

# BASIC Cartagena Resiliente

Ciencia para Tomadores de Decisión  
y las Comunidades Costeras

Diplomado en Gobernanza  
Ambiental de Bahía y Zonas Marinas





## PROYECTO BASIC 2014-2021

Proyecto financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC) de Canadá y la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, CARDIQUE, autoridad ambiental receptora de los resultados de la investigación.

**JUAN D. RESTREPO A.**  
Director Científico BASIC

**MARKO TOSIC**  
Gerente Proyecto BASIC

### EQUIPO CIENTÍFICO Y DOCENTES DE BASIC

#### UNIVERSIDAD EAFIT

Juan Darío Restrepo Ángel, PhD  
Componente Aguas - Hidrología de Cuencas

Marko Totic, PhD

Componente Aguas - Calidad de Aguas Costeras

#### UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Juan Camilo Cárdenas Campo, PhD  
Componente Gobernanza

#### UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

Doris Esther Gómez Camargo, PhD

Componente Salud

Dacia Malambo, MSc

Componente Salud

#### **EXPERTOS INDEPENDIENTES**

Clara Lucia Sierra Díaz  
Componente Recursos Biológicos  
Giovanni Andrés Ulloa Delgado  
Componente Recursos Biológicos

#### **EQUIPO DE APOYO REGIONAL**

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

Angelo Bacci - Director  
Mady García - Directora Laboratorio  
Benjamín Difilippo Velenzuela - Subdirección Ambiental

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

Ana Milena Ordosgoitia Méndez - Directora Ejecutiva  
Maritza Díaz Fera - Líder de Comunidad  
Yanaris Zúñiga - Líder de Comunidad

#### **LÍDERES COMUNITARIOS, MUJERES, JÓVENES Y PESCADORES**

Comunidades de Tierra Bomba, Bocachica, Barú, Ararca,  
Santa Ana, Caño del Oro, Punta Arena y Pasacaballos

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

Walter Ubal Giordano  
Especialista Principal del Programa de Cambio Climático

#### **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Maria Elena Uribe A.

#### **FOTOS**

Carátulas, Prólogo y Arrecifes Coralinos  
Robinson Henao  
Fotos Diplomado  
La Cabina  
Fotos Pastos Marinos  
Clara Lucia Sierra Díaz







# CONTENIDO

## BASIC

Ciencia de alto nivel para actuar

[ 6 ]

## BASIC

Cartagena resiliente y la capacitación comunitaria

[ 9 ]

## AGUA

[ 12 ]

## SALUD

[ 17 ]

## GOBERNANZA

[ 22 ]

## RECURSOS BIOLÓGICOS

[ 25 ]

## TESTIMONIOS DE LAS COMUNIDADES

[ 36 ]

## GLOSARIO

[ 39 ]



## BASIC

### CIENCIA DE ALTO NIVEL PARA ACTUAR

**Cartagena** tiene un millón de habitantes, es la **quinta ciudad más grande de Colombia** y el **principal destino turístico** del país. Sin embargo, la superposición de intereses de diferentes sectores como **la industria, el urbanismo y el turismo** ha creado un **conflicto** para la **sostenibilidad ambiental de Cartagena** en el largo plazo. La ciudad tiene una **capacidad limitada** para la **gestión de los recursos hídricos**, tal y como **se evidencia** en la **degradación de la calidad** de sus **aguas marinas**, las **inundaciones** costeras y el **suministro de agua potable**. A los problemas ya generados por el cambio climático y el impacto humano, que han afectado a la cuenca del Magdalena y a la Bahía de Cartagena, **los “mitos”** sobre los **niveles de contaminación** han demostrado la **necesidad de aplicar** ciencia de alto nivel y pertinente que **entregue las herramientas** para **mejorar** la gestión **en la Bahía** y la de sus **entornos demográfico y natural**.

Además de los preocupantes niveles de contaminación de calidad de aguas marinas y de sedimentos, se le agrega la situación de salud pública debida al precario manejo de los recursos de agua potable en las comunidades costeras. El cambio climático puede empeorar estos indicadores socio-ambientales debido a que la intensificación de las tormentas, los aumentos de la temperatura y del nivel del mar y la deforestación en las cuencas hidrográficas, comprometen en el largo plazo los servicios ecosistémicos como el agua y la regulación hídrico-climática. Tales riesgos son particularmente sentidos por las comunidades costeras circundantes de Cartagena, las cuales son más vulnerables por su escaso o nulo acceso al agua potable, por su limitada cobertura en salud pública y por su dependencia económica en la pesca artesanal, recurso en alto riesgo por la sobrepesca y los niveles de contaminación.

Adicional a los riesgos ambientales ya mencionados de la región de Cartagena, otras limitaciones estructurales para la toma de decisiones en política ambiental son: (1) la escasa transferencia de ciencia hacia los tomadores de decisión; gran parte de la ciencia ambiental del país permanece en los escritorios, bibliotecas, laboratorios y publicaciones académicas de los profesores, sin transferencia alguna hacia los decisores en política pública para la resolución y mitigación de impactos ambientales; y (2) no existen líneas base ambientales sólidas y con ciencia de buen nivel sobre las cuales tomar decisiones y aplicar modelos numéricos actuales y de escenarios futuros. Gran parte de la información disponible ha sido generada con estándares muy diferentes de calidad, está dispersa, y muchos de los datos no permiten conclusiones estadísticas y científicas sólidas.

BASIC-Cartagena 2014-2021, proyecto de investigación aplicada sobre Interacciones entre Cuenca, Mar y Comunidades, ha sido el primer intento nacional en Colombia para conocer, con ciencia de alto nivel, el estado de la calidad ambiental de las aguas y los sedimentos de la bahía, así como también su conexión con la cuenca del río Magdalena, el nivel toxicológico de los peces que forman parte de la pesca artesanal y la salud pública de las comunidades vulnerables de la zona costera de Cartagena. El 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. Iniciado en julio de 2014, este proyecto multidisciplinario de tres años ha sido financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (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 Universidad Javeriana, expertos independientes, la Fundación FHEO, y la Corporación Regional CARDIQUE.

Como un proyecto de investigación aplicada, BASIC fue dirigido a los responsables de política pública ambiental en donde los resultados científicos fueron socializados con los tomadores de decisión local y nacional y con las comunidades costeras. La socialización final del proyecto con comunidades y tomadores de decisión resultó en varios impactos al nivel político. La Procuraduría General de la Nación a través de su Procuradora Ambiental, les exigió a las autoridades ambientales (CARDIQUE y EPA) y a la Alcaldía, aumentar sus estudios sobre la contaminación de la bahía y establecer herramientas para el monitoreo y mitigación de la contaminación. También, la autoridad ambiental CARDIQUE ha sido exigida legalmente de continuar generando ciencia para la toma de decisiones.

Quizás, el impacto más central de BASIC, a través del conocimiento sobre la contaminación de la Bahía de Cartagena, fue el de contribuir a la aceptación pública de la necesidad de mitigar los niveles y fuentes de contaminación de la Bahía de Cartagena, motivando al Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible a emitir una Resolución de crear un Comité Intersectorial Ambiental para el manejo de la Bahía de Cartagena. A nivel municipal, el Consejo de Cartagena también reconoció la problemática de la contaminación evidenciado por BASIC y acordó de tomar medidas de mitigación. La autoridad ambiental de la ciudad, EPA, con base en la interacción con BASIC, tomó la decisión para establecer un nuevo programa de monitoreo de aguas y aumentar el control regulatorio sobre los vertimientos industriales de Cartagena.

En Colombia, la inclusión de un marco de análisis interconectado entre montaña-ríos y mar no está dentro del ADN ni de la formación académica en ciencias naturales y menos en el del Sistema Nacional Ambiental SINA. Las cuencas hidrográficas del Caribe y del Pacífico colombiano, con sus complejidades geográficas en factores naturales, de impacto humano y del manejo político-administrativo, están completamente sectorizadas políticamente y responden a temas de manejo ambiental local y regional, más no al la conectividad de todo el sistema hídrico. No existe, al menos, un marco técnico-científico para evaluar cuánto de las transferencias de sedimentos, nutrientes y contaminantes a la zona litoral es debido a impactos humanos en la parte continental.

La Bahía de Cartagena es el sistema terminal de parte de los aportes continentales y de contaminación que transfiere el río Magdalena. En otras palabras, la bahía es un estuario “letrina” que ha estado acumulando por décadas la degradación ambiental del país. Ante la ausencia de un marco integrado y de conectividad del sistema hídrico de la cuenca Magdalena, no se había estimado, antes de BASIC, cuánta contaminación y porcentaje de la problemática ambiental de la bahía son originadas por la transferencia de sedimentos, caudal, nutrientes y contaminantes desde las montañas y ciudades del centro del país, a través del río Magdalena y del Canal del Dique. BASIC ha estimado que aproximadamente un 30% de los sedimentos que llegan a la bahía son generados por la deforestación en la cuenca del Magdalena y que cerca de una tercera parte de la contaminación de la bahía es debida a los aportes de sedimentos y contaminantes desde el interior del país. Posiblemente, este resultado sea uno de los instrumentos futuros para “cobros por responsabilidad ambiental”, que permita que las autoridades ambientales de zonas costeras cobren un cargo por la degradación ambiental originada desde otras regiones en las cuencas hidrográficas.

En conclusión, BASIC generó el diagnóstico “clínico” ambiental de las aguas y sedimentos de la bahía y entregó la visión más confiable hasta el momento de los niveles de contaminación y de su relación con la pesca y la salud de las comunidades, resultados ya entregados a las autoridades para política pública ambiental.

BASIC ha sensibilizado e iniciado con diferentes actores, incluyendo academia, gobierno, organizaciones no gubernamentales, sector privado y comunidades, la discusión técnica hacia la construcción de un **“Modelo de Gobernanza de Bahía Compartida”**. De esta sensibilización, BASIC construyó el programa de Capacitación Comunitaria titulado Diplomado en Gobernanza Ambiental de Bahía y Zonas Marinas, con más de 50 participantes de las comunidades costeras de la región de Cartagena, de la industria y del sector público. Este documento resumen presenta los principales hallazgos de BASIC en los temas de Agua, Salud, Gobernanza y Recursos Biológicos, compartidos con los actores del Diplomado hacia un ejercicio de la construcción de un **“lenguaje común de bahía”** entre ciencia y saber local. Este conocimiento de “Bahía Compartida” permite que todos los actores, incluyendo comunidades, sociedad civil, sector privado-industria y gobierno tengan un acuerdo fundamental en las problemáticas de la bahía y en los instrumentos necesarios para la gobernanza.

**Juan D. Restrepo Ángel, PhD**

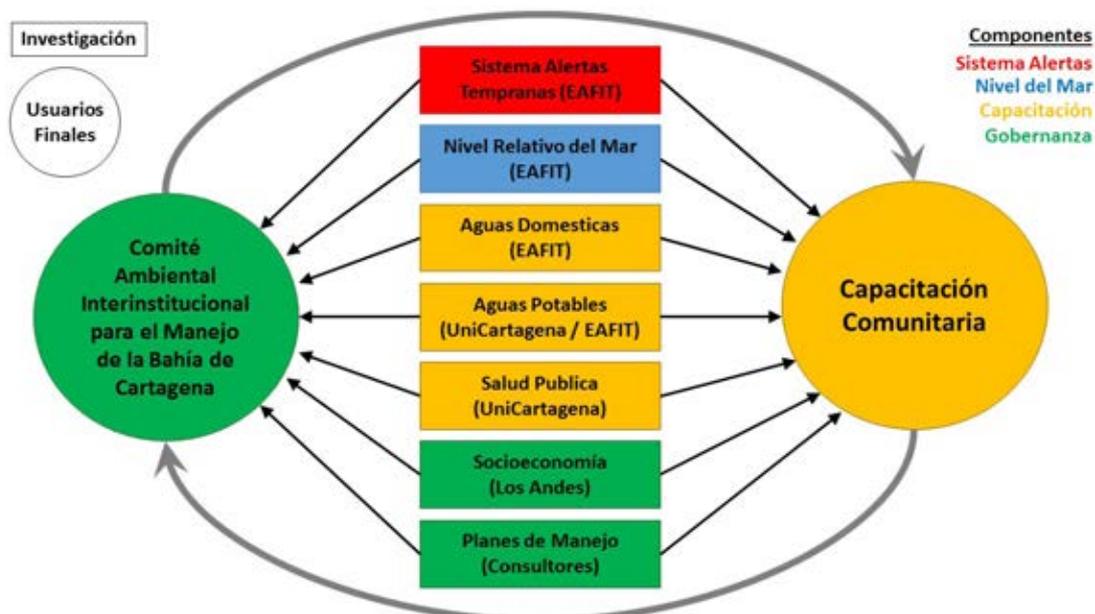
Director Científico de BASIC  
Profesor Emérito  
Escuela de Ciencias  
Universidad EAFIT



# BASIC

## CARTAGENA RESILIENTE Y LA CAPACITACIÓN COMUNITARIA

El propósito fundamental del proyecto BASIC-Cartagena Resiliente 2018-2021 es el de proveer capacitación a las comunidades costeras y asesoramiento científico al **Comité Ambiental Interinstitucional para el Manejo de la Bahía de Cartagena** para acompañar los procesos de gobernanza ambiental. Esta propuesta de ciencia hacia una **Bahía de Cartagena Resiliente** pretende abordar simultáneamente tres ejes fundamentales de investigación aplicada (ver gráfico 1): **el hidrológico, el económico** y el de **capacitación comunitaria** en estrés hídrico-climático-salud de las poblaciones costeras. De esa forma se aspira a proveer los fundamentos científicos para la generación de políticas de adaptación en pro de alcanzar la resiliencia del sistema Bahía de Cartagena y de reducir la vulnerabilidad de sus comunidades costeras.



*Gráfico 1. Esquema de los componentes de investigación del proyecto y de los temas principales de capacitación a las comunidades para que formen parte de las decisiones del Comité Interinstitucional para el Manejo de la Bahía de Cartagena.*



## ¿Por qué es importante la Capacitación Comunitaria?

El **Comité Ambiental Interinstitucional para el Manejo de la Bahía de Cartagena** fue creado por un decreto del Ministerio del Medio Ambiente (Decreto 1978 de 4 de septiembre de 2017). Las comunidades costeras de la bahía tendrán representación en dicho Comité y su participación activa en las discusiones y decisiones de gobernanza dependerán en gran medida del conocimiento que tengan dichas comunidades sobre la problemática ambiental de la bahía y sobre el impacto de la contaminación en el agua, la pesca y la salud. La transferencia de conocimiento a las comunidades es un proceso de **"Pedagogía de la Ciencias para la Ciudadanía"**, es decir, la enseñanza para empoderar y a su vez, capacitar para una gobernanza incluyente (ver gráfico 2).

## Objetivo del Programa de Capacitación Comunitaria

El objetivo central del programa es **empoderar a las comunidades a través de la capacitación en el manejo de técnicas e información científica** que les permita entender mejor y reducir sus vulnerabilidades con respecto a la **contaminación de las aguas y la pesca**, el **saneamiento**, el **suministro de agua** y el **cambio climático**, y así tener una participación activa y decisoria en el Comité Ambiental Interinstitucional de la Bahía de Cartagena.

## ¿A quiénes se dirige el Programa de Capacitación?

El **Diplomado en Gobernanza de Bahía** es un programa con amplia participación dirigido a las **8 comunidades costeras de la Bahía de Cartagena: Ararca, Barú, Bocachica, Caño del Oro, Pasacaballos, Punta Arena, Santa Ana y Tierra Bomba**.

Los representantes de cada comunidad incluyen: **líderes, mujeres, jóvenes, maestros y pescadores**. Adicionalmente, se invita la participación de representantes



Gráfico 2. Ciclo de apropiación del conocimiento para una mejor gobernanza ambiental.



de las entidades públicas y privadas que forman parte de los interesados de la **Bahía de Cartagena** con el fin de generar un espacio de interacción con las comunidades y establecer una fundación de conocimiento para todos los participantes del **Comité Ambiental Interinstitucional** de la Bahía de Cartagena.

## Temas Centrales y Esquema de la Capacitación

Este es un programa centrado en transferir conocimiento para empoderar a los actores comunitarios en los siguientes temas-módulos centrales de la problemática de la bahía: **Agua, Salud, Recursos biológicos y Gobernanza**.

La presentación de estos módulos consolidará **“la capacidad de asombro”** sobre las problemáticas local y regional del sistema bahía y sobre las diferencias que se presentan en los niveles de impacto ambiental. Cada uno de los cuatro módulos es dictado por los investigadores de BASIC a cargo de cada componente: Aguas (**U. EAFIT**), Salud (**U de Cartagena**), Recursos biológicos (los biólogos expertos y asesores del proyecto, Clara Sierra y Geovani Ulloa) y Gobernanza (**U de los Andes**). También, el tema del AGUA se aborda por la U de Cartagena en relación con las prácticas de laboratorio para identificar contaminación microbiológica y conocer las prácticas para mejorar la captación y el almacenamiento del agua que tomamos; la U de los Andes en su tema de Gobernanza, también muestra su Programa de **“Guardianes del Agua”** con la capacitación en el uso de instrumentos sencillos para el monitoreo diario del agua en cada comunidad.

Otro objetivo central del Diplomado es el de la obtención de un **“lenguaje común de bahía”** entre ciencia y saber local (*Gráfico 3*). Este conocimiento de **“Bahía Compartida”** permite que todos los actores, incluyendo comunidades, sociedad civil, sector privado-industria y gobierno tengan un acuerdo fundamental en las problemáticas de la bahía y en los instrumentos necesarios para la gobernanza.



**Gráfico 3.** Esquema estructural del Diplomado mostrando los productos finales del lenguaje común y del conocimiento de “Bahía compartida”, objetivos centrales al final del programa de capacitación.



## AGUA

### MENSAJES CLAVES

- Los aportes de agua dulce y sedimentos del Canal del Dique hacia la Bahía de Cartagena se han aumentado en 28% y 48%, respectivamente, en la última década, en gran parte como resultado de la deforestación de más del 70% de los bosques originales de la cuenca del Río Magdalena.
- Hay múltiples problemas de contaminación en la Bahía Cartagena, incluyendo los metales pesados, coliformes, sedimentos, nutrientes y deficiencia de oxígeno, los cuales provienen del Canal del Dique y de las aguas residuales locales (domésticas e industriales).
- En la región de Cartagena hay una deficiencia de agua dulce debido a que la evaporación anual (1771 mm/año) excede los niveles de precipitación (1151 mm/año), lo cual implica grandes riesgos futuros de abastecimiento de agua potable ante el cambio climático, dado que los escenarios futuros pronostican incrementos de la temperatura y de la disminución de las lluvias.

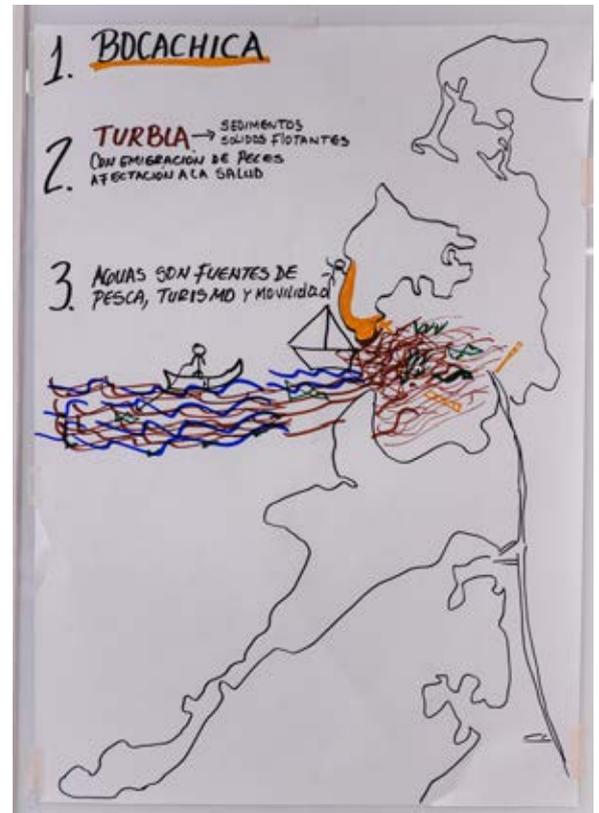
#### **Aguas Dulces del Río Magdalena y su Transferencia hacia la Bahía de Cartagena**

- En los últimos 40 años, la erosión de suelos en la cuenca del Magdalena se ha aumentado 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.
- Durante las últimas cuatro décadas, 10-30% del transporte de sedimentos desde la cuenca del Río Magdalena 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.
- 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.

- 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 Río Magdalena.

## 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.
- 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, las cuales aportan  $\sim 6.7 \pm 3.9 \times 10^{15}$  NMP/100 ml de coliformes totales por día. En el norte de la bahía, el problema es agravado por el sistema de alcantarillado de la ciudad que desborda a la bahía bajo condiciones de lluvia. En el sur de la bahía, el problema es debido al sistema de alcantarillado de Pasacaballos.

- 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  $\sim 15.9 \pm 11.7$  toneladas diarias de materia orgánica (DBO5) provenientes del Canal del Dique y de las aguas residuales locales (domésticas e industriales) en 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.
- Los modelos hidrodinámicos muestran que la bahía se caracteriza por la baja frecuencia de renovación de las aguas. El tiempo de renovación varía entre 70 días durante la época de vientos y 100 días durante el resto del año. Esto 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.
- 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 las 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 programas de monitoreo mensual de calidad de aguas y de sistemas de alertas tempranas en tiempo real.
- La disminución del flujo del Canal del Dique, por nuevas esclusas aguas arriba, puede resultar en menos circulación de las aguas de la bahía. Esto implica un aumento del tiempo de renovación de las aguas y que la contaminación que proviene de fuentes locales (alcantarillado, sector industrial) quedará en la bahía por más tiempo. Por lo tanto, se hace necesario mitigar las fuentes locales de contaminación antes de la implementación de las esclusas en el Canal del Dique.



## Cambio Climático y Recursos Hídricos

- 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 del mar, favoreciendo la acumulación de metales pesados en los organismos de la cadena alimenticia de ecosistemas costeros.
- 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.



- 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 de 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%.
- Los escenarios futuros de incrementos de 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 sino también para las comunidades costeras más vulnerables de las islas Tierra Bomba y Barú.
- 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.

## Nivel Relativo del Mar

- En las últimas dos décadas, el nivel relativo del mar en la zona costera de Cartagena ha estado subiendo 7.02 mm cada año, tasa de ascenso que es más del doble de la velocidad de ascenso del nivel del mar global.
- La subsidencia o el hundimiento de los suelos costeros de la bahía de Cartagena, de origen geológico, es responsable del 41% del ascenso actual del nivel relativo del mar. El 59% restante se puede atribuir al aumento del nivel del mar global relacionado con el cambio climático. Por lo tanto, los planes y fondos de mitigación de inundaciones en la ciudad no solo se deben enfocar en el cambio

climático sino también al diseño de infraestructuras de protección y de planeación urbana a 50 y 100 años.

- Los valores de hundimiento del terreno en Cartagena, medidos con tecnología de imágenes radar y con estaciones GPS, principalmente en sectores como Laguito, Castillo Grande, Ciénaga de la Virgen, Isla Manzanillo, Mamonal-Sur, Pasacaballos y Puerto Bahía, presentan magnitudes preocupantes de desplazamiento vertical, similares las tasas de movimiento de ciudades costeras y deltas como Jakarta, Shangai, Laos, Nueva Orleans, Mekong, Yangtze, Misisipi, entre otras.
- Según los modelos y proyecciones del nivel del mar del Centro Integrado de Datos para el Clima de la Universidad de Hamburgo (ICDC, <http://icdc.cen.uni-hamburg.de/1/daten/ocean/ar5-slr.html>), Cartagena experimentará ascensos de nivel del mar de 26 cm al 2050 y de 76 cm al 2100, sin contar el hundimiento del terreno y los mares de leva. Incluyendo el factor de hundimiento del terreno, el ascenso del nivel relativo del mar en 2050 sería 35 cm y en 2100 sería de 95 cm.
- El acelerado ascenso del nivel relativo del mar de Cartagena, con gran influencia del hundimiento vertical de origen geológico, requiere de la implementación de un sistema de monitoreo geodésico en diferentes partes de la bahía y ciudad, información relevante para la planeación urbana del futuro ante los ascensos dramáticos proyectados del nivel del mar.



## MENSAJES CLAVES

- Las condiciones de salud de varias comunidades insulares exhiben deficientes indicadores; se destacan la presencia de enfermedades relacionadas con el agua en el sistema digestivo, lesiones dermatológicas y perfiles metabólicos alterados.
- Las poblaciones vecinas de la Bahía de Cartagena se encuentran expuestas a variados agentes tóxicos que podrían afectar en el largo plazo su salud de manera preocupante. Es importante indagar acerca de los posibles factores generadores de esta situación y estudiar con mayor profundidad los casos encontrados.
- Los deficientes indicadores de salud valorados se acrecientan con la falta de infraestructura. Barú carece por completo de un sistema de conducción de agua (acueducto) que provea de fuentes mejoradas. 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.
- El empoderamiento sobre el entorno de las comunidades costeras del distrito de Cartagena favorece que tomen conciencia de la problemática ambiental que representa la contaminación del agua para la pesca y la salud. El conocimiento les permite a las comunidades lograr ese empoderamiento para participar en discusiones y decisiones de gobernanza.
- Se favorece a las mujeres como líderes de su hogar y de las comunidades que habitan para el cuidado de la salud teniendo como eje central al agua, bajo un entorno psicosocial.



## Afecciones en la Salud Relacionadas con el Agua

- BASIC analizó las condiciones de salud de varias comunidades en la zona costera de la bahía. Las comunidades de Barú y Ararca exhiben pobres indicadores de salud, presencia de enfermedades relacionadas con el agua y malas condiciones de infraestructura.
- 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 evidencian crecimiento de microorganismos bacterianos. Las poblaciones insulares están recibiendo agua contaminada con bacterias de importancia médica, como los coliformes. Adicionalmente, se han identificado poblaciones bacterianas de *Pseudomonas* spp microorganismo oportunista en los cuerpos de agua naturales que también son de uso humano.
- BASIC encontró lesiones dermatológicas pruriginosas e infecciones ocasionadas por hongos, lesiones asociadas a la calidad del agua.
- 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.
- Se evidencian perfiles metabólicos alterados, así como alteraciones nutricionales. También, casos de anomalías genéticas en algunos de los miembros de las comunidades.

- 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.
- 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.

## Influencia de los Metales Pesados sobre la Salud Humana, las Especies y el Ambiente

- Exámenes toxicológicos de muestras de cabello en comunidades costeras de la Bahía de Cartagena mostraron la presencia de elementos como mercurio en un 45% de los casos estudiados.
- Los metales pesados representan un riesgo para la salud de los organismos marinos y las poblaciones que los consumen. El Grupo UNIMOL de la Universidad de Cartagena realiza estudios actuales para determinar el posible efecto genotóxico del mercurio y cadmio en la sangre y directamente en el material genético de células humanas.



- La población se encuentra expuesta a agentes tóxicos que podrían afectar en el largo plazo su salud de manera preocupante. Es importante indagar acerca de los posibles factores generadores de esta situación y estudiar con mayor profundidad los casos encontrados.

## Deficiencias en Infraestructura que Afectan Negativamente la Salud

- 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.
- 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 de 3-4 casas presentan recipientes con agua infestada con larvas de mosquitos.
- En las comunidades persisten pobres condiciones en los indicadores de salud valorados que se acrecientan con la infraestructura deficiente. 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.



**BASIC**  
 DIPLOMADO EN GOBIERNO ACADÉMICO DE LA BARRIA Y ZONAS PLANAS  
 Proyecto BASIC, Carrera Realizante: 2019-2021  
 Programa de Capacitación Continua UNIMOL  
 MODELO DE SALUD  
 "Intermedios y Agua Contaminada (Pecidos Pesados y Nitrato)"  
**Nei'ar**  
 Nombre del Participante  
 Universidad del Cauca  
 UNIMOL

## Educación como Apoyo a la Resiliencia en las Comunidades

- 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.
- La economía está basada en el turismo (22.7%) y en la pesca artesanal (13.6%). El 72.3% de la población no finalizó la educación básica y labora en áreas relacionadas con estos oficios.
- Se brinda conocimiento sobre su entorno a las comunidades costeras del distrito de Cartagena para que tomen conciencia de la problemática ambiental que representa la contaminación del agua para la pesca y la salud. El conocimiento les permite a las comunidades lograr empoderamiento para participar en discusiones y decisiones de gobernanza.

## Empoderamiento de la Mujer como Estrategia Educativa para mejorar los Indicadores de Salud

- Se favorece a la mujer como líderes de su hogar y de las comunidades para el cuidado de la salud teniendo como eje central el agua, bajo un entorno psicosocial guiado por expertas en psicología y trabajo social.
- Mujeres de los corregimientos de Ararca, Barú, Tierra Bomba y Caño del Oro fueron capacitadas para fomentar el empoderamiento sobre el adecuado manejo del agua para disminuir los riesgos de contaminación que podrían afectar la salud.
- La estrategia participativa se denominó MUJERES AL AGUA. Se crean espacios reflexivos y de autovaloración de las mujeres, con la finalidad de fortalecer su autoestima y la proyección personal en espacios grupales, familiares y comunitarios.
- Como herramienta de apoyo ante la pandemia de la Covid 19 se consolidaron comunidades virtuales de mujeres participantes de la estrategia. Entre las técnicas aplicadas están: grupos focales para fortalecer el amor propio y el fomento de la gobernanza del agua, el Mural de Ideas para fortalecer los aprendizajes significativos, además cesiones de consejerías psicosociales individuales para proporcionar atención integral a las personas de las comunidades que están pasando por momentos difíciles.



## GOBERNANZA

### MENSAJES CLAVES

- Todos perdemos cuando congestionamos las playas de turistas y vendedores. Perdemos con la contaminación de las playas, los manglares, los corales y el agua marina. Perdemos cuando muchas redes y anzuelos congestionan los bajos de pesca, o cuando congestionamos las calles de moto taxistas. Cada uno trata de sobrevivir, pero lo poco que gana de ingreso no es suficiente por tanta congestión y competencia por estos recursos comunes.
- Cuando la bahía de Cartagena está bien conservada, se generan beneficios económicos para todos por los servicios ecosistémicos que esta presta a ciudadanos, turistas y empresarios. Perder estos beneficios económicos por la sobre explotación y congestión de la bahía es una pérdida para toda la economía y para la sociedad.
- La solución para este problema es una gobernanza de la bahía compartida donde todos participemos para construir acuerdos y reglas que todos cumplamos sobre el uso de estos recursos comunes (playas, arrecifes, manglares y la bahía en general). Esa gobernanza no es tarea solamente de las autoridades, es tarea de todos. Como empresarios, como funcionarios, como ciudadanos, como usuarios de esa bahía compartida. Necesitamos direccionar los recursos financieros que se puedan recaudar por el uso de la bahía compartida para poder utilizarlos en el monitoreo ambiental y de la salud de la población, así como en las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas de la bahía compartida por todos.

- 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.
- 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.
- Por otro lado, las pocas oportunidades de los jóvenes y adultos en la isla llevan a estrategias de supervivencia como la del moto-taxismo y la venta de artesanías en las playas aledañas, 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.
- A través de experimentos económicos del proyecto BASIC (2014-2017), los 109 pescadores que participaron reportaron que un 83% 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 posibilidad de que los pescadores combinaran su tiempo entre sus faenas marinas y actividades de careteo (snorkeling) con turistas y así reducir la presión sobre el recurso pesquero, pero manteniendo sus ingresos. 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.
- 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.
- Los experimentos económicos de BASIC mostraron que la disposición a pagar por una disminución de 1% en el nivel de contaminación es de \$271 +/- 284 pesos por kilogramo de pescado capturado.
- 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.
- 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 más 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.
- En un nuevo estudio realizado en el proyecto BASIC –Cartagena Resiliente se lograron identificar más de 3,600 estudios en el mundo que podrían ofrecer información sobre los beneficios económicos de los ecosistemas costeros y que nos dieran pistas de cómo valorar económicamente ese bienestar de conservar la Bahía de Cartagena. De estos estudios se detectaron 187 estimaciones con valores económicos concretos. Entre estos estudios, a través de un meta-análisis, encontramos que en promedio una hectárea de humedales costeros puede producir al año el equivalente de USD\$3,184 (algo más de COP \$12 millones), y que una hectárea de manglares conservados podría producir anualmente en beneficios económicos a la sociedad cerca de USD\$ 6,553 (COP\$25 millones). De la misma manera encontramos beneficios económicos derivados de los arrecifes coralinos que podrían sumar cerca de USD\$8,600 anuales por hectárea (COP\$ 32 millones) si se contabilizaran beneficios por la provisión de comida y materiales, la regulación de ciclos biológicos, el soporte a otras especies y aspectos culturales de apreciación y disfrute para turistas y habitantes.
- Estos beneficios económicos de una Bahía compartida de Cartagena en la que todos se benefician, requiere de una gobernanza en la que participen autoridades, empresarios, gremios y ciudadanos que estén interesados en recibir estos beneficios. Es importante siempre tener en cuenta que aportar para reducir el daño a la bahía es costoso desde la perspectiva de cada uno de estos jugadores, pero solo en la medida en que una mayoría de los actores aporten se podrían recibir estos beneficios y así sostener a la vez la actividad turística, industrial, pesquera y comunitaria al mismo tiempo.
- La gobernanza de la Bahía compartida nos obliga a pensar en sistemas de compensaciones y transferencias financieras en donde cada aportante, de acuerdo con su uso de la Bahía compartida, aporte para que se puedan canalizar estos recursos a tres actividades fundamentales para garantizar que esos beneficios económicos lleguen a todos y se sostengan en el tiempo:
  - > **Monitoreo ambiental y de salud:** solo con información científica de primera mano, veraz y confiable, sobre la calidad del agua de la bahía y del agua de consumo humano se podrán levantar las alertas sobre la calidad ambiental en la bahía. Existen posibilidades de monitoreo comunitario con tecnologías de bajo costo que ha desarrollado la Universidad de los Andes para vincular a los ciudadanos a cuidar su entorno.
  - > **Conservación:** la integridad ecológica de playas, manglares y arrecifes coralinos es fundamental para sostener la pesca, la actividad turística de naturaleza y los ciclos ecológicos de la bahía.
  - > **Restauración:** los procesos históricos de degradación de la bahía por una larga acumulación de contaminación y daño por varias actividades económicas han deteriorado la capacidad de la bahía de mantener sus ciclos naturales. Es necesario trabajar en ciertas zonas de manglares y de arrecifes donde se pueden recuperar estas funciones para el servicio de turistas, pescadores, y demás habitantes de la bahía compartida.



## RECURSOS BIOLÓGICOS

### MENSAJES CLAVES

- Dada la singularidad de los manglares, al ser considerados los ecosistemas más productivos del mundo, localizados estratégicamente en los litorales costeros, proveedores de bienes y servicios ambientales, en Colombia al igual que otros países tropicales y subtropicales, donde se desarrollan estas formaciones de bosques que toleran cambios en los niveles de salinidad e intermitencia de periodos secos y húmedos (halohelófilas), se cuenta con disposiciones específicas para su conservación y manejo.
- Conocer los recursos biológicos implica varios niveles de investigación, pero siempre en la siguiente secuencia lógica: caracterización, diagnóstico, planificación y monitoreo. Son cuatro puntos básicos del ordenamiento, que se pueden traducir en la línea básica, pero que requerirá del seguimiento para que tenga sentido y poder determinar hacia el futuro qué está pasando con los recursos y actuar de manera oportuna.
- La conservación integral más significativa y efectiva es la que se hace dentro del ambiente original y que en su mayoría se refiere a la reservación de áreas naturales cuya limitación de uso las cataloga como protegidas. El uso sostenible de poblaciones o especies naturales de la flora o fauna también aplica dentro de las modalidades de conservación, aunque deben estar respaldadas por rigurosas investigaciones científicas.

- Considerando las diversas amenazas sobre la biodiversidad se recomienda facilitar el desarrollo de acuerdos de conservación, haciendo partícipes de los mismos a la mayor parte de la sociedad a fin de que esta cruzada colectiva permita la conservación de la biodiversidad y los procesos ecosistémicos que la mantienen. De esta manera, el esfuerzo no solo recaería en las comunidades pobres y con menos acceso a los beneficios derivados de la protección del patrimonio natural de todos los colombianos.
- 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 el sistema ecológico 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.



## Biodiversidad

Bajo un contexto general, la biodiversidad se refiere a todas las formas de vida que existen en el planeta y cobija desde organismos unicelulares hasta las formas multicelulares más complejas que componen los cinco reinos vivos (Mónera, Protista, Hongos, Vegetal y Animal).





La biodiversidad se concibe como la variedad de las formas de vida manifestadas por la heterogeneidad genética o del ADN, y de la forma como estas se integran, estructural y funcionalmente, para conformar comunidades, ecosistemas y biomas. Por lo tanto, la biodiversidad son las especies pero también los ecosistemas.

En relación con la zona de trabajo, la biodiversidad se refiere a la riqueza ambiental de la zona marino costera de la Bahía de Cartagena, el Canal del Dique y el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. En la **Tabla 1** se registran algunos ejemplos de biodiversidad de las zonas marino costeras. Prácticamente todos los componentes de la biodiversidad registrados en esta tabla están presentes en la zona de Cartagena y por ser de carácter general están presentes a lo largo de las costas colombianas.

**Tabla 1. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS**

<b>BIOMA O ECOSISTEMAS</b>
Halohelobiomas - Manglares
Pedobiomas freatofíticos - Bosques riparios o de galería
Psammobioma - Playas, dunas o medanos
<b>POBLACIONES Y ÁREAS ESPECIALES</b>
Mamíferos acuáticos [cetáceos, sirénidos y carnívoros]
Aves marinas y playeras
Tortugas marinas
Crocodílidos [caimanes y cocodrilos]
Peces
Crustáceos [langostas, camarones y cangrejos]
Moluscos [bivalvos, caracoles, pulpos y calamares]
<b>COMUNIDADES DEL SUBLITORAL</b>
Formaciones coralinas
Fondos con fanerógamas [pastos marinos]
Fondos con algas carnosas
<b>ESPECIES</b>
Inventarios de fauna [vertebrados e invertebrados]
Inventario de flora
<b>SISTEMAS ECOLÓGICOS BENTÓNICO</b>
Playas y litorales
Planos
Playones
Lagunas costeras
Zonas de surgencias
Estuarios
Albinas o playones salinos
Marismas
Intermareales de lodos
Hidrotermales
Diapiros

## Manglares

- Dentro de los ecosistemas de las zonas costeras, los manglares son las formaciones de mayor transcendencia dada su singularidad ecológica y su importancia desde la perspectiva socioeconómica, cuyas particularidades básicas se podrían resumir de la siguiente manera: (1) son formaciones boscosas, (2) crecen en los litorales marinos, (3) están sujetos a la acción de las mareas, (4) son considerados como ecosistemas altamente productivos y (5) poseen bienes y prestan servicios que el hombre aprovecha de manera permanente.
- La denominación halohelobioma sugiere dos características básicas; (1) que las especies de mangles pueden soportar condiciones moderadas de salinidad (halo) y (2) que se crecen en sitios inundables intermitentes (helo). Esta vegetación también posee otras estrategias de adaptación de tipo fisiológico y fisionómico para subsistir y desarrollarse en medios pantanosos e inestables (aunque también secos y firmes), anóxicos (medios sin oxígeno) en muchas de las ocasiones e inundados temporal o permanentemente con aguas de influencia salina o salobre.
- En el área de Cartagena están presentes las cinco especies de mangles registradas para el Caribe de Colombia: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erecta* y *Pelticiera rhizophora*.
- El manglar puede penetrar desde la costa hacia el interior, siguiendo el curso de los ríos, hasta donde se encuentra con vegetación de agua dulce.



## UNA EXPERIENCIA DE RESTAURACIÓN DE MANGLARES

Como producto de la implementación del "Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar en Colombia" a través de sendos proyectos Proyecto PD- 171- 91 Rev.2 (F), "Conservación y Manejo para el Uso Múltiple, y el desarrollo de los Manglares de Colombia 1995 – 2000" y Proyecto PD 60/01 Rev. 1 (F) "Manejo sostenible y restauración de manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia 2002-2003", el país avanzó en la puesta en marcha de una estrategia de restauración en bosques de manglar y la cual a la fecha se registra su avance a través del trabajo del "Estado actual de los procesos de restauración de áreas de manglares desarrolladas por el proyecto manglares de Colombia MAVDT- OIMT-CONIF (1999-2004) con la participación de comunidades locales del Caribe, la restauración de manglares una década después (G. Ulloa)".

Aunque la restauración de áreas de manglar para el Caribe de Colombia cobijó los ocho departamentos costeros, la presente síntesis actualizada se refiere a la valoración de varios métodos de restauración en cuatro zonas mangláricas: (1) El Sevillano en Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena); (2) Canal del Dique (Bolívar y Sucre); (3) Bahía de Barbacoas en playones de los caños Lequerica y Matunilla (Bolívar) y (4) Bahía de Cispatá, (Córdoba).

En este caso, "se puede concluir que de lo sembrado hace 14 años, por lo menos un 80% constituyen densos bosques actualmente, con un aparente estado de recuperación total. Inclusive en localidades como los playones de Lequerica en la Bahía de Barbacoa (Bolívar), la mayoría de las plántulas sembradas ya fueron cosechadas por la comunidad, pero una sucesión natural que se propició desde el inicio, hoy se recrea como un bosque dominado por especies que no fueron sembradas y que ocultan la evidencia del mencionado aprovechamiento. Por lo tanto, el balance sigue siendo positivo, ya que en estas áreas donde no había vegetación, hoy hay un manglar" (G. Ulloa).

En cuanto a la estructura del manglar en algunos sectores de la Bahía de Cispatá (Córdoba), Bahía de Barbacoas (Bolívar) y en el sector de Sevillano en la CGSM (Magdalena), se pudo evidenciar recientemente que las especies sembradas han alcanzado tamaños entre 25 y 35 cm de circunferencia a la altura del pecho, lo que deja entrever el desarrollo de la restauración y en cierta manera el éxito y las potencialidades económicas para la comunidad.



ARRECIFES  
CORALINOS

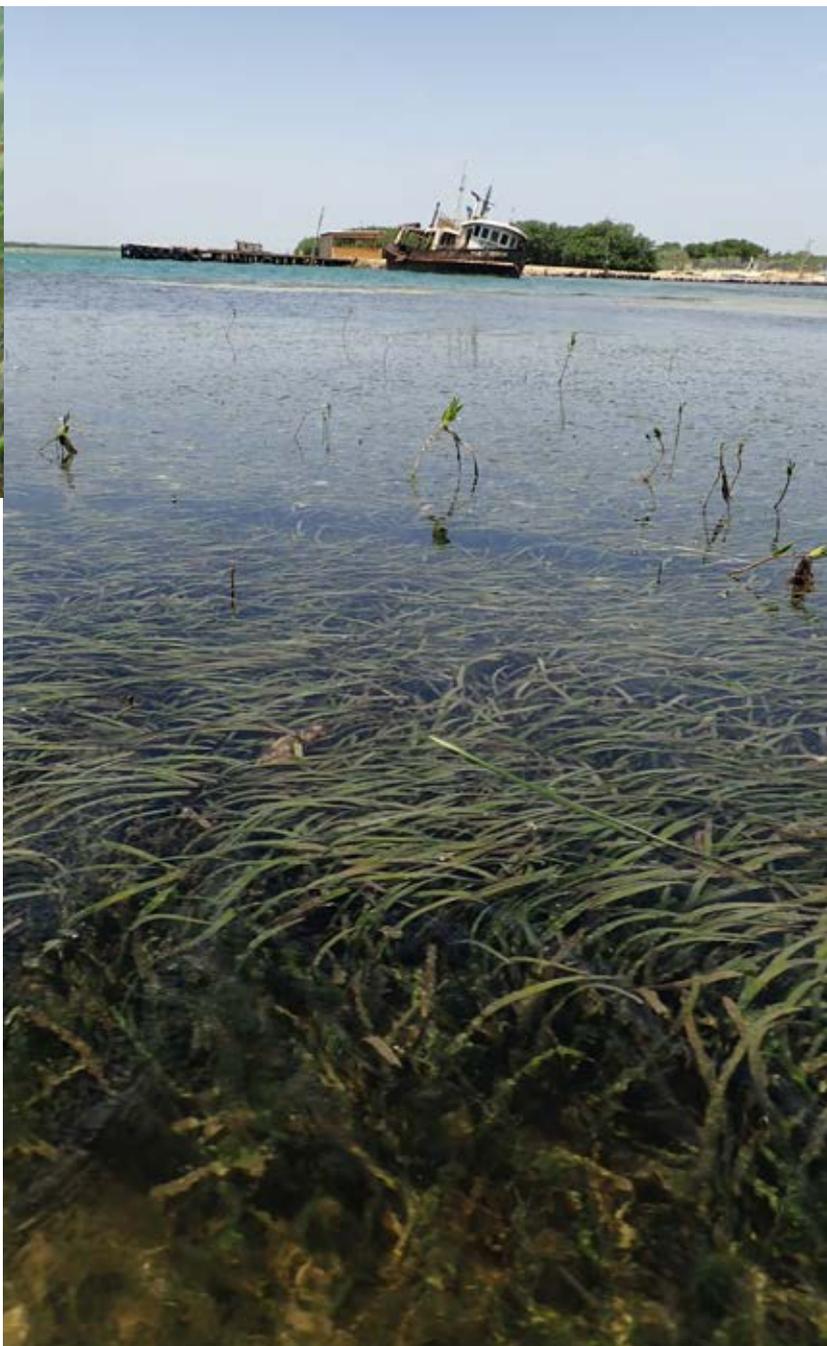


## Formaciones Coralinas o Arrecifes de Coral

- Las formaciones coralinas, además de los corales duros, presentan diferentes tipos de organismos característicos del ecosistema como algas, esponjas, corales blandos, hidrocorales y cianobacterias. Asimismo, exhiben diversos sustratos como arena, cascajo y coral muerto. Dentro de la comunidad de corales duros se resalta la dominancia de las siguientes especies: *Montastraea faveolata*, *Agaricia agaricites*, *A. tenuifolia*, *M. annularis* y *Porites astreoides*.
- Las formaciones coralinas actúan como barreras que protegen la costa del embate de las olas y exportan e importan energía relacionándose con otros ecosistemas como manglares y praderas de pastos marinos.
- Un arrecife en buen estado de salud se caracteriza por presentar una cobertura de corales duros igual o superior al 50% y la otra mitad distribuida en los demás grupos de organismos (algas, esponjas, corales blandos, cianobacterias, hidrocorales) y sustratos inertes.
- Los arrecifes coralinos de todo el Caribe han venido presentando una fuerte degradación en los últimos 30 años. Esto se ha reflejado en un cambio de arrecifes dominados por corales a arrecifes dominados por algas, conocido como cambio de fase. Lo anterior ha sido atribuido entre muchas razones, por la reducción de herbívoros, cambio climático y escorrentía continental (aporte de agua dulce con nutrientes y sedimentos).
- Según la Profesora Elvira Alvarado, entre los principales impactos de las actividades humanas sobre los arrecifes coralinos están:
  - > Procesos de desarrollo económico en las zonas de litoral.
  - > **Contaminación:** altos niveles de nutrientes y sedimentos, pesticidas, derramamiento de petróleo, descargas y emisiones industriales, metales.
  - > **Sedimentación:** sedimentos continentales, desperdicios sólidos, disturbios por embarcaciones, basuras.
  - > **Rompimiento y remoción del coral:** minería del coral, daños por anclas, pisadas y rupturas por visitas no controladas, encallamiento de naves.
  - > Sobreexplotación de peces para consumo.
  - > **Métodos destructivos de pesca:** venenos, explosivos, arrastres de fondo, pesca fantasma, tamaños de malla mínimos en trampas, extracción de especies claves, extracción de especies en peligro.
  - > **Cambio climático global:** aumento del nivel y la temperatura del mar y cambios en la radiación ultravioleta.
- En general el reclutamiento de corales en toda la zona costera de Cartagena es bajo comparado con otros arrecifes. De seguir así, es probable que los arrecifes futuros sean pobres en biodiversidad asociada, poco resilientes y con menores bondades y servicios ecosistémicos.

Recientemente se ha avanzado en la implementación de seis experiencias piloto, tres de establecimiento de guarderías para colonias coralinas y tres de trasplante de colonias, con resultados de supervivencia entre el 85% y el 95%. Las conclusiones de estas experiencias señalan la necesidad de: (1) mejorar y formalizar la articulación entre las comunidades, las áreas protegidas, las entidades de investigación y los investigadores; (2) fortalecer procesos de ordenamiento regional para reducir presiones sobre

arrecifes; (3) generar procesos de articulación claros en nuevos planes de manejo; (4) construir bases de datos con los respectivos diseños; y (5) llevar a cabo ejercicios, talleres y mesas de trabajo para análisis y propuestas (Rebeca Franke, PNN Territorial Caribe, comunicación personal). Al ser experiencias recientes, todavía no se puede medir su eficacia.



## Praderas de Pastos Marinos

- Según el Dr. Juan Manuel Díaz, las praderas de pastos marinos se cuentan entre las asociaciones vegetales marinas más productivas y con mayor tasa de crecimiento. Como ecosistema, cumplen un sinnúmero de funciones ecológicas entre las que se destacan: la producción de fuentes directas o indirectas de alimento, el suministro de sustrato para la fijación de organismos que pueden vivir sobre estos y no son parásitos para él (epífitos) y su contribución en la recirculación de nutrientes y estabilización de sedimentos. Estos ecosistemas proveen hábitat para una amplia variedad de organismos marinos incluyendo peces, invertebrados, algas, plancton, bacterias y hongos. Algunas de las especies de relevancia comercial son *Strombus gigas* y *Panulirus argus*.
- Los Pastos Marinos o Fanerógamas Marinas son plantas vasculares con flores que dan lugar a formaciones vegetales muy características en las aguas litorales denominadas comúnmente “praderas de pastos”, los cuales forman un ecosistema marino conformado por flora y fauna muy particular en estrecha asociación con los manglares y arrecifes coralinos. La fuerte interacción entre estos tres ecosistemas (manglar-pastos-arrecifes de coral) se da como el elemento clave para el análisis ecológico de la región del Gran Caribe.
- En el Gran Caribe se han registrado nueve especies de pastos marinos, de los cuales seis están representados en el Caribe colombiano y las más abundantes son *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens*.

- Son reservorio de biodiversidad, ya que brindan refugio, hábitat y alimento a numerosos organismos marinos como anélidos, moluscos como el caracol pala, crustáceos, erizos, estrellas de mar, peces, tortugas marinas, aves acuáticas y manatíes.
- Funcionan como estabilizador de los sedimentos, por lo que protegen a las costas contra la erosión y a los arrecifes coralinos contra la sedimentación excesiva.
- En la parte central de la costa Caribe colombiana, entre Cartagena y las costas suroccidentales del Golfo de Morrosquillo, incluyendo las que rodean las islas de San Bernardo y El Rosario, se encuentran 5.714 ha de praderas. Éstas son de extensión pequeña a mediana y se desarrollan especialmente sobre arenas bioclásticas. Aquí, los elementos más conspicuos de la fauna son las estrellas de mar (*Oreaster reticulatus*), erizos, pepinos, esponjas y algunos corales.
- La principal causa de pérdida de praderas submarinas es la reducción de la transparencia del agua debida al enriquecimiento excesivo de nutrientes y el aumento de la turbidez causada por los sedimentos. La llegada al mar de estos elementos que provienen de las actividades humanas realizadas tierra adentro, genera grandes impactos en las zonas costeras. Los desechos arrastrados por los ríos, la pesca, la acuicultura, la introducción de especies exóticas, la navegación, el fondeo de las embarcaciones y la alteración física del hábitat por el dragado de fondos y las obras de infraestructura costera ocasionan el impacto más fuerte en este ecosistema.



## 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.
- En cuanto al plomo, las concentraciones fueron hasta ocho veces más altas que la concentración límite definida para niños por la Unión Europea (50 µg de Plomo/kg de pescado), especialmente durante la época de lluvias.
- 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 ug 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 ug de mercurio/kg de pescado, especialmente en época seca.
- 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.
- 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.
- 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.



## TESTIMONIOS DE LAS COMUNIDADES

Con el **ánimo de mantenernos en contacto** con los **participantes del programa**, y **gracias al apoyo de la Fundación HEO**, indagamos acerca de sus **expectativas** sobre el diplomado, así como por **la situación** que actualmente **enfrentan en sus comunidades** con relación al COVID-19.



**DIEGO CAMARGO,**  
líder comunitario de Isla Barú, y quien se autodefine como ambientalista de corazón, manifiesta con entusiasmo la motivación e interés despertados con el inicio del diplomado para aprender sobre nuevas iniciativas que contribuyan a la conservación de la Bahía de Cartagena, los arrecifes aledaños y el medio ambiente en general.

Según señala Diego, las dificultades desatadas a nivel mundial a causa de la pandemia, se agudizan particularmente en comunidades con recursos y condiciones precarias, como la suya. No obstante, los habitantes de Isla Barú han contado con un abastecimiento parcial de agua potable durante este tiempo, producto de un acuerdo establecido dentro del proyecto de creación de la vía de la Península Barú. Adicionalmente han retomado sus canoas y remos, o han vuelto al campo, trayendo de vuelta actividades como la pesca y la agricultura a fin de encontrar fuentes de sustento, y para el cual también han recibido algunas ayudadas del sector privado.

El líder confía en que las acciones tomadas por el gobierno nacional surtan el efecto deseado de cara a la reanudación de actividades. En este respecto, el barulero anticipa muchos cambios y restricciones que perjudicarán particularmente el sector turístico y por ende a las comunidades que dependen de él. Aún así, Diego se mantiene optimista y destaca la buena disposición de sus coterráneos frente a alternativas que los ayuden a salir adelante.



**GILSON ALTAMAR,**  
miembro de la comunidad de Santa Ana, ratifica la pertinencia e importancia del diplomado para poder así, desde su labor como líder comunitario, sentar bases con fundamento teórico y apoyadas en la experiencia de expertos en el tema ambiental, como los docentes del programa. “Aprender y replicar, es mi expectativa”, comenta el participante.

En relación con el tema del COVID-19, Altamar afirma que la pandemia no solo ha modificado los estilos de vida de las naciones, sino que además habrá que convivir con ella por muchos años. Según el líder, la vuelta a la normalidad del sector turístico será difícil y estará sujeta a una nueva normativa.

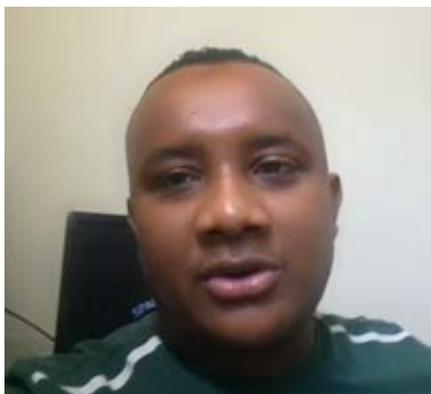
En medio de las complejidades de la situación actual, Gilson destaca de manera positiva que en su comunidad no ha faltado el agua. De igual forma relata como los lugareños han encontrado formas alternativas de sustento como la pesca de caracol, hechos que dan cuenta de la importancia de valorar los recursos naturales con los que se cuenta y de diversificar las actividades económicas. “Es importante retomar la pesca, el tema de la agricultura, es importante vincular al SENA para tener otras alternativas, y no solamente pensar en que podemos vivir del turismo”, concluye Altamar.



**LILIA HERRERA,**  
ingeniera ambiental de la isla de Tierra Bomba, recalca el valor del diplomado realizado por BASIC para comprender las problemáticas que se presentan en la bahía. Sus expectativas como ambientalista incluyen crear consciencia dentro de su comunidad sobre los impactos generados en la bahía y proponer soluciones que contribuyan a su mitigación.

Frente al reinicio de actividades, Lilia expresa que no sabe cuándo regresará el turismo a las playas y que, de ocurrir, deberá llevarse a cabo con las medidas de seguridad respectivas. De momento, en su comunidad se ha vuelto a actividades como la pesca y la agricultura a fin de generar ingresos económicos para las familias. De igual forma, estas actividades se observan como alternativas a futuro para no depender totalmente del turismo.

Como aspecto positivo, en el marco de la pandemia, la ingeniera menciona con ánimo que han vuelto a ver la bahía cristalina y la reproducción de muchas especies de flora y fauna dentro de ella, eventos que conllevan a la valoración de los recursos naturales que poseen.



**NEICER ELLES,**  
presidente del Consejo Comunitario de Comunidades Negras de Pasacaballos, lamenta la interrupción del diplomado debido a la emergencia desatada por el COVID-19. Según afirma, el inicio del diplomado representó para él una experiencia agradable y enriquecedora gracias a su dinámica, contenido y a la relevancia del contexto.

De manera desafortunada, Neicer explica como su comunidad ha sufrido numerosas pérdidas humanas durante la pandemia y ha sentido la falta de apoyo del distrito para afrontar dicha crisis. En materia de recursos, el servicio de agua se ha visto interrumpido inoportunamente, limitando así hábitos de higiene fundamentales para contrarrestar la propagación del virus. La pesca por su parte no ha sido totalmente interrumpida, aún así, el control ejercido por las autoridades para asegurar el cumplimiento del llamado del gobierno nacional a quedarse en casa, ha afectado el sostenimiento de las familias, añade Eilles.

Pese a las adversidades, el habitante de Pasacaballos espera con fé que en el futuro cercano se logre un restablecimiento de actividades igual o similar al anterior y que la población adopte con cultura las medidas sanitarias necesarias para hacer frente al nuevo coronavirus.



**OLIBERTA GUERRERO,**  
residente de la comunidad de Ararca, resalta la metodología empleada el primer día de clases, la cual consideró fundamental para la apertura del diplomado. Al participar en el programa, Oliberta espera desarrollar conocimiento y técnicas que le permitan comprender más de las problemáticas ambientales y generar soluciones que mejoren la calidad de vida de los habitantes de su localidad.

Dadas las fuertes repercusiones del COVID-19 en la economía del país, la joven ararqueña enfatiza la posibilidad de reactivar ciertos sectores de la economía siempre que se cumpla efectivamente con los protocolos de bioseguridad. Para Oliberta, la administración eficiente de recursos como el agua, es una de las grandes enseñanzas que ha dejado la pandemia, pues pese a ser indispensable en la lucha contra el virus, en su comunidad han enfrentado retos con el abastecimiento.

En respuesta a los desafíos económicos, la pesca ha aumentado considerablemente en comparación con años anteriores. De acuerdo con la participante, la alcaldía y empresas ubicadas en el sector, han extendido ayudas humanitarias a la población y los trabajadores de los hoteles han conservado sus empleos a pesar del cierre de las instalaciones. En los ojos de Guerrero, la motivación y la innovación son claves en la búsqueda de nuevas alternativas. El marketing digital podría ser una vía para la reactivación y operación de antiguos y nuevos emprendimientos en el marco de una nueva normalidad, concluye la joven.



## GLOSARIO

- > **Acción colectiva:** El proceso de coordinación entre individuos para lograr un beneficio común que no sería posible de manera individual.
- > **Aguas residuales:** Cualquier tipo de agua utilizada, por usos domésticos o industriales, cuya calidad se vio afectada negativamente. Sin tratamiento adecuado, las aguas residuales presentan un riesgo de contaminación a los cuerpos de agua a donde se descargan.
- > **Anóxico:** La condición de un medio (como el agua, por ejemplo) que no tiene oxígeno.
- > **Arrecifes coralinos:** Es una estructura subacuática formada por la acumulación de carbonato de calcio que producen los corales. Sirven como refugio a numerosas especies marinas en sus estados juveniles, razón por la cual deben ser conservados.
- > **Bahía compartida:** Entender la bahía como un recurso de uso común en donde todos se benefician de su conservación y su uso, pero donde se requiere de la acción colectiva para lograrlo. Todos los usuarios se benefician de su conservación y todos se ven afectados negativamente de su degradación.
- > **Bienes y servicios ecosistémicos costeros:** Conjunto de beneficios que pueden ser estimados con un valor monetario, para reflejar el valor que tiene para la sociedad el que se sostengan las funciones de provisión de comida y materiales, los procesos de regulación y soporte natural entre diferentes especies y los beneficios culturales para la sociedad por la mera existencia y apreciación de la bahía.
- > **Bioma:** Hace referencia a un paisaje con clima y suelo similares que determinan un tipo de vegetación y fauna propios.
- > **Boscosas:** Espacios naturales compuestos por uno o más especies de árboles.
- > **Bosques riparios:** Bosques ligados a la ribera de un río.
- > **Cambio climático:** La variación en el estado del sistema climático de la Tierra, que puede afectar tanto a los valores medios meteorológicos (como la temperatura y precipitación) como a su variabilidad y extremos.

- > **Coliformes:** Un grupo de especies bacterianas utilizados comúnmente como indicadores de contaminación proveniente de aguas residuales domesticas (alcantarillado).
- > **Contaminante:** Una sustancia introducida en el medio ambiente que tiene efectos no deseados o que afecta negativamente a la utilidad de un recurso.
- > **Cuenca hidrográfica:** Es un área terrestre delimitada por la línea de las cumbres, que drena todas sus aguas hasta un punto, como la desembocadura de un río.
- > **Deforestación:** La actividad humana que destruye o agota la superficie de los bosques, generalmente con el objetivo de destinar el suelo a otra actividad.
- > **Ecología:** La rama de la ciencia biológica que estudia las relaciones de los diferentes seres vivos entre sí y con su entorno del medio ambiente.
- > **Ecosistema:** Un sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan. Por ejemplo, el ecosistema de un arrecife coralino incluye los corales, los peces, los cangrejos, y el agua, entre muchos más seres vivos.
- > **Ecotoxicología:** El estudio del efecto de compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos. Como campo multidisciplinario, se integra la toxicología, la ecología y la química ambiental.
- > **Ecoturismo:** Un tipo de actividad turística enfocada en la observación del medio ambiente natural.
- > **Enfermedades transmitidas por vector.** Una enfermedad transmitida por un agente infeccioso, como los mosquitos, por ejemplo.
- > **Erosión:** El desgaste o denudación de suelos y rocas, resultando en el transporte de sedimentos desde las áreas terrestres hasta el mar.
- > **Esclusa:** Una obra hidráulica utilizadas para controlar el flujo de agua de un cuerpo de agua. Por ejemplo, la instalación de esclusas en el Canal del Dique controlaría la cantidad de agua y de sedimentos que fluye a través del canal hasta la bahía Cartagena.
- > **Estrés hídrico:** Una situación cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.
- > **Especie:** Es un conjunto de organismos o poblaciones naturales semejantes entre sí por tener características comunes.
- > **Estuario:** Un cuerpo de agua donde se mezclan aguas dulces (ej. un río) con aguas saladas (ej. el mar).
- > **Eutrofización:** El proceso de enriquecimiento excesivo en nutrientes de un cuerpo de agua que resulta en el florecimiento de algas y posteriormente la disminución de oxígeno.
- > **Evaporación:** El proceso en que el agua cambia de su estado líquido a un estado gaseoso.
- > **Experimentos económicos:** Un método académico para estudiar las cuestiones económicas. Los datos recogidos en los experimentos se utilizan para estimar el tamaño del efecto, probar la validez de las teorías económicas, y detallar los mecanismos del mercado.
- > **Gobernanza:** La forma de gobierno basada en la interrelación equilibrada del Estado, la sociedad civil y el mercado para lograr un desarrollo económico, social e institucional estable.
- > **Hidrodinámica:** El estudio del movimiento del agua, para lo cual se considera su velocidad, presión y densidad, entre otros factores físicos.

- > **Hidrología:** Una rama de las Ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.
- > **Hipoxia:** Condiciones de bajo oxígeno disuelto en las aguas de la bahía, resultado del proceso de eutrofización.
- > **Infección fúngica:** Una infección causada por hongos.
- > **Lesión dermatológica pruriginosa:** Una lesión sobre la piel, que produce inflamación y/o el deseo de rascarse.
- > **Manglares:** Un ecosistema tropical formado por árboles de mangle parcialmente sumergidos en el agua y tolerantes a las aguas saladas, como en los estuarios y zonas costeras.
- > **Materia orgánica:** La materia que proviene de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural. En la ciencia de las aguas, un indicador de la presencia de materia orgánica es la demanda biológica de oxígeno en un periodo de 5 días (DBO5).
- > **Metales pesados:** Un grupo de elementos que se consideran contaminantes en el medio ambiente acuático natural, incluyendo el mercurio, cromo y plomo, entre otros metales.
- > **Microorganismos bacterianos:** Las bacterias son microorganismos y algunos pueden ser perjudiciales (patogénicas), las cuales causan enfermedades.
- > **Modelación:** Una técnica científica utilizada para caracterizar un sistema con cálculos numéricos y simular sus procesos para pronosticar condiciones futuras. Por ejemplo, un modelo numérico de la bahía Cartagena es basado en los procesos hidrodinámicos de la bahía y se utiliza para pronosticar las condiciones de sus aguas.
- > **Nivel relativo del mar:** El nivel de la superficie del mar con respecto a la superficie del terreno.
- > **Pastos marinos:** Un ecosistema marino que consiste en praderas de plantas acuáticas y los animales que viven entre ellos.
- > **Pluma:** En el sentido de aguas costeras, una pluma es la zona donde se dispersa una alta concentración de una sustancia hasta una baja concentración. Por ejemplo, en la boca del Canal del Dique, se dispersan altas concentraciones de sedimentos en una pluma turbida hasta que mezclan con las aguas del mar.
- > **Precipitación:** La caída del agua desde la atmósfera hasta la superficie terrestre.
- > **Recursos biológicos:** Cualquier recurso que proviene de los organismos, como los animales o plantas.
- > **Renovación de las aguas:** El proceso natural de reemplazar todas las aguas de un cuerpo de agua (ej. la bahía Cartagena) con nuevas aguas del mar a través de la circulación.
- > **Resiliencia:** La capacidad de superar, sobrevivir y adaptarse a condiciones adversas.
- > **Sublitoral:** Es un sector del fondo marino que siempre está cubierto de agua y allí se encuentran las formaciones coralinas, las praderas de pastos marinos y los fondos con algas.
- > **Surgencia:** Es una cantidad (masa) de agua fría que sube hacia la superficie del océano.

- > **Turbidez:** La medida del grado de transparencia del agua.
- > **Vertimiento:** La descarga final de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido a un cuerpo de agua, el alcantarillado o el suelo.

Diplomado en Gobernanza  
Ambiental de Bahía y  
Zonas Marinas



A nighttime photograph of a harbor. In the foreground, several boats are docked. In the background, a large industrial structure, possibly a refinery or power plant, is illuminated with warm lights, reflecting on the water. The sky is a deep blue.

# BASIC

CARTAGENA

BASIN SEA INTERACTIONS WITH COMMUNITIES

INTERACCIONES ENTRE COMUNIDADES Y OCEANOS

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