

Información ambiental de calidad: Herramienta fundamental para el manejo sustentable de los cuerpos de agua costeros

Reliable environmental information: A fundamental tool for sustainable management of coastal water bodies

Marco Salamanca^{1,2,*}

¹Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

²Laboratorio de Oceanografía Química (LOQ), Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

*Corresponding author: msalaman@udec.cl

Debido al creciente aumento de la población, el uso de la zona costera se ha incrementado en los últimos 50 años, con el consiguiente aumento de múltiples servicios que se demandan de ella, como el desarrollo de actividades industriales, portuarias, acuicultura, crecimiento urbano, etc. Por otra parte, la franja costera se puede mirar como una estrecha zona donde la tierra y el océano se encuentran, lo que significa múltiples interacciones que resultan en una compleja y dinámica zona en sí misma. Estos ambientes costeros proporcionan una gran diversidad de recursos y servicios ecosistémicos, pero justamente su uso indiscriminado puede resultar en efectos deletéreos que contribuyen al cambio climático, sobreexplotación de recursos y polución entre otras imposiciones antropogénicas. Lo anterior demanda en forma urgente e imprescindible incrementar el conocimiento detallado de la compleja e intrincada red de relaciones ecológicas de las comunidades que habitan las zonas costeras, haciéndose necesario conocer su capacidad para recibir las cargas de contaminantes que el desarrollo urbano e industrial genera, y recientemente su rol en el aporte de agua para diferentes usos y disminuir la crisis hídrica presente en muchos países. Por todo lo dicho anteriormente es necesario conocer lo mejor posible los ecosistemas costeros, si queremos preservar, manejar, administrar y mejorar exitosamente la salud de estos ecosistemas en las décadas venideras y mantener los beneficios que nos brinda actualmente.

En este contexto, el Golfo de Arauco, ubicado en Chile en la zona centro-sur del país, particularmente en la región del Biobío, no está ajeno a esta situación ya que alberga una gran diversidad de ecosistemas marino-costeros de alto valor ecológico, y provee sustento a importantes actividades

socioeconómicas como la pesca artesanal e industrial. Sin embargo, el acelerado desarrollo costero observado en las últimas décadas ha ejercido una creciente presión sobre los diferentes ecosistemas existentes, poniendo en riesgo especies claves y procesos ecológicos fundamentales. Esto justifica ampliamente la necesidad de generar el conocimiento científico necesario para una gestión ambiental eficiente, que mantenga el uso de los servicios que presta el Golfo de Arauco sin que su calidad se vea afectada.

En este contexto, uno de los principales desafíos ha sido la falta de una mirada ecosistémica integral en la gestión de esta zona costera, teniendo en consideración que la legislación nacional vigente presenta importantes vacíos y superposiciones que dificultan la protección efectiva de especies y hábitats críticos. Esto permitiría superar la visión sectorizada y las regulaciones aisladas para diferentes componentes, avanzando hacia un enfoque holístico en el manejo costero. Lo anterior requiere una coordinación intersectorial eficiente para alinear los distintos instrumentos regulatorios existentes en los planes de ordenamiento territorial (e.g., Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental), considerando no sólo proyectos individuales sino sus efectos acumulativos sobre los ecosistemas costeros en zonas como el Golfo de Arauco.

El desafío antes mencionado conlleva a otro aspecto muy importante en la gestión de las zonas costeras, y que es mejorar los actuales programas de monitoreo de la calidad ambiental, incluyendo, por ejemplo, indicadores químicos y ecológicos que detecten impactos integrales como cambios en la calidad del agua para diferentes usos, la pérdida de biodiversidad o la alteración de redes tróficas. No obstante,

todo esto requiere el conocimiento de valores umbrales que permitan establecer el nivel de un determinado compuesto, que generará un impacto en un uso específico o población de organismos. Entonces, el desarrollo de un Programa de Monitoreo Marino en una zona costera requiere un conocimiento preciso del ecosistema local, ya que los sistemas costeros son muy diferentes entre sí, y por lo tanto se debe reconocer, identificar y caracterizar los reservorios ambientalmente significativos que mantienen estos sistemas. Esta aproximación conceptual, aplicada por un periodo largo de tiempo, permite comprobar la existencia de variabilidad natural versus la generada por un agente perturbador. No obstante, se sigue manteniendo la aproximación referencial comparativa, no evaluando las relaciones causa-efecto, y por lo tanto los resultados obtenidos permiten la comparación con una condición inicial pre-operacional, en ausencia de agente perturbador. Este esquema de observaciones ambientales regulares en el tiempo y el espacio, permitirá disponer de una serie de tiempo que mediante un análisis correlacional temporal pueda establecer los cambios o no, que ocurren en el ambiente, inducidos o no por el proceso que se desea vigilar.

Los programas de monitoreo deben tener una periodicidad que permita incluir las escalas de variación temporal de los diferentes procesos claves, y contar con indicadores robustos de la salud e integridad de estos ecosistemas. Es decir, un programa de monitoreo debe cubrir indicadores ecológicos y de calidad ambiental relevantes en extensión y periodicidad, suficientes para detectar tendencias y cambios en los ecosistemas costeros. Esto último requiere mayores recursos humanos y técnicos para evaluar con exactitud y precisión, tendencias en las variaciones de los distintos componentes relevantes que se han considerado en un monitoreo, que den indicaciones si existe un cambio en el ambiente costero producto de las actividades antropogénicas presentes en ella. La implementación de estas y otras medidas, respaldadas por un sólido marco regulatorio, son vitales para avanzar hacia una relación más armónica entre el desarrollo económico y la conservación de los frágiles pero invaluable ecosistemas marino-costeros.

Los programas de monitoreo ambiental deben ser diseñados y llevados a cabo por instituciones técnicas independientes, con personal calificado y financiamiento estable. Esto asegura confiabilidad. Se deben monitorear diversos procesos que consideren la biodiversidad de la zona de interés, variables físico-químicas para evaluar la calidad de las diferentes matrices ambientales (*i.e.*, columna de agua, sedimentos y biota), procesos ecológicos claves y actividad humana, entre otros factores. La ubicación de las estaciones

de monitoreo y la metodología de muestreo de estas, deben seguir estándares internacionales para garantizar la comparabilidad de los datos. Es clave monitorear de forma previa al inicio de cualquier proyecto en la zona costera, para establecer una línea base ambiental confiable. El seguimiento posterior permite evaluar correctamente el impacto real de las actividades antropogénicas sobre los ecosistemas. Los resultados del monitoreo ambiental deben ser públicos y servir de fundamento obligatorio para la planificación territorial y la normativa, la que debe adaptarse de acuerdo con los nuevos datos generados por el monitoreo. Esto debe darse en un proceso cíclico de mejora continua, y ocurrirá de esta forma si se garantiza un financiamiento estable de largo plazo, ya sea público y/o privado, para dar continuidad a los programas de monitoreo. En este sentido, en las costas de la región del Biobío, incluido el Golfo de Arauco, existen dos programas de vigilancia ambiental, el Programa de Monitoreo Marino del CFI Nueva Aldea (PROMNA) y el Monitoreo del Medio Marino de Planta Arauco (MAPA), ambos con financiamiento privado y ejecutados por una asociación de universidades nacionales con reconocido prestigio en temas ambientales. Estos programas han sido diseñados con un enfoque holístico que considera obtener información ambiental de matrices relevantes, tales como calidad de la columna de agua, sedimentos y organismos marinos, ecología bentónica e intermareal, bioensayos, biomarcadores y censos de aves, todos llevados a cabo durante un largo periodo de tiempo, han aportado conocimiento sólido de la variabilidad ambiental de los ecosistemas de la costa de la región del Biobío que indudablemente servirán para los planes de manejo, gestión costera y dictación de normas regulatorias con información de calidad y confiable.

En síntesis, un robusto programa de monitoreo ambiental costero, con personal capacitado, metodologías rigurosas y financiamiento estable, es indispensable para producir la información científica de calidad que permitirá desarrollar y adaptar normativas que efectivamente garanticen la sustentabilidad de las zonas costeras. Así, las características de un programa de monitoreo que garantice información ambiental relevante, debe considerar al menos lo siguiente:

1. Es importante que la información ambiental que sustente la regulación provenga de instituciones técnicas independientes y académicas, libres de conflictos de interés, para asegurar objetividad y validez científica.
2. Los programas de monitoreo, tanto públicos como privados, deben seguir protocolos estandarizados y ser auditables externamente, para garantizar precisión, consistencia y transparencia de los datos.

3. Se debe exigir el uso de la mejor información disponible para la normativa, la cual debe ir adaptándose a medida que surjan nuevos estudios científicos y datos de monitoreo de largo plazo.
4. La falta de certeza científica no debe dilatar la implementación del principio precautorio en la protección ambiental.
5. Es clave invertir en investigación de largo plazo sobre procesos biogeoquímicos y ecológicos en ecosistemas costeros, para comprender su complejidad y sensibilidad.
6. Las normas de calidad ambiental no deben basarse en pocos datos, sino en series extensas que entreguen robustez estadística.
7. Contar con datos confiables y actualizados es crítico para sustentar normativas que protejan la salud de ecosistemas costeros.
8. Se requiere reforzar capacidades técnicas, mejorar

sistemas de vigilancia y generar modelos validados para identificar tendencias naturales y antropogénicas.

En conclusión, para asegurar la resiliencia de los ecosistemas marino-costeros, como el Golfo de Arauco, frente a las crecientes presiones antropogénicas, será necesario llevar a cabo una serie de cambios sustanciales en diferentes aspectos, como la gestión y el uso de los espacios, la mejora de los sistemas de seguimiento de los Planes de Vigilancia y el incremento de las capacidades técnicas para la obtención de información ambiental significativa. También será necesario disponer de información de calidad durante largos periodos de observación para poder identificar las variaciones naturales y las producidas por las actividades antropogénicas que se generen en este cuerpo de agua y elaborar un marco regulatorio que conjugue desarrollo económico, bienestar social y conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en las costas del Golfo de Arauco.