante para la reducción de las fuentes de contaminación dado que la renovación natural no es suficiente para contrarrestar los altos aportes de contaminación.



Modelo hidrodinámico de condiciones superficiales en la Bahía de Cartagena calibrados con monitoreos físico-químicos mensuales 2014 - 2016

### CORRIENTES Y RENOVACIÓN DE AGUAS DE LA BAHÍA DE CARTAGENA



**3-9**  
Meses

Requiere la bahía para renovar sus aguas

## Ecotoxicología

- En el proyecto BASIC se hicieron análisis genéticos en tres especies comerciales de peces (pargo, jurel y barbudo) de la Bahía de Cartagena y se analizaron seis metales pesados, incluyendo arsénico, cobre, cromo, mercurio, plomo y níquel.
- Se identificaron cinco especies de pargos y tres especies de jureles, de las cuáles sólo dos especies de pargos y dos especies de jurel habían sido reportadas previamente para la Bahía de Cartagena.
- La diversidad genética resultó ser alta, lo que sugiere que estos peces podrían ser un recurso sostenible; sin embargo, todos los peces colectados resultaron ser inmaduros. Las capturas se están haciendo antes de que los peces tengan la oportunidad de reproducirse, lo cual puede afectar la sostenibilidad del recurso pesquero de la región en el mediano y el largo plazo.



VENTA DE PESCADO EN PLAZA DE MERCADO

BASIC es el primer estudio que ha analizado y encontrado concentraciones de plomo y cromo en los peces de la bahía de Cartagena. Adicional al mercurio, otros contaminantes se están acumulando en el recurso pesquero.

Las concentraciones de cromo en los peces llegaron a ser hasta dos veces más altas que las concentraciones límite establecidas por organismos internacionales (1,000  $\mu\text{g}$  de cromo/kg de pescado). También, el mercurio se está concentrando hasta tres veces más, de acuerdo con los límites de toxicidad en niños, de 100  $\mu\text{g}$  de mercurio/kg de pescado, especialmente en época seca.

- En cuanto al plomo, las concentraciones fueron hasta ocho veces más altas que la concentración límite definida para niños por la Unión Europea (50  $\mu\text{g}$  de Plomo/kg de pescado), especialmente durante la época de lluvias.
- Estos resultados muestran que existen riesgos para la salud humana, y que estos pueden incrementarse si se tiene en cuenta que las comunidades locales consumen pescado prácticamente todos los días e incluso varias veces al día.

Los procesos de acumulación de metales en los peces son recientes <6 meses.

- Es muy importante aclarar que la solución no se encuentra dejando de comer pescado. El consumo de pescado presenta unos beneficios nutricionales que no deberían ser ignorados, especialmente para las comunidades locales que dependen altamente de esta fuente de alimentación. Según la FAO y la Organización Mundial de la Salud, el riesgo en la salud humana puede llegar a ser mayor si se deja de acceder a esta fuente nutricional.
- Los patrones de migración podrían afectar a los peces que viven en el Área Marina Protegida cerca de la Bahía de Cartagena (Parques Nacionales Naturales Corales del Rosario y San Bernardo), recurso que podría verse afectado por la pesca de peces inmaduros y por la acumulación de contaminantes en sus tejidos.

## Socio-economía y estrategia comunitaria de adaptación

- A través del componente socio-económico se exploraron los elementos comportamentales, económicos y ecológicos que pueden determinar el potencial de una estrategia de adaptación de las comunidades locales de la isla de Barú. Esta estrategia está basada en el aprovechamiento del potencial de los ecosistemas locales y a su vez en la puesta en marcha de acciones de conservación y restauración ecológica que estén alineadas con la generación de ingresos desde las actividades de pesca y ecoturismo.
- Se realizaron varias sesiones de juegos experimentales, experimentos de elección, encuestas socio económicas, discusiones con los pescadores y un trabajo etnográfico a profundidad sobre las organizaciones sociales de pescadores. Por otra parte, y en asocio con el equipo biológico coordinado por Susana Caballero (Ciencias, UniAndes) y Andrea Luna (Universidad Javeriana), se invitó a los pescadores a participar en la estrategia de recolección de muestras de pescado para generar información genética y toxicológica y así vincularlos a la estrategia de apropiación del conocimiento.



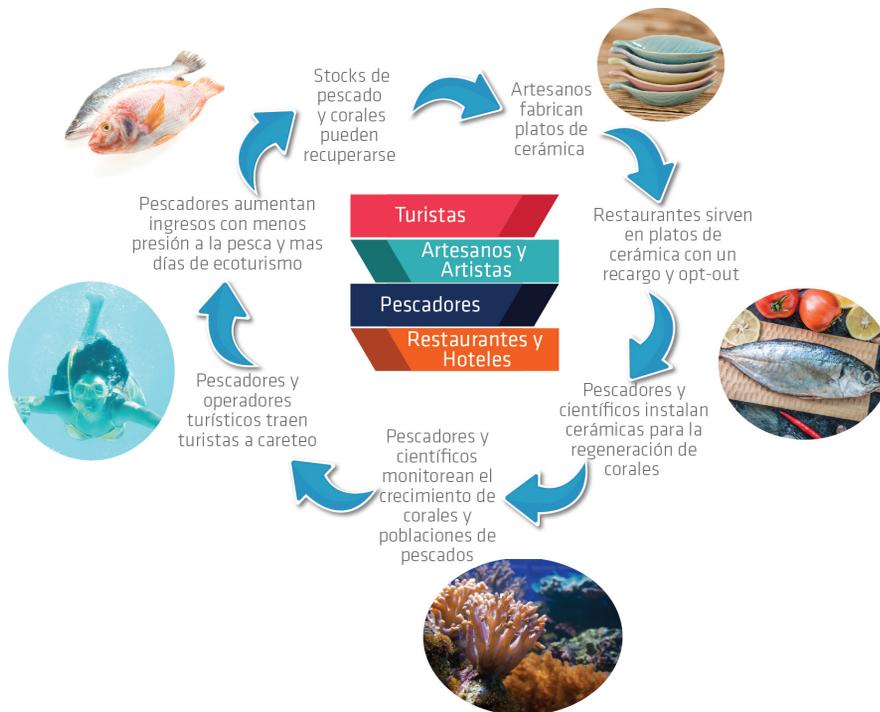
- A partir del alto desempleo detectado entre los jóvenes de la península de Barú, y dado que la pesca es una de las principales actividades de ingresos económicos en la isla, es clara la doble trampa de pobreza en que está atrapada esta población. Por una parte es clara la sobre explotación pesquera que lleva a muy bajos ingresos por la así denominada “tragedia de los comunes” expresada en muy bajas capturas y de tallas menores a las ideales económica y ecológicamente.

- Por otro lado, las pocas oportunidades de los jóvenes y adultos en la isla lleva a estrategias de supervivencia como la del moto-taxismo y la venta de artesanías en las playas alejadas, lo cual genera una igual tragedia de congestión de estas dos actividades en la isla, y en la zona peri-urbana de Cartagena, generando muy bajos ingresos para esta población.



Los 109 pescadores que participaron en los experimentos económicos reportaron que un 82% de ellos tiene ingresos mensuales de menos de COP\$600,000, y un 51% reportaron ingresos menores a COP\$300,000 mensuales.

- Basados en los experimentos (juegos) económicos se evaluó la propensión de los pescadores a dedicar parte del tiempo de sus faenas marinas a actividades de careteo (snorkeling) con turistas y así reducir la presión sobre el recurso pesquero. En el experimento diseñado para este propósito se exploró las mejoras en el tiempo de los stocks de pesca al incluir la opción de turismo, así como la mejora de los stocks cuando se permiten construir acuerdos entre los pescadores. Las discusiones posteriores con los pescadores mostraron una actitud positiva hacia estas alternativas, basados en ingresos alternativos por turistas que pagarían por viajar a los arrecifes coralinos para la actividad de ecoturismo.
- De acuerdo con los estudios de genética y de tallas derivados de la recolección de muestras que se hicieron con los pescadores y guiados por el equipo de biología, es clara la sobreexplotación de varias especies y los tamaños de captura por debajo de lo necesario para una población ecológica y económicamente sostenible.
- Los resultados obtenidos en los juegos económicos señalan que la actividad eco turística puede compensar la pérdida de ingresos derivada de una pesca insostenible y ayudar a la conservación de los ecosistemas en dos vías: por una parte a través de la vinculación de los mismos pescadores en actividades de recuperación de los arrecifes coralinos colindantes a la isla y al Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, y por otra a través de la reducción en la presión sobre el stock pesquero al combinar jornadas de pesca con viajes de turistas a visitar un proyecto de conservación desde la comunidad y la recuperación de la fauna marina.



Estrategia alternativa de ingresos para la comunidades de pescadores de la región litoral de Cartagena para compensar la pérdida de ingresos derivada de una pesca insostenible.

- La estrategia de conservación y restauración iría acompañada de un trabajo de colaboración con los establecimientos turísticos a través de los cuales se trataría de vincular a turistas y servicios de restaurantes para promocionar la idea usar vajillas de cerámica que se pudiera reutilizar, después de usadas por los turistas, para regenerar los arrecifes coralinos y de esta manera crear una conexión entre el turista, la restauración-conservación y los pescadores.

Los pescadores asignan un valor económico negativo a la contaminación del pescado y un valor económico positivo al aumento de la diversidad de especies en los ecosistemas donde llevan a cabo su actividad pesquera.

La disposición a pagar por una disminución de 1% en el nivel de contaminación es de \$271 ± 284 pesos por kilo de pescado capturado.

## Salud pública

- BASIC analizó las condiciones de salud de dos comunidades en el área litoral de la bahía, Barú y Ararca. Ambas comunidades exhiben pobres indicadores de salud, presencia de enfermedades relacionadas con el agua y malas condiciones de infraestructura.
- La economía está basada el turismo (22.7%) y en la pesca artesanal (13.6%). 72.3% de la población no finalizó educación básica.
- Mientras las casas de Ararca reciben agua a través del servicio de acueducto ninguna vivienda en Barú cuenta con este servicio. Ninguna de las dos comunidades cuenta con sistemas de alcantarillado.



- Las muestras de agua para consumo humano evidenciaron crecimiento de microorganismos bacterianos.
- Se encontraron lesiones dermatológicas pruriginosas e infecciosas ocasionadas por hongos, lesiones asociadas a la calidad del agua.
- 93.7% de las viviendas tienen servicio de recolección de basuras. Sin embargo, se sigue practicando la quema de basuras y su eliminación en campos abiertos.
- Se identificaron casos de fiebre y de diarrea, tanto en la población adulta como en la infantil. 66.4% de los individuos que participaron en las entrevistas presentaron al menos un episodio de diarrea cada año.
- 69% de las viviendas inspeccionadas evidenció la presencia de mosquitos y vectores para enfermedades de tipo infeccioso.
- Por cada 100 viviendas inspeccionadas en Ararca y Barú, al menos 3-4 casas presentaban recipientes con larvas de mosquitos.
- Se evidenciaron perfiles metabólicos alterados, así como alteraciones nutricionales. También, casos de anomalías genéticas en algunos de los miembros de las comunidades.



Exámenes toxicológicos de muestras de cabello mostraron la presencia de elementos como mercurio en un 45% de los casos estudiados.

## Planes de manejo

- El objetivo del componente de Planes de Manejo fue el de desarrollar una “Caracterización y Diagnóstico de los Planes de Manejo Asociados a la Bahía de Cartagena”. Se pudo establecer que la condición ambiental de la bahía es el resultado de múltiples intervenciones antrópicas que directa e indirectamente se vienen desarrollando desde hace varias décadas, y que de manera sistemática, acumulativa y persistente, han degradado significativamente los componentes físicos, biológicos y ambientales. Hasta la fecha, los estudios y los procesos de ordenamiento y de planificación que inciden sobre esta bahía se podrían considerar inocuos, en el sentido en que los aportes hacia lograr una sostenibilidad integral no han sido claros.
- Los aportes hídricos de la cuenca de la Ciénaga de la Virgen y principalmente los del Canal del Dique, además de incrementar los niveles de contaminación y de sedimentos, han modificado profundamente la vocación ecológica de la Bahía de Cartagena, al pasar de un sistema marino a uno estuarino contaminado, con la pérdida de las condiciones prístinas y de la simplificación de su biodiversidad.
- Los planes de ordenación, de manejo e instrumentos de planificación ambiental que se relacionan con la Bahía de Cartagena incluyen: (1) las cuencas de la Ciénaga de la Virgen y de el Canal del Dique, así como la Unidad Ambiental Costera (UAC), están bajo la gestión de Cardique y comprometen a varios municipios de los departamentos de Bolívar, Sucre y Atlántico que poseen hidroconectividad; (2) el municipio de Cartagena, mediante su departamento ambiental (EPA), está comprometido con el control y con la gestión ambiental de la ciudad, involucrando a la industria, el comercio y la ciudadanía en general; (3) Dos áreas protegidas del SINAP (Parque Corales del Rosario y el corchal “Mono Hernández”), y (4) dos áreas protegidas de ordenamiento integral y de carácter regional (área de manejo especial-AME y área marina protegida- AMP), complementan los principales planes de ordenamiento.
- Las fallas en el manejo son múltiples, complejas y comprometen a instituciones locales, regionales y nacionales, y a los diferentes sectores económicos, incluyendo el comercio, la industria y los grupos



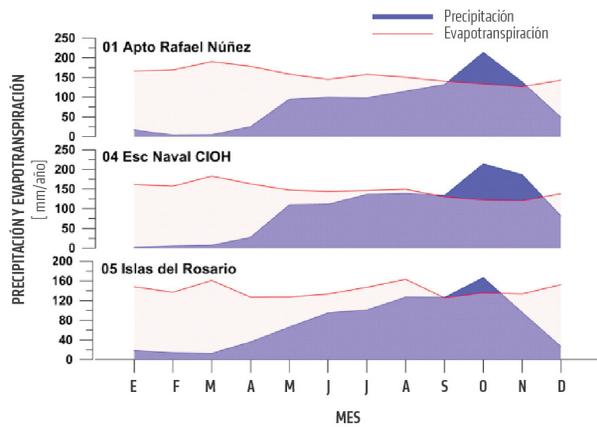
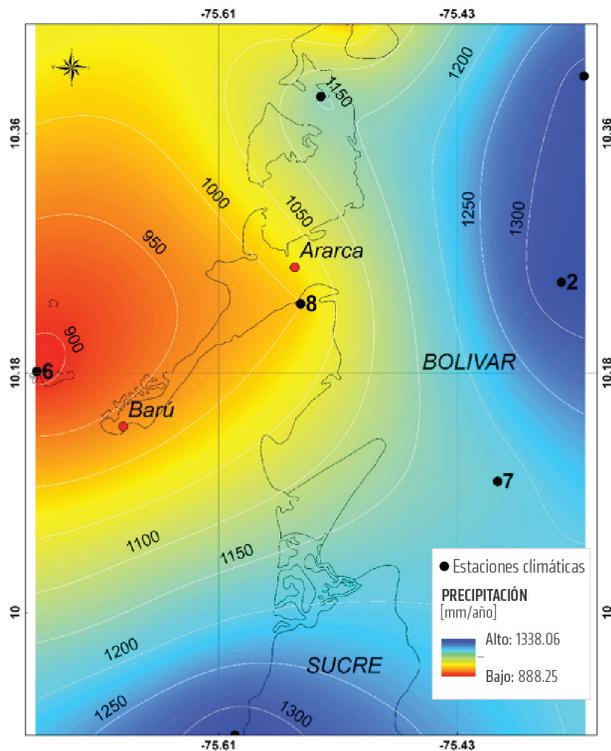
comunitarios locales. En síntesis, se evidencia el bajo o nulo nivel de implementación de los múltiples planes de manejo y las deficiencias en el ordenamiento, dado que no existe coherencia institucional alrededor de la importancia de la calidad ambiental de la Bahía de Cartagena.

- Se formuló una estrategia integral de alineación o sincronización de los planes de ordenamiento, manejo e instrumentos de planificación ambiental (POMIPA). La estrategia se basó en tres aspectos, teniendo en cuenta que la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique) es la principal autoridad ambiental del territorio, y por lo tanto, la llamada a dirigir la articulación:
  1. Conocimiento o gobernanza sobre la biodiversidad de la Bahía de Cartagena y su oferta ambiental, en donde el objetivo es contar con la información actualizada de los ecosistemas estratégicos y de las proyecciones de manejo.
  2. Introducir unificadamente los temas del agua y de la biodiversidad de la Bahía de Cartagena y zonas aledañas en los múltiples planes de manejo, de gestión y de ordenación que las instituciones abordan en la región y que influyen en la bahía. Igualmente, poder introducir los dos temas en los POTs de los municipios del departamento de Bolívar que hacen parte de las dos cuencas hidrográficas con conectividad e influencia sobre las aguas de la Bahía de Cartagena, Canal del Dique y Ciénaga de la Virgen.
  3. Por último, y para completar la tercera parte de la estrategia, se planteó la necesidad de activar la figura vigente de Área de Manejo Especial (AME), proponiendo a partir de las zonas de manglar, la declaratoria de tres áreas protegidas en la categoría de Distritos Regionales de Manejo Integrado de los recursos naturales (DRMI): (A) Manglares del Delta del Canal del Dique, (B) Bahía de Cartagena y (C) Ciénaga de la Virgen.

Estos tres aspectos de la estrategia tienen como propósito el de mejorar la gobernanza y darle una visión holística al manejo integral del territorio.

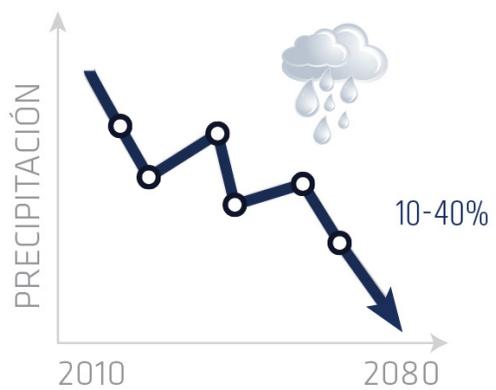
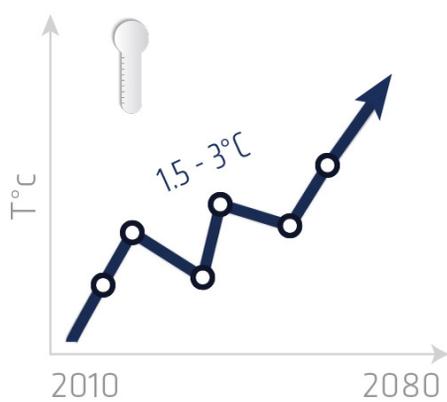
## Cambio climático y recursos hídricos

- Análisis de las tendencias de precipitación en la cuenca del Río Magdalena durante los últimos 30 años indican que no existe un incremento en los valores promedio de las lluvias anuales. No hay evidencia estadística, ni temporal ni espacial, de que las lluvias hayan aumentado durante las últimas décadas.
- Los indicadores de lluvias extremas en periodos cortos de tiempo, más usados para establecer la evidencia del cambio climático en cuencas hidrográficas, tampoco indican la presencia de pulsos de grandes lluvias en la cuenca del Magdalena.
- Para la región de Cartagena, valores mensuales de lluvias y evaporación desde 1940 indican que gran parte del año el balance hídrico es negativo (-621 mm/año), debido a que la evaporación anual (1771 mm/año) excede los niveles de precipitación (1151 mm/año). Solo el mes de octubre muestra excesos de escorrentía o agua disponible para el almacenamiento.



Mapa de precipitación regional en Cartagena e Islas del Rosario y distribución estacional del balance hídrico en tres estaciones climáticas.

- Este balance climático genera condiciones de estrés hídrico regional y grandes riesgos futuros de abastecimiento de agua potable ante el cambio climático.
- Modelos de las tendencias futuras del cambio climático para la región Caribe para el año 2080, incluyendo Cartagena, muestran que la temperatura se incrementará entre 1.5 y 3 °C, mientras que las lluvias disminuirán entre un 10% y 40%.





# REFLEXIONES PARA LOS TOMADORES DE DECISIÓN

## Impactos ambientales del Río Magdalena

- El manejo de los ríos en Colombia no responde a la genética de conectividad física y biológica de las cuencas hidrográficas. Las decisiones ambientales en los ríos del país son territorial (por departamentos) y sectorial (por corporaciones regionales), sin incluir los impactos generados en las parte alta y media de las cuencas y la transferencia de los problemas ambientales hacia las zonas bajas y costeras.
- Lo anterior es evidente en la mayor parte de las evaluaciones ambientales y de los proyectos de desarrollo que incluyen capital natural en el río Magdalena, el Canal del Dique y en la Bahía de Cartagena.
- La responsabilidad en la degradación de los activos ambientales de la bahía a causa de los aportes continentales desde el centro del país, debe estar en el cálculo de futuras compensaciones ambientales, en las estimaciones de riesgo de proyectos de desarrollo y de restauración ambiental, y en las estrategias de sostenibilidad económica, social y ambiental de Cartagena.

Los resultados del proyecto BASIC han mostrado que al menos una tercera parte de la degradación ambiental de las aguas y sedimentos de la Bahía de Cartagena es debida al aporte de agua, sedimentos y contaminantes desde la cuenca del Magdalena.

## Contaminación de agua y sedimentos

- La Bahía de Cartagena carece de estándares ambientales para la calidad de las aguas y de los sedimentos costeros. Se recomienda definir normas y umbrales de contaminación actualizados, tanto para el cuerpo de agua como para los ecosistemas asociados y proximales de playas, manglares y arrecifes coralinos. Igualmente, las autoridades ambientales deben establecer los niveles y límites espaciales para los vertimientos domésticos e industriales, con el fin de reducir su impacto a zonas restringidas.
- La reducción de fuentes de contaminación es indispensable para la sostenibilidad de los recursos naturales de la bahía. La recuperación ambiental y su evaluación en el largo plazo requieren de sistemas de monitoreo de calidad de aguas en tiempo real. Este sistema de alertas tempranas permitiría vigilar y mitigar fuentes de contaminación por fuera de los umbrales de vertimientos definidos en la norma ambiental.

## Ecotoxicología

- Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para conservar y utilizar de forma sostenible los mares y océanos, los líderes nacionales y locales deben incorporar y hacer aplicar el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 14 de la Agenda 2030. La primera meta de este objetivo consiste en que, para el 2025, se debe prevenir y reducir de manera significativa la contaminación marina de todo tipo, en particular la contaminación producida por actividades realizadas en tierra firme, incluidos los detritos marinos y la contaminación por nutrientes.
- Teniendo en cuenta el crecimiento de los sectores urbanos e industriales de Cartagena, la bahía es un espacio clave para incorporar el ODS 14 de las Naciones Unidas.
- Los resultados del proyecto BASIC ayudan a generar conciencia sobre el estado de la pesca y sobre los riesgos que representa la contaminación actual en la Bahía de Cartagena; también, en las regulaciones que hacen falta para la sostenibilidad del uso de los recursos naturales y de la seguridad alimentaria.



Los riesgos de la contaminación de las aguas, sedimentos y recursos naturales de la bahía se pueden incrementar en el contexto del cambio climático global, que aumentará la acidez y la temperatura del agua, lo que favorecerá la biodisponibilidad de los metales pesados y su capacidad para acumularse en la cadena alimenticia.

- Se necesitan realizar más estudios, no sólo en la identificación genética de los peces colectados y en la acumulación de metales pesados en sus tejidos, sino también en la acumulación de otros compuestos químicos como los hidrocarburos y los plaguicidas, entre otros contaminantes como residuos sólidos, botellas plásticas, bolsas, latas y microorganismos.
- Algunos compuestos contaminantes pueden no ser detectados en altas concentraciones en el agua, pero pueden estar acumulándose en los animales marinos y estar provocando efectos negativos en la salud de los ecosistemas.
- La investigación participativa con las comunidades y la inclusión de los actores locales son indispensables para generar medidas de manejo en el área marina protegida y zonas aledañas, en cuanto al manejo de la pesca y de las fuentes de contaminación.
- Se hace imperativo diseñar estrategias de compensación y de mitigación ambiental, como por ejemplo, la restauración de ecosistemas marinos, que ayudaría a contrarrestar los efectos negativos actualmente observados en los ecosistemas.

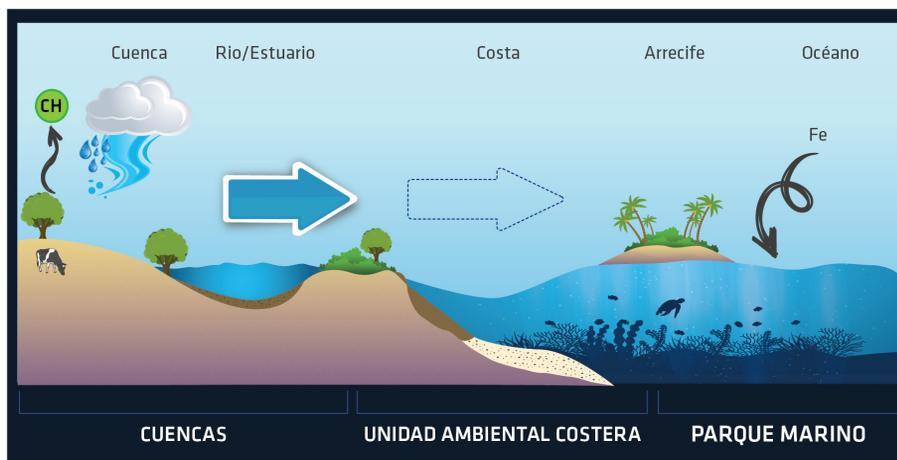
## Salud pública

- La adquisición de conocimientos y prácticas acerca de las enfermedades relacionadas con el agua por jóvenes estudiantes de las diferentes instituciones educativas mejoran las condiciones de riesgos para la salud de la población. Es necesario dar continuidad a las actividades educativas que se han venido realizando, no solo a nivel local sino también regional, todo ello con el objetivo de disminuir la frecuencia de la aparición de las enfermedades y mejorar las condiciones de los indicadores de salud.
- Las comunidades se encuentran afectadas por patologías de tipo dermatológico, sobre todo en la población infantil. Durante la examinación médica se evidenciaron lesiones dermatológicas a causa de picadura de mosquitos, acompañadas de infecciones fúngicas, probablemente derivadas de las pobres condiciones de saneamiento e higiene que poseen las comunidades. Es necesario la proposición de estrategias que resuelvan la situación relacionada con los indicadores de fuentes de agua, sanidad e higiene en estas poblaciones.
- La población se encuentra expuesta a agentes tóxicos que podrían a largo plazo afectar de manera preocupante su salud. Es importante indagar acerca de los posibles factores generadores de esta situación y estudiar con mayor profundidad los casos encontrados.
- Las poblaciones exhiben alteraciones nutricionales conjugadas con la aparición de casos tanto de desnutrición como de exceso de peso, identificándose perfiles metabólicos alterados que incrementan la carga para enfermedades de tipo cardiovascular. Es necesario la implementación de estrategias que fortalezcan la prevención de este tipo de enfermedades.
- En las comunidades persisten pobres condiciones en los indicadores de salud valorados. En la actualidad, Barú carece por completo de un sistema de conducción de agua (acueducto) que provea de fuentes mejoradas. Aún, ninguna de las comunidades posee instalaciones de alcantarillado, lo cual configura un incremento en los riesgos para la adquisición de enfermedades relacionadas con el agua.



## Socio-Economía y estrategia comunitaria de adaptación

- La implementación de la estrategia de adaptación, basada en la comunidad, y derivada de los resultados encontrados en los diferentes ejercicios realizados tiene, sin embargo, una serie de retos por resolver. En primer lugar se observó que existen tensiones significativas entre el uso de los recursos pesqueros por parte de los pescadores y las acciones implementadas por el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo que reglamentan la extracción y el uso de recursos marinos. La estrategia propuesta en BASIC requiere de un diálogo directo con las autoridades ambientales, pesqueras y el parque para permitir que estas estrategias desde la comunidad sean vistas como una posibilidad de participación directa de los pescadores en la restauración y conservación de los ecosistemas marinos dentro y fuera de las áreas marinas protegidas.
- Es fundamental que se abra un diálogo con el sector privado de la isla y de los establecimientos y operadores turísticos de Cartagena y alrededores para promocionar esta estrategia como una forma de apoyar a la generación de ingresos y de oportunidades de una población económicamente vulnerable y que podría convertirse en aliada de la restauración y conservación de los arrecifes coralinos con el doble propósito de mejorar la productividad de los stocks pesqueros locales y de generar ingresos adicionales al diversificar sus faenas marinas de pesca con el ecoturismo.
- El problema asociado a la contaminación del pescado, de acuerdo con los resultados de investigación de hidrología, hidrodinámica y sedimentos por parte del equipo de EAFIT, abre retos que van mas allá de la jurisdicción de estas comunidades y de su capacidad de acción colectiva. Hay que buscar “aguas arriba” en los procesos hidrodinámicos de la Bahía de Cartagena y del Canal del Dique las causas de acumulación de metales pesados en los sedimentos y en los pescados amenazando la salud humana y los ecosistemas. En este sentido, el liderazgo de Cardique será fundamental en conversación con el sector industrial y turístico de la Bahía de Cartagena y con las riberas del Canal del Dique, para explorar estrategias que reduzcan la generación de estos sedimentos y la disposición de contaminantes.



## Planes de manejo

- Según los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, el desarrollo sostenible debe conciliar cuatro componentes: la prosperidad económica; la inclusión social; la sostenibilidad ambiental; y la buena gobernanza por parte de los principales actores, incluyendo gobierno y empresas. En Cartagena, la bahía es el escenario donde confluyen todos los actores e intereses de estos cuatro elementos del desarrollo. La gobernanza ambiental requiere de ciencia de alto nivel para generar un modelo de gestión de bahía, que incluya la recuperación sostenible del medio ambiente y sus efectos en la salud pública.
- Cardique, por ser la máxima autoridad ambiental de la región, deberá ser la principal institución que mejore la gobernanza ambiental de la Bahía de Cartagena y de las zonas aledañas, en el sentido en que deberá proporcionar la información básica sobre la biodiversidad y su estado de conservación, así como gestionar

las directrices de manejo que incluyan normatividad y su relación con los diferentes instrumentos de planificación, con las áreas protegidas y con los POTs locales y del municipio de Cartagena.

- Esta implementación de la estrategia de planes de manejo será positiva en la medida en que se vea reflejada en los diversos documentos institucionales o privados, lo que también sería un indicador de que se estaría mejorando la gobernanza. Igualmente, en la medida en que la estrategia se refleje en la implementación de las múltiples actividades institucionales y/o privadas, podremos pensar que la gobernabilidad es más eficiente. Aunque en la práctica lo único que se convierte en una prueba irrefutable de buena gobernanza y en una eficiente gobernabilidad será la evidencia de conservación integral de la biodiversidad y su oferta ambiental de la Bahía de Cartagena. Es decir, hay preservación, recuperación-restauración y uso sostenible de la biodiversidad y de su oferta ambiental.
- El éxito de la articulación y de la coherencia de los Planes de Ordenación y Manejo e Instrumentos de Planificación Ambiental (POMIPA), se basará en el conocimiento de cada uno de los componentes de la biodiversidad de la Bahía de Cartagena y en la unificación de la interpretación y profundidad con que cada una de las instituciones o actores lo involucre en los documentos y en cada una de las acciones o actividades. Por ahora estos serían algunas recomendaciones al respecto:

1. Cardique determinará una línea base ambiental de la bahía y articulará la información sobre el estado de la biodiversidad y de su oferta ambiental.
2. Cardique articulará la inclusión del tema de la biodiversidad y del agua en los POMCAS y POTs de los municipios con hidroconectividad con la Bahía de Cartagena.
3. Cardique consolidará la declaratoria de áreas protegidas en la Bahía de Cartagena y zonas aledañas a partir del ordenamiento de los ecosistemas de manglar.

Los incrementos en el caudal y en los sedimentos del Canal del Dique en la última década no están asociados a las tendencias de la precipitación en la cuenca del Magdalena. Estos aumentos se relacionan más con los pulsos debidos a cambios en el uso de los suelos y su impacto en el ciclo hidrológico.

## Cambio climático y recursos hídricos

- Es preciso trabajar desde la base de las comunidades en la formulación de proyectos de agua potable, sin desatender su conocimiento local de la historia del territorio y sus intereses particulares. Los proyectos de abastecimiento del agua no deben ser impuestos desde el sector privado sin escuchar y conciliar todos los intereses tanto comunitarios como privados.

Los escenarios futuros de incrementos en la temperatura y de la disminución de las lluvias ante el cambio climático exigen desde ya la formulación de proyectos alternativos de suministro de agua potable, no solo para Cartagena si no también para las comunidades costeras más vulnerables de las islas Tierra Bomba y Barú.

La agenda global del cambio climático debería incluir **nuevos micro-sistemas a escala de país**. Regiones en Colombia como el sistema Cauca-Magdalena-Dique-Cartagena, en donde el aumento exponencial en la degradación de los suelos hace más vulnerables a las cuencas ante el cambio climático, deberían tener herramientas de adaptación y mitigación acordes con las realidades del impacto humano local y regional. **Las políticas institucionales deberían considerar los impactos del cambio de uso de los suelos en adición a las estrategias del cambio climático.**



# BASIC

Indicadores científicos y  
herramientas para tomadores  
de decisión

BASIC ha publicado nueve artículos en revistas indexadas (*Anthropocene*, *Geomorphology*, *Estuarine-Coastal & Shelf Science*, *Journal of Analytical and Institutional Economics*, *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, *Revista Ciencias Biomédicas*, *Proceedings of the Resilient Cities 2017*), presentado cinco informes técnicos para tomadores de decisión (Ministerio del Medio Ambiente y Cardique) y 14 conferencias en foros internacionales. También, el proyecto ha socializado los resultados en internet con cuatro boletines y tres videos YouTube ([www.basic-cartagena.org](http://www.basic-cartagena.org)). BASIC ha financiado la formación de 10 estudiantes universitarios (3 PhD, 2 MSc, 4 BSc, 1 Post-Doc) a través de cinco convenios interinstitucionales.

## Publicaciones indexadas

Restrepo JD, Kettner AJ, Syvitski JPM. 2015. Recent deforestation causes rapid increase in river sediment load in the Colombian Andes. *Anthropocene* 10: 13-28.

Espitia F, Ospina L, Mora G, Gómez D, Malambo D. 2015. Anomalías congénitas en familias de Ararca (Isla de Barú), Bolívar-Colombia. *Revista Ciencias Biomédicas* 6 (2): 251-258.

Garzón CA, Rey MC, Sarmiento PJ, Cardenas JC. 2016. Fisheries, fish pollution and biodiversity: choice experiments with fishermen, traders and consumers. *Economía Política- Journal of Analytical and Institutional Economics* 33 (3): 333-353.

Restrepo JD, Escobar RE, Totic M. 2016. Fluvial fluxes from the Magdalena River into Cartagena Bay, Caribbean Colombia: Trends, future scenarios, and connections with upstream human impacts. *Geomorphology* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X16310649>

Restrepo JD, Escobar HA. 2016. Sediment load trends in the Colombian Andes (1980-2010): Anthropogenic and climate induced causes. *Geomorphology* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X16311928>

Ruiz-Díaz M, Salgado G, Mora-García G, Gómez D. 2017. Climate change and health indicators related with waterborne and vector-borne diseases in rural population of Cartagena, Colombia. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*. En publicación.

Totic M, Restrepo JD, Lonin S, Izquierdo A, Martins F. 2017. Water and sediment quality in Cartagena Bay, Colombia: Seasonal variability and potential impacts of pollution. *Estuarine Coastal & Shelf Science*. En publicación.

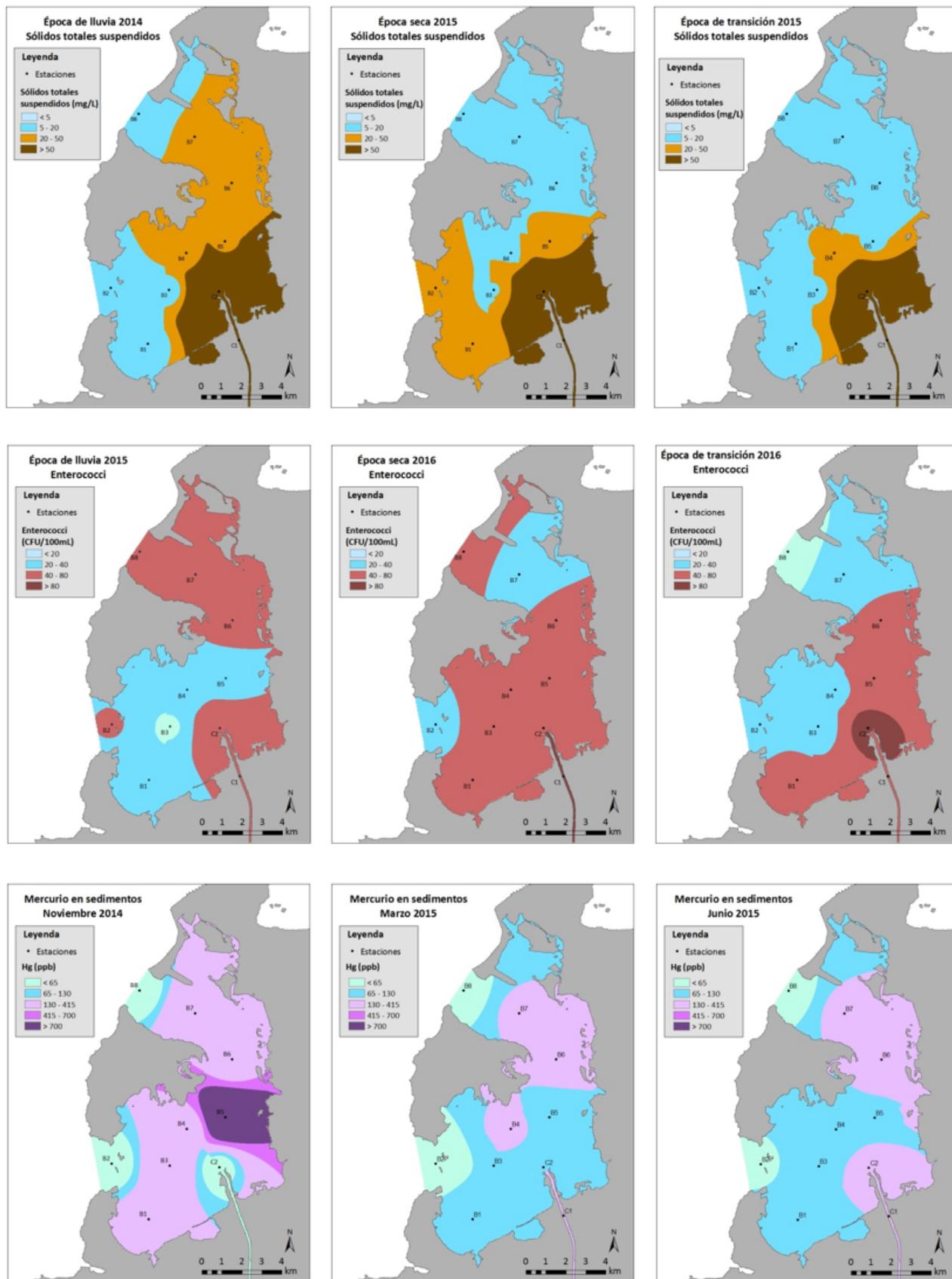
Totic M, Restrepo JD, Izquierdo A, Lonin S, Martins F, Escobar R. 2017. An integrated approach for the assessment of land-based pollution loads in the coastal zone. *Estuarine Coastal & Shelf Science*. En publicación.

Restrepo JD, Totic M, Cárdenas JC, Gómez D, Ulloa G, Sierra C. 2017. Water management strategies in a "hot spot" pollution city in the Caribbean: Integrated approaches to improve urban resilience in Cartagena, Colombia. *Proceedings of the Resilient Cities 2017 congress*, Bonn, Alemania 4-6 de mayo 2017. En publicación.

## Herramientas para planes de manejo ambiental

BASIC ha generado el primer monitoreo ambiental de las aguas de la Bahía de Cartagena con estándares internacionales durante más de dos años, datos que están siendo usados por el Ministerio del Medio Ambiente en la construcción de los umbrales de contaminación para la ley de vertimientos y contaminación de cuerpos de agua costeros en Colombia. También, el proyecto está generando el marco de gobernanza ambiental para la aplicación de un Distrito de Manejo Integrado - DMI de la

bahía, en donde confluyen actividades industriales con zonas de protección ambiental para servicios ecosistémicos. Igualmente, BASIC está liderando el desarrollo de dos proyectos alternativos para las comunidades de pescadores, uno sobre ecoturismo y otro sobre la fabricación artesanal de vajillas para restaurantes locales y su posterior uso en la reconstrucción de arrecifes de coral.



Ejemplos de mapas de vulnerabilidad de variables ambientales en aguas y sedimentos de la Bahía de Cartagena.

## Productos e informes técnicos

- Análisis de la variabilidad hidrológica de la cuenca del Magdalena en relación con los impactos climáticos y antropogénicos.
- Monitoreo continuo físico-químico de aguas y sedimentos durante dos años y medio con estándares internacionales.
- Modelo hidrodinámico de la Bahía de Cartagena.
- Mapas de vulnerabilidad del impacto potencial de contaminación en la zona costera.
- Análisis de la eficacia de los estándares de calidad de aguas definidos para la bahía y para la zona costera de la isla Barú.
- Diagnóstico de los planes de manejo existentes en la región.
- Propuesta de un Distrito de Manejo Integrado (DMI) como estrategia para la alineación en el manejo y en el ordenamiento del sistema continuo cuenca-bahía.
- Diagnóstico de la diversidad genética pesquera y de los impactos de contaminación sobre la pesca artesanal.
- Evaluación del impacto económico de la contaminación y la diversidad genética sobre la pesca artesanal y el turismo.
- Propuesta de una estrategia comunitaria e inter-institucional para la adaptación ante el cambio climático y los problemas de contaminación de los ecosistemas costeros de influencia.
- Escenarios de cambio climático para la región estimando los riesgos ante escasez hídrica y aumento de las temperaturas.
- Análisis de índices de salud asociados a la contaminación acuática en las comunidades locales.
- Análisis de los recursos hídricos potables en las comunidades locales.

## Actividades comunitarias

- Evaluaciones médicas realizadas en la Isla de Barú.
- Visitas comunitarias para la evaluación del almacenamiento de agua potable y asistencia en el manejo de tanques de aguas lluvias.
- Donación de filtros para el mejoramiento de la calidad del agua.
- Encuestas y juegos económicos con las comunidades de pescadores, estableciendo estrategias alternativas de ingreso.
- Estudiantes de Barú y de la Escuela Naval capacitados en muestreos de calidad ambiental de las aguas costeras.
- Socialización de resultados con líderes comunitarios.

## **SOLICITUD DE PUBLICACIONES**

Cualquier publicación de BASIC puede ser solicitada  
*[basic.cartagena@gmail.com](mailto:basic.cartagena@gmail.com)*

## **PARA MAYOR INFORMACIÓN SOBRE BASIC**

Consulte  
*[www.basic-cartagena.org](http://www.basic-cartagena.org)*



**BASIC**

**CARTAGENA**

**BASIN SEA INTERACTIONS WITH COMMUNITIES**

INTERACCIONES ENTRE CUENCAS, MAR Y COMUNIDADES

[www.basic-cartagena.org](http://www.basic-cartagena.org)