

# **PLAN ESTRATÉGICO DE INVESTIGACIÓN**

CONTRIBUYENDO AL  
FUTURO DE LAS  
CIENCIAS MARINAS  
EN COLOMBIA

# PLAN ESTRATÉGICO DE INVESTIGACIÓN CONTRIBUYENDO AL FUTURO DE LAS CIENCIAS MARINAS EN COLOMBIA

## **Autores**

Carmenza Duque  
Monica Puyana  
Leonardo Castellanos  
Freddy Ramos  
Juan Manuel Diaz  
Horacio Torres Sánchez  
Jorge Higinio Maldonado  
Susana Caballero  
Andrés F. Osorio

Fernando A. Zapata  
Valeria Pizarro  
Sven Zea  
Mauricio Romero-Torres  
Thomas Wilke

Con contribuciones de los  
participantes de las minicumbres  
CEMarin 2016-2018

# LAS CIENCIAS MARINAS EN COLOMBIA

COLOMBIA ES UNO DE LOS CINCO “PAÍSES MEGADIVERSOS” DEL MUNDO, CON NIVELES EXTRAORDINARIAMENTE ALTOS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES Y ENDEMISMO

Además de una biodiversidad terrestre bien documentada, particularmente en las selvas tropicales del país, Colombia tiene una vasta biodiversidad marina en una variedad de ecosistemas a lo largo de sus costas Pacífico y Caribe, así como alrededor de islas oceánicas y en mar abierto. Estos ecosistemas y sus especies asociadas proporcionan servicios ecosistémicos esenciales para cientos de miles de personas, particularmente en las comunidades costeras.

Sin embargo, la mayoría de los ecosistemas y especies marinas son amenazados por presiones antropogénicas locales, regionales y globales. Por tanto, una mejor protección y uso sostenible de esta riqueza natural es una prioridad para el país. En particular, la pérdida de biodiversidad marina y biorecursos, la creciente

destrucción de hábitats costeros por la agricultura no sostenible, industria y turismo; así como las influencias adversas del cambio climático, han estado aumentando durante mucho tiempo preocupaciones en la comunidad científica, los constructores de política pública y el público en general.

Estas amenazas refuerzan la necesidad de una estrategia de ciencias marinas poderosa y eficaz en Colombia, así como una estrecha colaboración entre investigadores. Sin embargo, durante las últimas décadas la dirección y el enfoque de la investigación científica han cambiado drásticamente por varias razones: la globalización, la creciente complejidad de los problemas científicos, la necesidad de información científica sólida para los tomadores de decisiones y la creciente compe-

tencia por la financiación. Hoy en día, la ciencia exitosa y visible tiene que cumplir con distintos criterios. Debe ser inter y transdisciplinaria, basada en redes internacionales, enfocada en campos emergentes y vincular la ciencia básica con la solución de problemas agravantes; particularmente problemas socioeconómicos y socioecológicos. A pesar de ser una "nación científica emergente", Colombia se ha rezagado en comparación con otros países de América del Sur (p.ej. Brasil, Argentina y Chile) en programas de investigación marina colaborativa, debido a limitaciones logísticas y financieras.

A pesar de que el país cuenta con científicos marinos excelentes y altamente productivos, en su mayoría faltan estudios interinstitucionales e interdisciplinarios centrados en los problemas marinos mundiales, y los vínculos entre las ciencias básicas y aplicadas a menudo están poco desarrollados. Esto requiere una estrategia de ciencias marinas dirigida a resolver los problemas globales con implicaciones regionales en Colombia, en particular la protección y el uso sostenible de los recursos marinos; y que fortalezca aún más la investigación interdisciplinaria, atravesando las ciencias básicas y aplicadas.



tencia por la financiación. Hoy en día, la ciencia exitosa y visible tiene que cumplir con distintos criterios. Debe ser inter y transdisciplinaria, basada en redes internacionales, enfocada en campos emergentes y vincular la ciencia básica con la solución de problemas agravantes; particularmente problemas socioeconómicos y socioecológicos. A pesar de ser una "nación científica emergente", Colombia se ha rezagado en comparación con otros países de América del Sur (p.ej. Brasil, Argentina y Chile) en programas de investigación marina colaborativa, debido a limitaciones logísticas y financieras.

A pesar de que el país cuenta con científicos marinos excelentes y altamente productivos, en su mayoría faltan estudios interinstitucionales e interdisciplinarios centrados en los problemas marinos mundiales, y los vínculos entre las ciencias básicas y aplicadas a menudo están poco desarrollados. Esto requiere una estrategia de ciencias marinas dirigida a resolver los problemas globales con implicaciones regionales en Colombia, en particular la protección y el uso sostenible de los recursos marinos; y que fortalezca aún más la investigación interdisciplinaria, atravesando las ciencias básicas y aplicadas.



# MISIÓN Y VISIÓN CEMARIN

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas - CEMarin es una organización internacional sin ánimo de lucro, fundada en 2009 por instituciones académicas de Colombia y Alemania: Universidad de Los Andes (Bogotá, Colombia), Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colombia), Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Bogotá, Colombia), Universidad del Valle (Cali, Colombia) y la Universidad Justus Liebig de Gies-sen (Giessen, Alemania). CEMarin es uno de los "Centros de Excelencia" respaldado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD).

## MISIÓN

CEMarin tiene como objetivo dar respuesta a cuestiones ambientales y socioeconómicas fundamentales, relacionadas con los ecosistemas marinos en América Latina. Integra la investigación marina interdisciplinaria con la formación innovadora en posgrado, así como la creación de redes internacionales que atraviesen disciplinas básicas y sociales.

## VISIÓN

En 2027 la Corporación CEMarin será líder internacional en la integración de la investigación marina, la formación de posgrado y la participación en redes académicas en Latinoamérica. Aprovechando nuestro acceso a dos océanos y la experticia combinada de las instituciones que nos conforman, facilitaremos los descubrimientos científicos en áreas emergentes de las ciencias marinas, relacionados con los cambios ambientales y su impacto en los ecosistemas y la sociedad, el uso sostenible de los ecosistemas marinos y costeros, así como los avances tecnológicos. Los investigadores de posgrado formados por CEMarin se convertirán en miembros reconocidos de la comunidad científica internacional, y embajadores activos de los ecosistemas marinos. CEMarin se convertirá en una plataforma central para la creación de redes entre científicos marinos colombianos e internacionales, con el fin de promover y coordinar proyectos de investigación de alto impacto y financiados con recursos externos. A través de inversiones estratégicas en la infraestructura marina, así como en programas de investigación y formación durante los próximos años, CEMarin incrementará su impacto sobre los investigadores, estudiantes de posgrado y las comunidades a las que atiende.

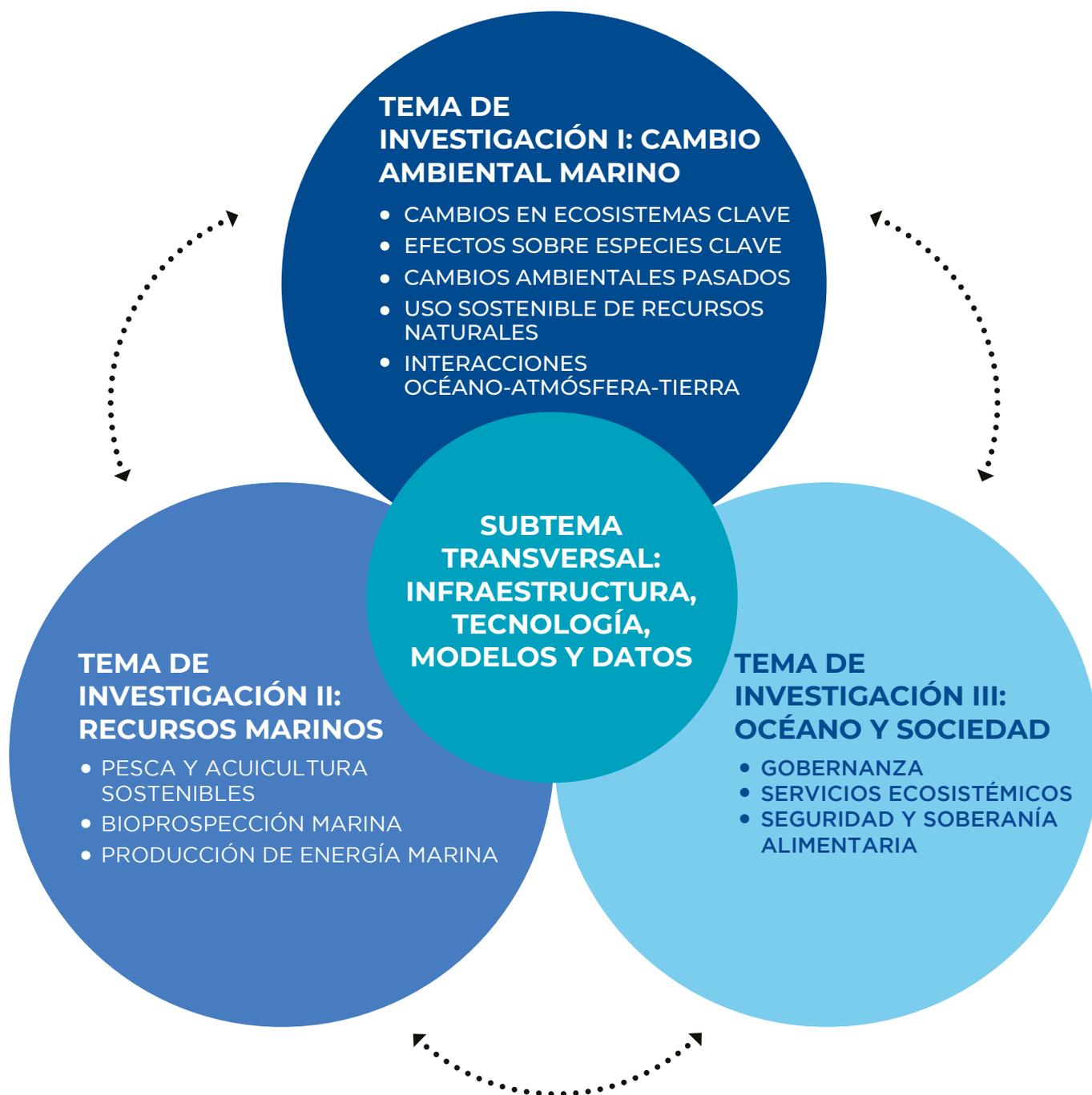


# TEMAS DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de integrar a los científicos marinos colombianos e internacionales en todas las disciplinas e instituciones y construir una sólida red de investigación colaborativa, que permita resolver cuestiones fundamentales sobre la protección y el uso sostenible de los recursos marinos y costeros, CEMarin se concentra en

líneas de investigación interdisciplinarias e interactivas (véase la figura), así como en un tema de apoyo transversal. Estos determinan la estrategia del centro respecto a las prioridades de investigación, el desarrollo de infraestructura, los programas de formación, el desarrollo de capacidades y la formulación de políticas.

FIGURA. CEMARIN TEMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TEMA DE APOYO



# TEMA DE INVESTIGACIÓN I: CAMBIO AMBIENTAL MARINO

Actualmente, la humanidad se enfrenta al denominado “sexto evento de extinción masiva”. Esta crisis afecta a todos los ecosistemas globales, pero los sistemas marinos y costeros son particularmente vulnerables debido a las intensas actividades humanas dentro y alrededor de esas áreas. Aunque los ecosistemas marinos y las especies y poblaciones que albergan están cambiando en respuesta a factores naturales y antropogénicos, existe una preocupación creciente en torno a los rápidos procesos mediados por el hombre, como la degradación del hábitat, la contaminación, el forzamiento climático causado por el hombre, la acidificación de los océanos, la presión de la pesca y la introducción de especies invasoras. Además, los efectos adversos de los factores de estrés antropogénicos no solo son evidentes en los ecosistemas cercanos a la costa, sino también cada vez más en las partes más remotas de los océanos.

Comprender el alcance de estos cambios, sus procesos subyacentes, la interacción de los impulsores naturales y antropogénicos, así como la contribución relativa de los procesos globales, regionales y locales, es de suma importancia para la mitigación del cambio ambiental, el uso sostenible de los recursos marinos, la protección del medio ambiente y el mantenimiento de un frágil equilibrio socioeconómico.

Por lo tanto, el Tema de Investigación I combina las ciencias biológicas y de la tierra para estudiar la respuesta a los impulsores del cambio ambiental por parte de los ecosistemas y las especies de modelo seleccionadas. El tema está estrechamente relacionado con el Tema de Investigación II (Recursos Marinos) y el Tema de Investigación III (Océano y Sociedad), y comprende una variedad de métodos y enfoques que incluyen estudios de campo a largo plazo, mesocosmos experimentales, y ecogenómica, así como modelados teóricos y empíricos.

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IA: CAMBIO AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS FUNDAMENTALES

Colombia alberga una amplia variedad de ecosistemas marinos y estuarinos. Todos ellos se ven afectados por cambios ambientales naturales y antropogénicos. Sin embargo, los factores estresantes precisos, o combinaciones de estos, a menudo se desconocen. Por lo tanto, comprender la estructura y función de estos ecosistemas, así como su vulnerabilidad a presiones ambientales es de gran importancia para mitigar los impactos ambientales adversos y para asegurar la integridad, resiliencia y función de los ecosistemas.

De particular preocupación son los arrecifes y conjuntos de corales. Las presiones globales, como el cambio climático y la acidificación de los océanos, están provocando una disminución mundial, mientras que las amenazas regionales y locales incluyen prácticas pesqueras destructivas y la sobrepesca, el desarrollo costero y urbano no planificado, la contaminación y sedimentación, y la introducción de especies invasoras.





Se necesita la investigación colaborativa para evaluar el impacto de múltiples factores de estrés superpuestos en la resiliencia de los ecosistemas de arrecifes de coral, tanto en condiciones naturales como controladas. Colombia es ideal para tales estudios porque alberga arrecifes de coral tanto en el mar Caribe como en el océano Pacífico, en regiones cercanas y lejanas a la costa, en sistemas fóticos y mesofóticos, y en áreas de surgencia y no surgencia.

Los bosques de manglares también cubren extensas extensiones de la costa del país. Este ecosistema protege las costas de la erosión y las marejadas ciclónicas, es altamente productivo y un importante sumidero de carbono. Además, proporciona hábitats para muchas especies marinas y terrestres, actúa como un vivero de organismos marinos y estuarinos, proporciona recursos pesqueros, y es una fuente importante de sustento para las comunidades costeras.

Los bosques de manglares son altamente afectados por las actividades humanas y el cambio climático. Otros ecosistemas marinos de particular interés para el CEMarin son las costas rocosas, los lechos de pastos marinos y los estuarios, así como los hábitats mesofóticos y bentónicos de aguas profundas (véase también la Línea de Investigación ID). Estos últimos pueden servir como refugios potenciales para especies vulnerables y como sitios de estudio para comprender el alcance de la huella humana.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. EVALUACIONES ECOSISTÉMICAS INTEGRADAS DE ECOSISTEMAS CLAVE
2. SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS UTILIZANDO ENFOQUES DE VANGUARDIA
3. EXPLORACIÓN DE ECOSISTEMAS ANTERIORMENTE INACCESIBLES CON NUEVAS TECNOLOGÍAS
4. ESTUDIOS AMBIENTALES CONTROLADOS UTILIZANDO INSTALACIONES MODERNAS DE MESOCOSMOS Y MICROCOSMOS

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IB: EFECTOS DEL CAMBIO AMBIENTAL EN ESPECIES MARINAS FUNDAMENTALES

Como país megadiverso, Colombia alberga numerosas especies marinas, algunas de ellas endémicas. Sin embargo, a pesar del aumento de las investigaciones sistemáticas realizadas durante las últimas décadas, muchos taxones siguen siendo desconocidos y no descritos, particularmente a lo largo de la costa del Pacífico del país y en las partes más profundas de los océanos. Además, incluso para las especies bien reconocidas, a menudo se carece de un conocimiento comprensivo sobre su biología.

Para calificar y cuantificar los efectos del cambio ambiental en los organismos marinos clave, es necesario comprender su historia de vida, ecología, distribución espacial y respuestas al estrés. Las especies modelo de interés comprenden taxones de particular importancia para comprender el cambio ambiental en ecosistemas clave (véase también la Línea de Investigación IA). Estos taxones incluyen especies fundamentales e ingenieros de ecosistemas (p.ej. corales y manglares), que tienen un efecto desproporcionadamente grande en los ecosistemas (p.ej., erizos de mar y peces loro), taxones que sirven, en la realidad o potencialmente, como recursos para la acuicultura, la pesca y la bioprospección (p.ej., varias especies de corales, algas y esponjas) y especies invasoras como el pez león y el camarón blanco.

Esta línea de investigación integra las observaciones de campo a largo plazo con experimentos de trasplante, investigaciones genéticas y ecogenómicas de especies y poblaciones, estudios fisiológicos y de comportamiento en condiciones controladas, estudios de plasticidad fenotípica, así como modelos predictivos y evaluaciones de riesgo a nivel de especie y población.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. PROCESOS QUE RIGEN LOS CAMBIOS EN LA POBLACIÓN Y LAS DINÁMICAS DE RANGO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES COSTERAS Y MARINAS
2. IMPULSORES Y EFECTOS DE LAS INVASIONES BIOLÓGICAS
3. HISTORIA DE VIDA DE ESPECIES IMPORTANTES ECOLÓGICA Y COMERCIALMENTE
4. RESPUESTAS DE ESTRÉS TANTO A NIVEL FISIOLÓGICO COMO GENÉTICO

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IC: ENTENDER EL CAMBIO AMBIENTAL PASADO PARA PREVER EL FUTURO

Las áreas marinas proporcionan excelentes sistemas modelo para estudios geobiológicos integrados de cambios ambientales pasados. Conocer la historia geológica, ambiental y climática de un área específica permite a los investigadores investigar, por ejemplo, la relación entre el cambio de biodiversidad y los procesos regulatorios subyacentes. Este enfoque requiere la integración de datos estratigráficos, sedimentológicos, geoquímicos, paleontológicos, ecológicos y moleculares para identificar las condiciones y procesos ambientales críticos involucrados. Comprender las causas de los cambios pasados en los ecosistemas y la biodiversidad y sus consecuencias, ayuda a arrojar luz sobre los cambios ambientales actuales y a desentrañar las contribuciones relativas de los factores estresantes naturales y antropogénicos. Por lo tanto, las investigaciones paleoecológicas pueden proporcionar datos de referencia importantes para comprender los impulsores y las consecuencias de los procesos de cambio global actuales. Esta información también ayudará a los investigadores a evaluar la gravedad relativa de la actual crisis de biodiversidad y a hacer predicciones modeladas del destino de los ecosistemas marinos y su biota asociada en el futuro.

Esta línea de investigación integra estudios paleo-oceanográficos, como la recuperación de núcleos de sedimentos de sitios cercanos y lejanos a la costa, con estudios paleontológicos de macro y microfósiles, análisis de isótopos estables, estudios de biósfera profunda (p.ej., la vida microbiana en sedimentos marinos), estudios sísmicos, análisis de relojes moleculares y modelos predictivos.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES DE ECOSISTEMAS CLAVE
2. LA RESPUESTA DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS A LOS CAMBIOS AMBIENTALES PASADOS
3. RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS Y RESISTENCIA DE LAS ESPECIES A LOS CAMBIOS PASADOS
4. UMBRALES DE CAMBIOS AMBIENTALES ("EVENTOS CATASTRÓFICOS") QUE LLEVAN A CAMBIOS DE RÉGIMEN
5. MODELADO HISTÓRICO PARA VALIDAR LOS MODELOS DE IMPULSORES DE CAMBIOS AMBIENTALES ACTUALES
6. MODELADO PREDICTIVO PARA PREDECIR CAMBIOS FUTUROS BAJO DIFERENTES ESCENARIOS DE CAMBIO GLOBAL

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN ID: USO SOSTENIBLE Y CONSERVA- CIÓN DE LOS RECURSOS MARINOS NATURALES

Colombia es rica en recursos marinos que brindan una variedad de servicios ecosistémicos, particularmente recursos bióticos de ecosistemas clave como arrecifes de coral, bosques de manglares, praderas de pastos marinos, costas rocosas y estuarios. Además, el país tiene una gran diversidad de animales, plantas y microorganismos marinos, muchos de los cuales producen sustancias o materiales que son o pueden potencialmente ser utilizados para fines humanos (véase también la Línea de Investigación IB). Sin embargo, diversos recursos marinos se ven afectados directa o indirectamente por los cambios ambientales, en particular los provocados por el hombre, como destrucción del hábitat, contaminación, sobrepesca e introducción de especies invasoras. La pérdida de recursos naturales, a su vez, puede resultar en la pérdida de servicios ecosistémicos, aumentando la inequidad social y potencialmente, causando malestar social (véase también el Tema de Investigación III).

Nuestros investigadores están particularmente interesados en (1) los vínculos directos entre los cambios ambientales, la biodiversidad y la gestión sostenible de los recursos, (2) la contribución de ecosistemas clave a la conservación in situ de los recursos naturales, (3) la evaluación, gestión y conservación de especies endémicas, (4) los ecosistemas marinos manejados por comunidades indígenas y locales, (5) el trabajo en red y colaboración eco-regional, (6) la restauración y rehabilitación de ecosistemas marinos, (7) la adaptación y mitigación del cambio climático, (8) los programas de investigación sobre el cultivo de corales, (9) la creación de redes internacionales para combatir las especies invasoras y (10) la utilización de tecnologías emergentes para apoyar el uso sostenible y la conservación de los recursos marinos naturales.

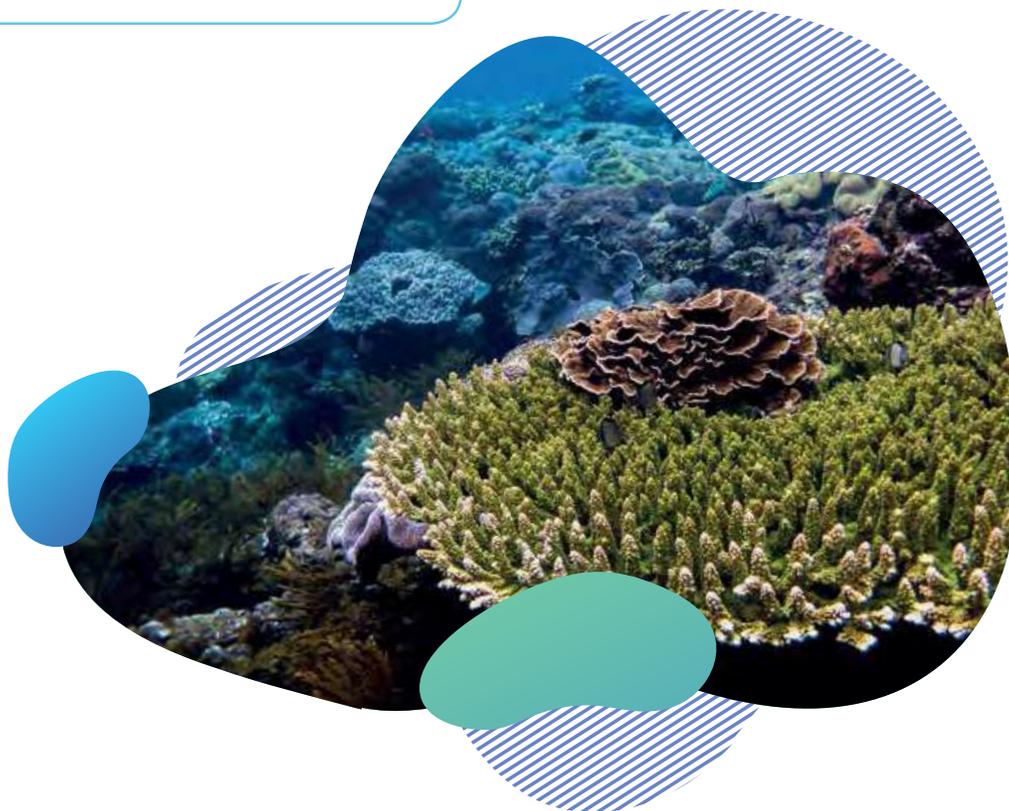
El agotamiento de los recursos marinos naturales en Colombia continúa casi sin cesar, y se necesitan enfoques innovadores para abordar la pérdida de servicios ecosistémicos.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LOS IMPULSORES DIRECTOS (P.EJ., PESCA INSOSTENIBLE, CONTAMINACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE HÁBITAT) E INDIRECTOS (P.EJ., DEMOGRAFÍA, ECONOMÍA, SOCIEDAD, POLÍTICA) AL CAMBIO GENERAL
2. RESILIENCIA DE ECOSISTEMAS Y RESISTENCIA DE ESPECIES
3. CONCEPTOS PARA LA PROTECCIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES MARINOS
4. ENFOQUES DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS MARINOS NATURALES QUE TAMBIÉN INVOLUCRAN A LAS COMUNIDADES LOCALES

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IE: INTERACCIÓN OCÉANO-ATMÓSFERA-TIERRA

La Tierra es un sistema muy complejo formado por componentes interconectados. Por lo tanto, comprender los sistemas costeros y marinos y sus interacciones dinámicas con otros componentes de la Tierra en escenarios de cambio global sigue siendo un desafío clave. Desentrañar tales dinámicas típicamente requiere la interacción de diversas disciplinas y enfoques, con el fin de abordar los problemas que ocurren en varias escalas temporales y espaciales. Los cambios a gran escala en el clima, la dinámica oceánica de mesoescala/submesoescala y del nivel del mar, la surgencia y no surgencia, los ciclos biogeoquímicos, la escorrentía fluvial, los balances hídricos y energéticos en las cuencas oceánicas, la geomorfología costera y las dinámicas de las aguas subterráneas costeras son ejemplos de tales procesos. De particular interés son las interacciones océano-tierra y océano-atmósfera.



### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. IMPACTO DEL USO DE LA TIERRA, LA COBERTURA DEL TERRENO, EL NIVEL DEL MAR Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS SISTEMAS COSTEROS A TRAVÉS DE CAMBIOS EN LOS CICLOS GEOQUÍMICOS, LAS DINÁMICAS DEL AGUA DULCE Y EL AGUA SUBTERRÁNEA
2. PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS MARINOS Y COSTERO
3. IRCULACIONES OCEÁNICAS Y SUS IMPLICACIONES EN LOS INTERCAMBIOS DE CALOR, AGUA, SAL, OXÍGENO, NITRÓGENO Y DIÓXIDO DE CARBONO ENTRE EL OCÉANO Y LA ATMÓSFERA
4. CICLOS BIOGEOQUÍMICOS EN ESCALAS DE TIEMPO
5. MODELADO DE INTERACCIONES ATMÓSFERA-OCÉANO-TIERRA
6. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PELIGROS NATURALES

## TEMA DE INVESTIGACIÓN II: RECURSOS MARINOS

Los recursos marinos incluyen todos los servicios y beneficios que la humanidad obtiene del océano. Estos incluyen alimentos y piensos, compuestos químicos para procesos farmacéuticos e industriales, recursos energéticos marinos y valores recreativos, entre otros beneficios. Sin embargo, el uso insostenible de los recursos marinos ha aumentado en todo el mundo. Por ello, diversas instituciones y organizaciones están promoviendo la evaluación, el uso sostenible, el manejo adecuado y la conservación de estos recursos.

Algunas preocupaciones incluyen, las reducciones significativas en las poblaciones de peces durante las últimas décadas, así como problemáticas ambientales asociadas con las prácticas de pesca actuales y los enfoques de la acuicultura. Resolver estos problemas requiere enfoques de investigación innovadores que combinan la ciencia básica y aplicada.

Esto también se aplica a la búsqueda de recursos químicos y genéticos de valor comercial ("bioprospección"). En el contexto marino, esta última también se conoce como "Tecnología Azul" o "Marina". La vasta diversidad de los ambientes marinos sustenta formas de vida que prosperan en una amplia gama de condiciones ambientales, lo que resulta en la mayor diversidad genética en la Tierra. Por lo tanto, este campo ha recibido un interés sustancial no solo dentro de la comunidad científica, sino también en el sector industrial.

El uso sostenible de los recursos marinos también incluye energías renovables derivadas de la salinidad y los gradientes térmicos, así como las olas y mareas. La utilización de estos recursos requiere tanto una comprensión adecuada de los procesos físicos y químicos en el océano como la evaluación de sus efectos potenciales en ecosistemas sensibles (véase también el Tema de Investigación I).



## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIA: IBASE CIENTÍFICA DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA SOSTENIBLES

La explotación no regulada de los recursos marinos, en particular las poblaciones de peces, ha contribuido a la degradación de los ecosistemas marinos y ha generado conflictos entre las comunidades locales que tradicionalmente utilizan esos recursos. Existe una necesidad urgente de obtener información básica sobre las poblaciones de peces y las pesquerías en los mares colombianos, así como sobre sus factores ambientales subyacentes. Estos datos podrían ser la base de un Marco Espacial Marino que brinde información valiosa para el manejo científico, económico y político de los caladeros colombianos.

En todo el mundo, la disminución de las poblaciones de peces se compensa principalmente con la acuicultura marina. En Colombia, la acuicultura marina se ha centrado principalmente en las especies de camarón. Además, algunas iniciativas recientes apuntan a cultivar peces marinos como cobia, meros y pargos, aunque aún no se ha alcanzado la escala comercial. Sin embargo, se sabe poco sobre la biología, la genética de las poblaciones, y las historias de vida de otras posibles especies objetivo, en particular los taxones ornamentales (véase también la Línea de Investigación IB). Además, la acuicultura marina a menudo se asocia con problemas ambientales, lo que exige enfoques tecnológicos novedosos y respetuosos con el medio ambiente.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. POTENCIAL BIOLÓGICO Y ECONÓMICO DE LAS ESPECIES OBJETIVO (ALGAS, PECES E INVERTEBRADOS)
2. HISTORIA DE VIDA, DEMOGRAFÍA Y GENÉTICA DE POBLACIÓN DE POTENCIALES ESPECIES OBJETIVO
3. REQUISITOS DE PRODUCCIÓN DE ACUICULTURA SOSTENIBLE (DEMANDAS Y DIETA NUTRICIONALES, NECESIDADES REPRODUCTIVAS) PARA LAS ESPECIES DE INTERÉS
4. TÉCNICAS DE ACUICULTURA INNOVADORAS QUE PERMITAN UNA PRODUCCIÓN RENTABLE Y SOSTENIBLE POR LAS COMUNIDADES LOCALES
5. LÍNEAS NOVEDOSAS DE ACUICULTURA ENFOCADAS EN ESPECIES ORNAMENTALES Y ESPECIES DE IMPORTANCIA FARMACÉUTICA Y BIOMÉDICA, DEMANDADAS EN EL MERCADO INTERNACIONAL
6. ENFOQUES DE ACUICULTURA DEL MAR / LEJOS DE LA COSTA (OFF-SHORE)

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIB: BIOPROSPECCIÓN MARINA

En 2011, el Gobierno colombiano implementó la “Estrategia Nacional de Biotecnología y Política de Uso Sostenible de la Biodiversidad” para mejorar las capacidades institucionales para el uso sostenible de la biodiversidad (recursos biológicos y genéticos, así como sus derivados) y el desarrollo comercial de la biotecnología.

En Colombia, la bioprospección marina ha involucrado principalmente estudios químicos de invertebrados como esponjas y corales blandos. Sin embargo, recientemente ha aumentado el interés en la genética y la ecología química de las bacterias, actinomicetos y cianobacterias asociados a los invertebrados, así como de las algas marinas (principalmente algas rojas y pardas). Por ejemplo, los informes actuales indican que la diversidad microbiana todavía se subestima enormemente y que muchos organismos esperan ser descubiertos. La mayor parte de esta investigación se ha realizado en el Caribe colombiano, especialmente en la zona de Santa Marta, seguida del Archipiélago de San Andrés y el Golfo de Urabá. Otras regiones marinas del país se han explorado en un grado mucho menor.

A pesar de que el Gobierno colombiano, Colciencias (programa Colombia Bio) y varias organizaciones están muy interesados, aún quedan varios desafíos por abordar. Existe una gran necesidad de fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas del país, alentar a los grupos a colaborar en la investigación de bioprospección, y mejorar el marco regulatorio para las patentes. También existe una gran necesidad de fortalecer y aplicar la formación científica en materia de herramientas genómicas, proteómicas y metabolómicas para la exploración de la biodiversidad marina y, en consecuencia, de la bioprospección.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. POTENCIAL CIENTÍFICO Y ECONÓMICO DE LOS ORGANISMOS DE ECOSISTEMAS MARINOS NO EXPLORADOS EN COLOMBIA
2. COMPUESTOS NOVEDOSOS PARA APLICACIONES INDUSTRIALES (P.EJ., PINTURAS, ENZIMAS, BIOPOLIMEROS, BIOMATERIALES, COSMÉTICOS Y COSMECÉUTICOS)
3. ALIMENTOS Y PIENSOS NOVEDOSOS E INGREDIENTES CON PROPIEDADES NUTRICIONALES MEJORADAS
4. DROGAS NOVEDOSAS PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES HUMANAS
5. TÉCNICAS ÓMICAS PARA LA BIOPROSPECCIÓN
6. MÉTODOS DE CULTIVO PARA MACRO Y MICROORGANISMOS
6. ENFOQUES BIOTECNOLÓGICOS SOSTENIBLES

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIC: BASE CIENTÍFICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA MARINA

Durante las últimas décadas, ha habido un mayor interés en las fuentes de energía renovable, y el gobierno colombiano ha aumentado recientemente el apoyo a la investigación sobre el uso de fuentes de energía alternativas. Colombia está particularmente interesada en las fuentes de energía marina como las olas y las mareas, así como en los gradientes de salinidad y térmicos. Las simulaciones actuales indican, por ejemplo, un alto potencial de energía de gradiente de salinidad en los sistemas de desembocadura de los ríos en el Caribe colombiano. Además, una segunda fuente de energía renovable, Conversión de Energía Térmica Oceánica (Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC), podría ser de particular interés para islas pequeñas. Estas enfrentan desafíos para garantizar suministros energéticos sostenibles y tienen un gran potencial térmico oceánico. Sin embargo, dado que la generación de energía a partir de recursos marinos renovables sigue siendo científicamente desafiante y técnicamente exigente, se ha realizado relativamente poca investigación en Colombia en este campo emergente. Además, el impacto ambiental de estas tecnologías en ecosistemas específicos en Colombia sigue siendo poco conocido (véase también el Tema de Investigación I).

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. ESTUDIOS ESPACIALMENTE EXPLÍCITOS DE POTENCIALES ENERGÉTICOS EN LAS AGUAS COSTERAS COLOMBIANAS
2. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA MARINA RENOVABLES
3. SOLUCIONES INTEGRADAS PARA ENERGÍA SOSTENIBLE, AGUA POTABLE Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN PEQUEÑAS ISLAS, EN PUEBLOS COSTEROS AISLADOS, Y EN ECOSISTEMAS VULNERABLES
4. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA MARINA
5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MARINA SOSTENIBLE



# TEMA DE INVESTIGACIÓN III: OCÉANO Y SOCIEDAD

Las interacciones entre las personas y los océanos son muy complejas. Por un lado, los seres humanos obtienen muchos beneficios de los océanos y los mares, como alimentos, piensos, energía, medicamentos y servicios ecosistémicos. Por otro lado, el océano y sus procesos asociados pueden infligir impactos negativos y riesgos para la sociedad, como eventos climáticos severos, desastres costeros, contaminantes antropogénicos, floraciones de algas nocivas, especies invasoras y enfermedades causadas o transmitidas por organismos marinos.

Tradicionalmente, las ciencias sociales abordan problemas relacionados con los impactos y riesgos de las interacciones océano-humanas, mientras que las ciencias marinas suelen reconocer los beneficios relacionados. Sin embargo, con más personas viviendo en áreas costeras y con los efectos cada vez mayores del cambio global, las interacciones entre el océano y la sociedad se vuelven más complejas. Esto, a su vez, requiere enfoques de investigación multi e interdisciplinarios.

El propósito de esta investigación es comprender cómo los diferentes actores se relacionan con los ecosistemas marinos y entre sí, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las áreas marino-costeras. Las partes interesadas incluyen comunidades que habitan áreas marinas y costeras, pescadores artesanales, organizaciones comunitarias y asociaciones de pescadores, ONGs, la industria pesquera y otros actores involucrados en el uso de los ecosistemas marinos y costeros. Todos ellos están relacionados con los ecosistemas marinos y se benefician de ellos de diferentes formas, y deberían ser responsables de su conservación. Las agencias gubernamentales también son partes interesadas, dado su papel en la formulación de políticas, el monitoreo y la aplicación de la ley.

En Colombia, existe una pérdida creciente de conocimientos relacionados con la comprensión de cómo las comunidades interactúan con el entorno que habitan y cómo estas interacciones influyen en su dinámica social y calidad de vida. Además, se requieren datos de referencia sobre el desempeño de organizaciones sociales como las cooperativas de pescadores y su impacto en el bienestar de las comunidades costeras. Finalmente, se deben identificar las prácticas de conservación y administración de ecosistemas implementadas por diferentes partes interesadas.

Este tema de investigación también tiene como objetivo comprender cómo se implementan las políticas y reglas gubernamentales para la gestión de la pesca basada en el ecosistema a nivel nacional, regional y local, y cómo las partes interesadas se involucran en la formulación e implementación de esas políticas y reglas.

Comprender las dimensiones sociales de la gestión de los ecosistemas marinos y costeros es un esfuerzo multidisciplinario que abarca las ciencias naturales, sociales y de la salud. La combinación de conocimientos y perspectivas de diferentes disciplinas es esencial para comprender las relaciones de las poblaciones humanas con los ecosistemas circundantes y las dinámicas sociales derivadas de estas relaciones. Esta comprensión permitirá a los científicos identificar aquellas prácticas específicas que tienen un impacto positivo en la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y costeros, y el bienestar de las comunidades costeras que dependen de ellos.

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIIA: GOBERNANZA

La gobernanza juega un papel crucial en la solución de los problemas actuales de las ciencias marinas, ya que las partes interesadas pueden tener diferentes puntos de vista sobre el equilibrio emergente entre la economía, la ecología y la sociedad. Además, pueden desempeñar diferentes funciones en el uso sostenible de los recursos y ecosistemas marinos. Por lo tanto, el propósito de esta línea de investigación es comprender las perspectivas, mecanismos y niveles de participación de

las partes interesadas en el manejo de los ecosistemas, evaluar la legitimidad de las medidas para resolver conflictos entre los usuarios de los recursos y comprender las normas para la conservación de los ecosistemas.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. PROCESOS SOCIOECONÓMICOS QUE AFECTAN A LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS MARINOS
2. IMPACTOS EN LAS COMUNIDADES COSTERAS PRODUCIDOS POR LOS CONFLICTOS REGIONALES Y EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE PAZ EN COLOMBIA
3. INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTOS Y DIÁLOGOS INTERSECTORIALES RELACIONADOS CON EL USO DE RECURSOS MARINOS
4. POLÍTICAS, ESTÁNDARES, INCENTIVOS Y ACUERDOS PARA EL USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS MARINOS



## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIIB: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La humanidad recibe numerosos beneficios de los océanos y los mares (servicios ecosistémicos). El reconocimiento, análisis y cuantificación de los efectos de las actividades antropogénicas sobre el flujo de los servicios ecosistémicos es la base y se convierte en una herramienta para el manejo sostenible de los recursos y ecosistemas marinos, así como para la creación de políticas y normas para tal fin. Este ejercicio requiere un enfoque interdisciplinario, así como la identificación, integración e intercambio de conocimientos tradicionales.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN UN CONTEXTO REGIONAL Y TERRITORIAL
2. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE AMENAZAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS
3. PRESERVACIÓN DEL CONOCIMIENTO ETNOBOTÁNICO, ETNOZOOLOGÍCO Y ETNOMÉDICO DE LAS COMUNIDADES LOCALES
4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
5. GESTIÓN SOSTENIBLE BASADA EN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS SISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN IIIC: SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIAS

Los océanos y los mares desempeñan un papel fundamental en la seguridad y la soberanía alimentarias. Garantizan un acceso estable y oportuno a alimentos seguros y de alta calidad para millones de personas. Además, los océanos y los mares salvaguardan los derechos de las comunidades locales a alimentos nutritivos, culturalmente adecuados, y accesibles, así como a elegir sus propios sistemas alimentarios y de producción. Por tanto, la soberanía alimentaria marina también ayuda a preservar los conocimientos tradicionales sobre la diversidad alimentaria y las técnicas de producción sostenible.

La investigación sobre la soberanía y seguridad alimentarias tiene como objetivo comprender el estado de las comunidades que habitan en entornos marinos y costeros en este aspecto. También evalúa cómo las comunidades interactúan con el medio ambiente que proporciona los recursos alimentarios, identifica los niveles de soberanía alimentaria y evalúa el empoderamiento de las comunidades hacia un uso más sostenible de los recursos ecosistémicos. La línea de investigación tiene como objetivo ayudar a los responsables políticos en sus esfuerzos por mejorar las condiciones de vida de las comunidades costeras, y ayuda a las comunidades a reconocer la importancia de una relación armoniosa y sostenible con los ecosistemas marinos.

### TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. ESTADO Y FACTORES QUE CONDICIONAN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS COMUNIDADES MARINAS Y COSTERAS
2. USO DE ECOSISTEMAS Y SOBERANÍA ALIMENTARIA DE LAS COMUNIDADES MARINAS Y COSTERAS
3. CONOCIMIENTOS TRADICIONALES Y PRÁCTICAS CULTURALES EN RELACIÓN CON LA DIVERSIDAD Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS



## TEMA DE APOYO: INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA, MODELOS Y DATOS

La implementación de los Temas de Investigación I-III requiere el desarrollo, coordinación e intercambio activo de recursos entre las instituciones miembro de CEMarin y las disciplinas científicas. Estos recursos incluyen infraestructura, tecnologías, modelos científicos y datos subyacentes.

Las instituciones miembro de CEMarin tienen infraestructura clave para la investigación marina tanto en el Caribe colombiano como en el Pacífico colombiano. Esta incluye, entre otros, estaciones de campo, observatorios marinos e instalaciones de acuicultura experimental. Además, las instalaciones de investigación terrestres en Colombia y Alemania comprenden laboratorios hidrológicos, genéticos y ecológicos, sistemas de microcosmos controlados, así como clústeres computacionales e instalaciones en la nube.

CEMarin también promueve una amplia gama de tecnologías de vanguardia para el avance de las ciencias marinas en Colombia. Estas tecnologías permiten a los

investigadores CEMarin estudiar organismos pequeños, difíciles de observar y crípticos (p.ej., secuenciación de ADN de próxima generación, robótica submarina), manipular las condiciones ambientales para taxones clave (p.ej., tecnologías de micro y mesocosmos), descubrir nuevos compuestos de bioprospección (p.ej., tecnologías de metabolómica y proteómica), monitorear ecosistemas completos y evaluar los impactos antropogénicos a gran escala (p.ej., tecnologías de sensoriamiento remoto), comprender los procesos hidrodinámicos relacionados con los procesos de cambio ambiental (p.ej., canales de olas), e interactuar de manera eficiente con las comunidades locales en los estudios socioeconómicos (p.ej., tecnologías de masas). Además, los grupos de investigación CEMarin también desarrollan activamente nuevas tecnologías en el campo de la producción de energía renovable, por ejemplo.

Por último, CEMarin utiliza de manera creciente los modelos basados en “big data” para complementar los estudios de campo, probar escenarios alternativos, aumentar el poder estadístico de los experimentos, e inferir cambios pasados y futuros en un sistema. En CEMarin se están utilizando o desarrollando diferentes modelos empíricos, físicos, ecológicos, ambientales, de ruta, biomédicos y socioeconómicos.

Los datos subyacentes para estos modelos se derivan de bases de datos públicas o son generados cada vez más por investigadores CEMarin de manera coordinada.



## TEMAS DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADOS CEMARIN

1. INVESTIGACIÓN COLABORATIVA EN ESTACIONES DE CAMPO
2. USO CONJUNTO DE TECNOLOGÍAS DE VANGUARDIA
3. ESTANDARIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN MARINA
4. ESTANDARIZACIÓN DE RECOPIACIÓN EN SITIOS DE CAMPO CLAVE
5. DIGITALIZACIÓN Y SUMINISTRO EFICIENTE DE DATOS
6. USO CONJUNTO DE DATOS (ACCESO ABIERTO)
7. AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD OPORTUNA DE DATOS (“DEL MAR A LA NUBE”)
8. PROGRAMAS DE FORMACIÓN ESPECÍFICOS PARA INVESTIGADORES CEMARIN





**WWW.CEMARIN.ORG**  
INFO@CEMARIN.ORG

TEL.: (+571) 3002715

CARRERA 21 NO 35 - 53  
BARRIO LA SOLEDAD BOGOTÁ,  
COLOMBIA