

## **CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL USANDO TÉCNICAS PARTICIPATIVAS Y DE INFORMACIÓN: ESTUDIO DE CASO ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO\***

*Ángela López Rodríguez, Pilar Lozano-Rivera y Paula Cristina Sierra-Corrae*

*Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Punta de Betín, Santa Marta, Colombia. alopez@invemar.org.co (ALR); plozano@invemar.org.co (PLR); psierra@invemar.org.co (PCSC)*

### **RESUMEN**

En el marco del Manejo Integrado de Zonas Costeras, el desarrollo de la zonificación ambiental se constituye como una herramienta para el ordenamiento y manejo del territorio, la cual se basa en la definición e integración de criterios que consideran aspectos biofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad. A fin de aplicar esta herramienta como parte del proceso de ordenamiento ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico, en el Caribe colombiano, se definieron criterios relacionados con: representatividad, grado de intervención y función de los ecosistemas, estado actual de la fauna asociada, presencia de riesgos naturales, alteración del equilibrio hídrico, intensidad, aptitud y conflictos de uso. El análisis integral de los criterios permitió la definición de áreas de manejo de ecosistemas estratégicos, recuperación, aprovechamiento sostenible, producción sostenible y zonas urbanas y suburbanas, las cuales dieron las pautas para la definición de las orientaciones de manejo integrado del área. La definición y análisis integral de los criterios de zonificación se realizó a partir de técnicas participativas (talleres técnicos interdisciplinarios y procesos participativos con actores locales) y Sistemas de Información Geográfica; estos últimos permitieron el análisis espacial de los criterios en las Unidades Ecológicas del Paisaje. Se concluye que la zonificación ambiental es una herramienta para el ordenamiento ambiental que requiere de la definición e integración de criterios biofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad, que atiende a una problemática planteada en el área y que permiten orientar las pautas de manejo. Se espera que en futuros trabajos se estudie la incorporación de modelos que apoyen la selección y calificación de criterios de manera cuantitativa y que en los procesos participativos se involucren diferentes sectores que como el económico, tienen menor participación en estos procesos de planificación.

**PALABRAS CLAVES:** Zonificación ambiental, Criterios, Zona costera, Departamento del Atlántico, Caribe colombiano.

### **ABSTRACT**

**Environmental zoning criteria using participative and information techniques: study case of the coastal zone of the Atlantic department.** In the Integrated Coastal Zone Management frame, environmental zoning is considered a tool for land planning and management. It is based on definition

\* *Contribución No. 1101 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR.*

and integration of biophysical, socioeconomic and governability criteria. With the aim for using this tool as part of the coastal zone environmental planning in the Atlántico province (Colombian Caribbean) the following criteria were defined: representative level, stage of ecosystem intervention, ecosystem function, current state of associated fauna, natural risks, water balance alteration, land use intensity, land use aptitude and land use conflicts. The integral analysis of criteria allowed the definition of management areas such as strategic ecosystems, recovery zones, sustainable use, sustainable production and urban-suburban areas. These areas were the base for further definition of integrated coastal zone management guidelines. The definition and integral analysis of zoning criteria were based on participatory techniques, interdisciplinary technical workshops and local community participatory process. As well, Geographic Information System supported the spatial analysis criteria over ecological landscape units. The environmental zoning is a tool for environmental planning which requires definition and integration of biophysical, socioeconomic and governability criteria for facing the conflicts and problems found in the area in order to lead management actions. It is hoped that future work will study the incorporation of models to support the selection and qualification criteria in a quantitative way; also it is expected that participatory processes will involve different sectors such as the economic, since they have less participation in these planning processes.

**KEY WORD:** Environmental zoning, Criteria, Coastal zone, Atlántico Province, Colombia Caribbean.

## INTRODUCCIÓN

En general en Colombia el análisis de las problemáticas de las zonas costeras y la definición de alternativas de manejo a través de un análisis integrado de múltiples factores ha sido limitado. Por ello surge la necesidad que este análisis sea abordado desde un enfoque multidisciplinario que permita incorporar las diversas variables presentes en el área, no solo desde el punto de vista ecosistémico, sino que incluya también los factores socioeconómicos e institucionales.

El Manejo Integrado de Zonas Costeras-MIZC se constituye en una estrategia de gestión que involucra múltiples sectores y usuarios de los recursos naturales, que busca incorporar al manejo los intereses de los diferentes actores y reflejar la situación existente en las zonas costeras (Forst, 2009). Con este fin, el MIZC aplica herramientas como la integración de información de aspectos como hábitat, geoformas, usos, actividades, impactos y niveles de intervención de la zona costera; así como herramientas de participación y tecnológicas, como los Sistemas de Información Geográfica-SIG (Varghesea *et al.*, 2008; Forst, 2009). Por su parte, el ordenamiento del uso de la tierra identifica áreas del territorio por tipos de uso particular, así como puertos, urbanizaciones, reservas naturales, espacios abiertos y otras zonas (Amler *et al.*, 1999; Salzwedel *et al.*, 2003).

En el marco de estos procesos, la zonificación como instrumento de planificación para las zonas costeras facilita la identificación de áreas geográficas con una combinación de características físicas, biológicas, humanas e institucionales, tanto de los componentes terrestres como marinos, que pueden ser interpretadas en términos de objetivos para la gestión. La aplicación de este instrumento debe estar

respaldada por información que permita analizar los diferentes procesos ambientales que describen la heterogeneidad y particularidad de la zona costera (Ortiz-Lozano *et al.*, 2009).

La característica principal de la zonificación en áreas costeras que incluyen o son en su totalidad ecosistemas marino-costeros, es que los usos considerados deben tener una perspectiva social dado su estatus de bienes de uso público, a diferencia de lo que ocurre en áreas netamente continentales (Cicin-Sain y Knecht, 1998; Clark, 1998). De esta manera, a fin de contribuir al MIZC, se requiere llevar a cabo procesos de planificación y ordenamiento ambiental, aplicando instrumentos como la zonificación ambiental para un análisis integral y espacial del territorio, teniendo en cuenta aspectos biofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad, en los cuales se identifiquen tanto las áreas de interés para la conservación como los usos orientados al desarrollo sostenible de las zonas costeras (Clark, 1998).

Debido a que es un recurso común, las regiones costeras presentan un amplio espectro de sectores interesados. Por lo general, estos actores se pueden clasificar en tres sectores principales: 1) la comunidad local, 2) el sector público, incluidos los diferentes niveles de gobierno (local, regional y nacional), los centros de investigación y universidades; 3) el sector privado, incluida la pesca, la acuicultura, la producción energética y la industria manufacturera, el turismo, la agricultura, la academia, entre otros; esta diversidad de actores y en general la dinámica socioeconómica de las zonas costeras, hacen que sea indispensable abordar el MIZC a través de la participación (Forst, 2009).

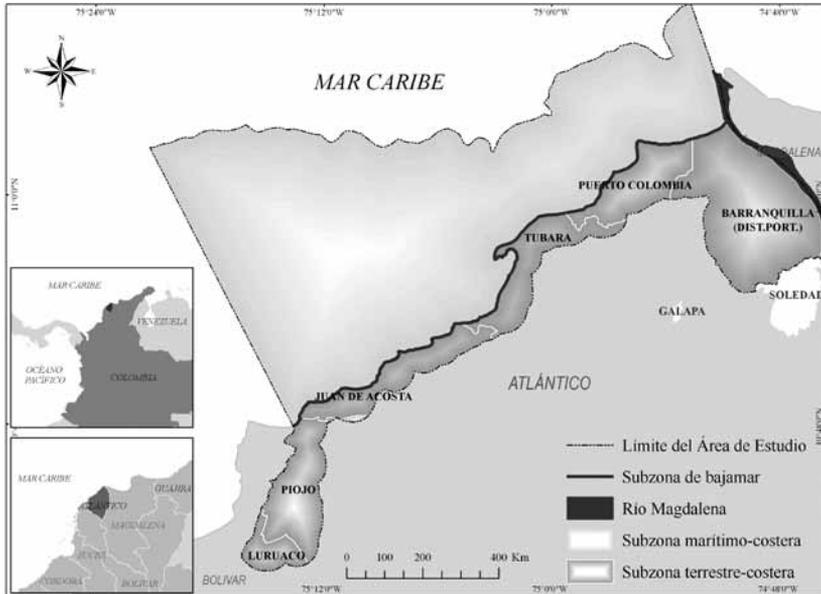
Por otro lado, la gestión de los datos e información se convierte en un elemento importante en el proceso de zonificación, ya que un buen manejo de la información permitirá generar una base de conocimiento confiable para la toma de decisiones. En numerosos trabajos se ha demostrado la utilidad de herramientas de administración de datos geográficos para apoyar procesos de MIZC y en temáticas como pesca, turismo, contaminación, entre otras (Kitsiou *et al.*, 2002; Douven *et al.*, 2003; Shalaby y Tateishi, 2007; De Freitas y Tagliani, 2009). En general, los SIG son empleados para el almacenamiento, análisis e integración de datos de campo, información proveniente de sensores remotos (imágenes o fotografías aéreas), cartografía, estadísticas y percepción de las comunidades.

Bajo este contexto y en el marco de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, en convenio con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA, desarrolló la propuesta de ordenamiento ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico, cuyo objetivo fue generar las bases para el

ordenamiento y gestión ambiental, que permitieran la identificación y priorización de acciones para el desarrollo sostenible de estos territorios en el marco del Manejo Integrado de Zonas Costeras. Como uno de los propósitos específicos se planteó elaborar una propuesta de zonificación ambiental a partir de variables que permitan regular la intensidad de uso del territorio, sus ecosistemas y recursos en el marco del desarrollo sostenible. Este documento presenta la propuesta de análisis integral para la zonificación de la zona costera del departamento del Atlántico, la cual se basa en la selección y calificación de criterios aplicables a zonas costeras, la utilización de talleres participativos con los actores locales e instituciones y la estructuración de un sistema de información geográfica.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en la zona costera colombiana, localizada en el extremo noroeste de Suramérica. El departamento del Atlántico tiene un área total de 3382.24 Km<sup>2</sup>, y está influenciado por el mar Caribe al norte, la península de La Guajira al noreste y al sur la iniciación del valle medio del Magdalena, que se encuentra bordeado por la cordillera occidental y central, encontrándose dentro de la franja climática entre los extremos climático áridos al norte y húmedo al sur (CRA, 1996); la longitud de la línea de costa es de 64.9 Km comprendida entre el tajamar occidental de Bocas de Ceniza hasta la población de Galerazamba, en límites con el departamento de Bolívar (Figura 1). De acuerdo con los criterios de delimitación definidos en la PNAOCI, la zona costera del departamento del Atlántico, tiene un área de 1233.29 Km<sup>2</sup>, que incluye tanto la subzona terrestre, como la subzona marina ubicada frente a las costas del departamento; del área total del departamento el 11.03 %, se encuentra incluido en la zona costera dentro de la subzona terrestre-costera de la misma. La parte marina de la zona costera corresponde a 877.86 Km<sup>2</sup>, lo cual equivale a cerca del 70 % del total de la zona costera. Cabe aclarar que, si bien la jurisdicción de los departamentos no llega hasta la zona marina, la delimitación de su zona costera debe incluir el espacio marino adyacente a este, siendo que los aspectos físicos, socioeconómicos e institucionales que confluyen en una zona determinada no terminan o se ejercen sólo en la línea de costa, sino que existe una completa interacción entre los diferentes procesos que se realizan tanto en la zona terrestre como marina. En este sentido, la delimitación de la zona costera se proyecta hacia las aguas marinas adyacentes a las costas del departamento, y el ejercicio de ordenamiento en este punto debe incluir a las entidades que tengan la jurisdicción pertinente (INVEMAR, 2007).



**Figura 1.** Zona costera del departamento del Atlántico, tienen jurisdicción los municipios de Piójo, Tubará, Puerto Colombia, Juan de Acosta, Luruaco, Soledad, Galapa y el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla (11.8 %).

La costa del departamento del Atlántico, tiene la influencia directa de las descargas del río Magdalena por Bocas de Ceniza y los caños que se conectan directamente con el río. La costa en este sector es de morfología variable y muy dinámica, lo que se refleja en evidentes procesos erosivos y de acreción litoral; la plataforma continental frente a las costas del departamento es relativamente amplia y dominada por fondos de tipo lodosos (INGEOMINAS, 1998). En general la zona costera del departamento tiene representación de la mayoría de ecosistemas costeros estratégicos del país: manglares, fondos blandos de la plataforma continental, deltas y lagunas costeras, playas y acantilados; no se tienen registros de arrecifes de coral.

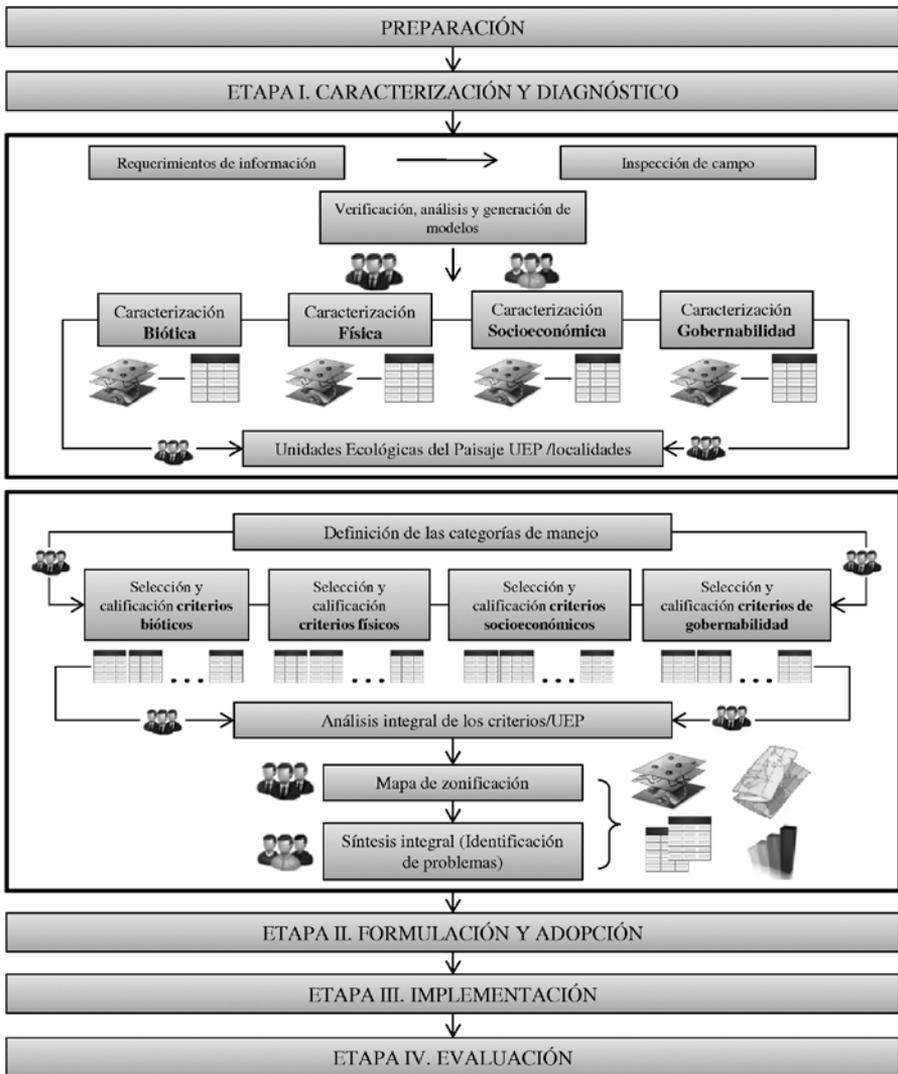
## MATERIALES Y MÉTODOS

La zonificación ambiental vista como una herramienta metodológica que permite la diferenciación espacial de áreas geográficas, ha sido aplicada como un instrumento de planificación y ordenamiento ambiental del territorio y para el caso de las zonas costeras ha sido aplicada a procesos de MIZC y para la implementación de herramientas específicas como el diseño de Áreas Marinas Protegidas (AMP) (Salzwedel *et al.*, 2003; Portman, 2007; Varghesea *et al.*, 2008; Ortiz-Lozano *et*

*al.*, 2009). La aplicación de esta herramienta consiste en la definición de unidades homogéneas que se conforman a partir de la integración de diferentes criterios, que van desde las características físicas y bióticas que conforman el sistema hasta las interacciones socioeconómicas del entorno (Balaguer *et al.*, 2008; Varghesea *et al.*, 2008). Se entiende como criterios, aquellos atributos que caracterizan un ambiente, los cuales se pueden expresar en forma cuantitativa o cualitativa, y su aplicación determina la asignación de categorías de zonificación a las unidades diferenciadas (Salzwedel *et al.*, 2003; Portman, 2007; Ortiz-Lozano *et al.*, 2009), los criterios son descriptores de la situación general del área: los ecosistemas presentes, su función, los impactos ambientales y socioeconómicos.

A partir del marco metodológico para abordar el MIZC en Colombia (Alonso *et al.*, 2003), se desarrolló el proceso de zonificación ambiental para el ordenamiento de la zona costera del departamento del Atlántico. Para ello se partió de la caracterización y diagnóstico del área y se emplearon herramientas transversales como son los SIG y técnicas participativas (Figura 2).

Para la caracterización y diagnóstico, se elaboró un inventario y descripción de las características propias del sistema, sus componentes, funciones, recursos, potencialidades, restricciones o limitaciones y el proceso evolutivo que lo ha llevado a la situación actual. Asimismo, se realizó el análisis y evaluación de dicha situación respecto al manejo que se ha venido dando al territorio y la incidencia sobre el medio natural, el hombre y sus actividades, identificando la problemática y el grado de complejidad de la misma (Alonso *et al.*, 2003). Lo anterior permitió la identificación y priorización de temas o problemas críticos del área de estudio, sobre los cuales se deberán llevar a cabo acciones concretas de manejo, constituyéndose en la base para la formulación de los lineamientos de manejo que orienten el desarrollo sostenible de la zona costera del departamento del Atlántico con base en el conocimiento científico y tradicional. Incluye la definición de los requerimientos de información (información de fuentes secundarias y primarias), una o varias inspecciones de campo (reconocimiento y muestreo) y la verificación y análisis donde se procede a la definición de unidades homogéneas denominadas Unidades Ecológicas del Paisaje (UEP) a través de la ecología del paisaje (Etter, 1990). Estas unidades se describen con base en la geomorfología, cobertura y uso, generando una cartografía temática, como base para llevar a cabo la zonificación. Por tanto, la zonificación ambiental con fines de manejo parte de la zonificación ecológica y toma como base conceptual la definición de UEP consideradas estas como regiones homogéneas desde los aspectos físicos y bióticos principalmente (López *et al.*, 2003).



**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG**

- Almacenamiento de capas en el SIG
- Estructuración de atributos en Bases de datos geográficas
- Cartografía temática en papel (salidas gráficas)
- Reportes de total de áreas y porcentajes

**TECNICAS PARTICIPATIVAS**

- Talleres con actores locales
- Talleres técnicos

**Figura 2.** Técnicas de información y participación en el proceso de zonificación ambiental como parte de la metodología definida en Colombia para el MIZC-COLMIZC (Alonso *et al*, 2003).

Como herramientas participativas, se realizaron talleres de discusión interdisciplinarios y procesos de participación con las comunidades e instituciones con injerencia en el área, a través de talleres de socialización y validación de los resultados o durante el trabajo de campo. El trabajo de estructuración de la propuesta de manejo de la zona costera en el departamento del Atlántico involucró en diferentes etapas la participación con actores, y los productos de este proceso sirvieron de insumo para la definición de los criterios y las áreas de manejo de la zonificación. Durante las actividades de participación se realizaron mapas donde los actores identificaron las problemáticas ambientales y conflictos de uso del área, que permitieron definir las prioridades de manejo de la zona costera.

Los talleres técnicos interdisciplinarios, consistieron en reuniones periódicas del equipo de trabajo, para tener una visión integral de todos los componentes del proyecto y llegar así a una aproximación holística del problema de análisis. Una vez obtenidos los insumos del trabajo con actores locales y a partir de los talleres de discusión técnica, se definieron los criterios y categorías de manejo para la zonificación ambiental; se obtuvo una propuesta inicial de zonificación la cual posteriormente se socializó y validó con los actores locales.

Otra de las herramientas utilizadas fueron las tecnologías de información, especialmente los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el procesamiento digital de imágenes de satélite y fotografías aéreas. La información de campo colectada se reinterpreto y procesó digitalmente y fue almacenada en bases de datos que alimentaron el SIG. Así mismo se definieron localidades que por sus características físicas (relieve y cuencas, entre otras) o por ser reconocidas como sitios de interés para la comunidad, permitieron agrupar las unidades ecológicas del paisaje por sub-áreas facilitando el análisis integral.

El esquema metodológico que permitió llegar a una diferenciación espacial de áreas para el manejo, consistió fundamentalmente en los siguientes pasos: 1) Selección y definición de las categorías de manejo a trabajar en la zonificación; 2) Identificación, selección y definición de los criterios a tener en cuenta para calificar las UEP; 3) Análisis integral de los criterios, que consiste en la espacialización de los criterios por UEP y una vez obtenida la calificación del conjunto de criterios para cada una, se asigna una determinada categoría de manejo; y 4) Elaboración del mapa de zonificación ambiental (López *et al.*, 2003).

### **Selección y definición de categorías de manejo**

Las categorías consideradas para la zonificación ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico se identificaron y definieron teniendo en cuenta otros ejercicios realizados en el marco del Manejo Integrado de Zonas

Costeras (MIZC), tanto en el Caribe como en el Pacífico colombiano (INVEMAR *et al.*, 2003a, 2003b, 2006). Así mismo, para las áreas de manglar se tomaron en cuenta las categorías de manejo definidas en el estudio “Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico” (INVEMAR, 2005).

Se aplicaron las siguientes categorías para definir las áreas de manejo: 1) Protección de ecosistemas estratégicos; 2) Recuperación de ecosistemas estratégicos; 3) Recuperación con fines de aprovechamiento sostenible; 4) Aprovechamiento sostenible para pesca artesanal; 5) Aprovechamiento sostenible para turismo, recreación y ecoturismo, 6) Aprovechamiento sostenible para uso múltiple restringido; 7) Producción sostenible para actividad portuaria; 8) Producción sostenible para ganadería intensiva; 9) Producción sostenible para minería; 10) Zonas urbanas y suburbanas.

### **Identificación, selección y definición de los criterios**

Se entiende como criterios las condiciones que se deben cumplir en una Unidad Ecológica del Paisaje ubicada en una localidad específica (UEP/localidad) para poder llevar a cabo su ordenación o asignación a una categoría de manejo determinada, considerando para esto, aspectos como los atributos y funciones de los ecosistemas presentes, el marco político, los aspectos socioeconómicos y los valores culturales del área (MMA *et al.*, 2002). La calificación de dichos criterios se hace de forma cualitativa, cuantitativa o descriptiva de acuerdo con indicadores particulares para cada uno (López *et al.*, 2003)

La definición de criterios es el primer paso en la zonificación y consistió en: 1) Selección de criterios aplicables al área de estudio; 2) Determinación de los parámetros bajo los cuales se va a evaluar cada uno de los criterios seleccionados; 3) Establecimiento de la escala de valores para calificar los parámetros de cada criterio (López *et al.*, 2003). Los criterios definidos se establecieron a partir del análisis de los elementos bióticos, físicos y socioeconómicos que pueden constituirse en determinantes para llevar a cabo la zonificación. Los criterios elegidos cumplen con las siguientes condiciones:

- Abordar las principales problemáticas identificadas en el área de estudio.
- Reflejar de manera sistemática y cualitativa la magnitud de los problemas en el territorio marino y costero del área analizada.
- Ser reales y viables a partir de la información existente.
- Deben permitir una perspectiva amplia de la situación ambiental en cuanto a la oferta de recursos para los servicios ambientales y económicos a través de toda la zona costera.

- Deben ser coherentes con la escala de trabajo y capturar la información generada en la caracterización y diagnóstico para demostrar la situación actual de la zona costera.
- Deben ofrecer información útil y tangible para los tomadores de decisiones, administradores y usuarios interesados en el desarrollo sostenible y avances en el manejo de su territorio dentro del área de estudio.

### **Análisis integral de los criterios y elaboración del mapa de zonificación**

Los insumos necesarios para el análisis integral de los criterios y la elaboración del mapa de zonificación se obtuvieron de los datos estructurados en el SIG durante la caracterización y diagnóstico integrado, la cual incluye cartografía temática de cobertura, uso y sistemas productivos, geomorfología, suelos, riesgos y amenazas y fauna asociada. Esta información fue almacenada en una base de datos geográfica que se constituyó en el soporte de cada UEP para la zonificación ecológica.

Teniendo como referente los datos de cada UEP, se procede a la creación de nuevas entradas en la tabla de atributos correspondientes a los criterios y parámetros definidos en el paso anterior. Cada uno de los criterios se evaluó con respecto a la información existente por cada UEP/localidad. A partir de la combinación de los diferentes criterios se creó la zonificación ambiental como un atributo en la base de datos geográfica. La clasificación de cada área en una categoría específica involucró un proceso de análisis integral que incluye conceptos ecológicos, socioeconómicos y que es apoyado en herramientas SIG y conceptos espaciales como distancias, área, vecindad, buffer, entre otros; el propósito de este análisis es obtener una zonificación ajustada a la realidad actual y a las necesidades y expectativas de los diferentes actores presentes en la zona costera.

Mediante talleres técnicos y con el apoyo de los expertos de cada componente se realizó una depuración de resultados preliminares, los cuales se iteraron tantas veces como fue necesario hasta obtener los valores de zonificación definitivos. Finalmente, utilizando otras herramientas del SIG, se generó cartografía temática en papel o en digital, registros de total de áreas, porcentajes por categorías, entre otros, herramientas útiles y punto de partida para generar los lineamientos de manejo y la formulación del plan para el área.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El desarrollo de la zonificación ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico, se basó en criterios establecidos a partir de la

información básica obtenida de la caracterización, y a partir de ella se definen y orientan las acciones para el manejo integrado del área. Las metas que busca cumplir la zonificación son: 1) Brindar información técnica que sirva de guía para los tomadores de decisiones, los administradores y los usuarios; 2) Generar una herramienta de información visual que permita comprender la realidad de la zona costera, desde las acciones en el territorio y sus efectos reflejados en intervención, modificación, alteración o conservación de los paisajes marinos y costeros. Con base en esto, presentar los escenarios posibles para la gestión y el ordenamiento del territorio, desde la base de las comunidades y los actores administrativos; 3) Proyectar en escala espacial y temporal las posibilidades para el desarrollo sostenible de la zona costera, según sus ofertas ambientales, capacidad natural y las oportunidades del territorio.

Uno de los principales objetivos del MIZC es la protección de los ecosistemas y los recursos naturales del área estudiada; para lograr este objetivo un paso fundamental consiste en integrar diferentes dimensiones, que incluyen los hábitat, el territorio, los sectores sociales y económicos y los aspectos legales, con el fin de brindar una herramienta que facilite la toma de decisiones respecto al manejo del área (Balaguer *et al.*, 2008).

En general, los criterios propuestos se constituyen en descriptores de la situación general del área en cuanto a los ecosistemas presentes y sus funciones, así como los impactos ambientales y socioeconómicos de la zona costera del Atlántico. Criterios similares han sido aplicados para procesos de zonificación en zonas costeras en el marco del MIZC y para el diseño de AMP, aplicando para la integración de estos criterios herramientas SIG (Portman, 2007; Balaguer *et al.*, 2008; Varghesea *et al.*, 2008; Bin *et al.*, 2009; Forst, 2009) y técnicas participativas (Portman, 2007; Bin *et al.*, 2009; Forst, 2009). Si bien la aproximación a la zonificación ambiental de las zonas costeras propuesta por algunos autores se da desde la base ecosistémica, en la mayoría de los casos se destaca la necesidad de considerar y evaluar los factores externos involucrados con el uso y manejo de los recursos naturales (aspectos socioeconómicos, legales e institucionales), incluso en procesos que son específicos como la definición de AMP (Tabla 1).

El uso de los SIG como herramienta de soporte en el proceso de zonificación ambiental ofrece ventajas destacables como son la homogeneización e integración de toda la información disponible en una base de datos geográfica, facilidad de acceso a los datos, generación de cartografía temática y uso de herramientas de análisis espacial tipo distancias, áreas, interpolaciones, buffer, entre otros. Todo lo anterior buscando optimizar el proceso de generación de la propuesta de zonificación ambiental.

**Tabla 1.** Trabajos de zonificación en zonas costeras aplicando análisis integral de criterios.

Tipo de estudio	Área de estudio	Criterios (variables)	Metodología/herramientas
MIZC (Sarda <i>et al.</i> , 2005)	España	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales (contaminación, aprovechamiento de los recursos naturales, impactos de los usos del suelo, impacto de las actividades marinas)</li> <li>• Socioeconómicos (demografía y población, estructura urbana, estructura económica)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de indicadores socioeconómicos y ambientales</li> </ul>
MIZC (Varghesea <i>et al.</i> , 2008)	India	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sectores</li> <li>• Hábitats</li> <li>• Actividades económicas y sus impactos</li> <li>• Actores asociados con la generación de los impactos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de variables bióticas y económicas</li> <li>• SIG</li> </ul>
MIZC (Balaguer <i>et al.</i> , 2008)	España	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturales (geomorfología, paisaje, condiciones del agua, áreas protegidas)</li> <li>• Socioeconómicos (poblaciones humanas – tamaño y crecimiento, usos)</li> <li>• Administrativos (límites municipales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de criterios</li> <li>• SIG</li> </ul>
MIZC (Forst, 2009)	Gran Barrera Australiana Belice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios ecológicos con relación a los hábitat presentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo ecológico</li> <li>• SIG</li> <li>• Procesos participativos</li> </ul>
MIZC (Bin <i>et al.</i> , 2009)	China	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socioeconómicos (densidad de población, ingresos per cápita)</li> <li>• Biofísicos (porcentaje de destrucción de hábitat, niveles de contaminación, presencia de especies invasoras, riqueza de especies presentes en los ecosistemas, por ejemplo aves)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de criterios biofísicos y socioeconómicos</li> <li>• SIG</li> <li>• Procesos participativos</li> </ul>
Planificación espacial de la zona costera (Salzwedel <i>et al.</i> , 2003)	Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biofísico (áreas de interés ambiental, áreas de riesgo)</li> <li>• Usos actuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis integral de criterios biofísicos y de usos</li> <li>• SIG</li> <li>• Procesos participativos</li> </ul>
AMP (Ortiz-Lozano <i>et al.</i> , 2009)	Puerto Rico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios físicos: morfología, batimetría, corrientes</li> <li>• Criterios bióticos: ecosistemas presentes</li> <li>• Si bien no considera criterios socioeconómicos en el proceso de zonificación, concluye que es importante considerar estos aspectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación jerárquica del paisaje teniendo en cuenta características físicas</li> </ul>
AMP (Portman, 2007)	Mar Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores naturales: Calidad del agua, biodiversidad</li> <li>• Valores comerciales: áreas de acuicultura, marinas</li> <li>• Valores recreativos y deportivos: áreas de buceo</li> <li>• Usos del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis multicriterio</li> <li>• SIG</li> <li>• Procesos participativos</li> </ul>
MIZC (Presente estudio)	Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bióticos (representatividad de ecosistemas, grado de intervención de los ecosistemas, función de los ecosistemas, estado actual de la fauna asociada)</li> <li>• Físicos (riesgos naturales, alteración del equilibrio hídrico)</li> <li>• Socioeconómicos (intensidad, aptitud, conflictos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis integral de criterios biofísicos, socioeconómicos</li> <li>• SIG</li> <li>• Procesos participativos</li> </ul>

Por otra parte, al ser el MIZC un proceso que involucra múltiples sectores la participación se constituye en una herramienta transversal, dado que facilita comprender y considerar los intereses de los usuarios de los recursos, y propender por generar herramientas de gestión que sean fácilmente entendidas y asumidas por los actores involucrados (comunidades y tomadores de decisiones).

### **Criterios de zonificación**

Se seleccionaron nueve criterios de zonificación los cuales fueron evaluados y ponderados asignándole a cada uno un peso de acuerdo con la importancia de este dentro de la zonificación. A partir de la combinación de los diferentes criterios se generaron las áreas de zonificación ambiental como un atributo más de la base de información ya existente. Los criterios seleccionados se presentan a continuación:

#### **Representatividad de los ecosistemas**

La representatividad de los ecosistemas se refiere a la importancia de cada ecosistema de acuerdo a su extensión por localidad con relación a la extensión total del ecosistema en la zona costera del departamento del Atlántico. En la Tabla 2 se presenta la escala de valores con la cual se define este criterio.

**Tabla 2.** Escala porcentual para la definición del criterio "Representatividad de los ecosistemas".

<b>Escala</b>	<b>Definición</b>
Alta	Cuando el área del ecosistema en la localidad evaluada representa más del 50 % del total del área del ecosistema en la zona costera.
Media	Cuando el área del ecosistema en la localidad evaluada representa entre el 25 y el 50 % del total del área del ecosistema en la zona costera.
Baja	Cuando el área del ecosistema en la localidad evaluada representa menos del 25 % del total del área del ecosistema en la zona costera.

#### **Grado de intervención de los ecosistemas**

El grado de intervención de los ecosistemas se define de acuerdo al grado de conservación o alteración que presenta cada UEP/localidad, teniendo en cuenta el grado de impacto causado por: (1) Presencia de fuentes de contaminación; (2) Presencia de residuos sólidos y líquidos; (3) Cambios en el uso del suelo. Estos parámetros fueron evaluados de acuerdo con el ámbito de datos y los valores definidos en la Tabla 3. Posteriormente, para obtener el valor del criterio, se realizó la sumatoria de los valores de cada parámetro por cada una de las UEP y teniendo en cuenta la relación entre ese valor resultante y el máximo valor posible, se definió la escala porcentual de valores, que se presenta en la Tabla 3 .

**Tabla 3.** Parámetros y escala de valores para determinar el criterio de "Grado de intervención de los ecosistemas".

Parámetro evaluado	Rango de datos	Valor
Presencia de fuentes de contaminación	Baja: Cuando no se presentan fuentes de contaminación o sólo se presenta una y es de tipo doméstico asociada a asentamientos humanos dispersos.	1
	Media: Cuando hay más de una fuente de contaminación y estas son de tipo doméstico asociadas a áreas urbanas y suburbanas; y de actividades productivas de subsistencia (agricultura de pancoger y turismo).	2
	Alta: Cuando hay más de una fuente de contaminación asociadas a uso doméstico, industrial y actividades productivas a gran escala.	3
Presencia de residuos sólidos y líquidos	Baja intervención: Cuando se observan evidencias leves de residuos sólidos y líquidos.	1
	Media intervención: Cuando se observa moderada presencia de residuos sólidos y líquidos	2
	Alta intervención: Cuando se observa alta presencia de residuos sólidos y líquidos.	3
Cambios en el uso del suelo	Poca intervención: Cuando no hay evidencias de cambios en el uso del suelo.	1
	Media intervención: Cuando hay evidencias de leves cambios en el uso del suelo	2
	Alta intervención: Cuando se presentan evidencias de cambios en el uso del suelo.	3
<b>Escala de valores para definir el criterio</b>		
	Baja intervención	< 40 %
	Media intervención	40-70 %
	Alta intervención	> 70 %

### Función de los ecosistemas

La función del ecosistema se define de acuerdo con la importancia de la UEP con relación a la función que presta el ecosistema en cuanto a hábitat de especies (entendido como sitios de reproducción, crianza y alimentación), paisajística y fuente de recursos para ser aprovechados por el hombre. En la Tabla 4 se presenta la escala de valores con la cual se define el criterio.

**Tabla 4.** Escala de valores para la definición del criterio "Función de los ecosistemas".

Escala	Definición	Valor
Baja importancia	Cuando los ecosistemas presentes en el área evaluada cumplen con al menos una de las funciones de hábitat, paisajística o fuente de recursos para ser aprovechados	1
Media importancia	Cuando los ecosistemas presentes en el área evaluada cumplen con dos de las funciones de hábitat, paisajística o fuente de recursos para ser aprovechados	2
Alta importancia	Cuando los ecosistemas presentes en el área evaluada cumplen con las funciones de hábitat, paisajística o fuente de recursos para ser aprovechados	3

## Estado actual de la fauna asociada

El estado actual de la fauna asociada evalúa la importancia de la UEP con respecto a la riqueza de familias de fauna asociada a los ecosistemas presentes. En la Tabla 5 se presenta la escala de valores con la cual se define el criterio.

**Tabla 5.** Escala de valores para la definición del criterio "Estado actual de la fauna asociada".

Escala	Definición
Bajo	1-3 familias/localidad
Medio	4-7 familias/localidad
Alto	> 8 familias/localidad

## Riesgos naturales

Con el criterio de riesgos naturales, la importancia de la UEP se evalúa de acuerdo con la presencia e intensidad de las amenazas naturales tales como: erosión, inundaciones, vientos, mareas y deslizamientos. En la Tabla 6 se presenta la escala de valores con la cual se define este criterio.

**Tabla 6.** Escala de valores para la definición del criterio "Riesgos naturales".

Escala	Definición
Bajo	Cuando para la UEP no hay presencia de amenazas naturales o se presenta una de baja incidencia.
Medio	Cuando para la UEP se presenta una amenaza natural de alta incidencia o dos amenazas de baja incidencia.
Alto	Cuando para la UEP hay presencia de más de dos amenazas naturales.

## Alteración del equilibrio hídrico

La alteración del equilibrio hídrico evalúa la importancia de la UEP con relación a la alteración de los cursos de agua presentes en la zona costera. En la Tabla 7 se presenta la escala de valores con la cual se define este criterio.

**Tabla 7.** Escala de valores para la definición del criterio "Alteración del equilibrio hídrico".

Escala	Definición
Baja	Cuando para la UEP no hay evidencia de alteración del curso de arroyos.
Alta	Cuando para la UEP hay evidencia de alteración del curso de los arroyos.

## Intensidad de uso

La intensidad de uso se refiere a la importancia de la UEP con relación al grado de aprovechamiento que los usuarios tienen sobre los recursos naturales teniendo en cuenta los siguientes aspectos: (1) Accesibilidad por vía; (2) Presencia de asentamientos humanos; (3) Presencia de actividades productivas; (3) Oferta de recursos; (4) Nivel de tecnificación en las actividades productivas. Estos parámetros fueron evaluados de acuerdo con el rango de datos y los valores definidos en la Tabla 8. Igualmente, para obtener el valor del criterio, se realizó la sumatoria de los valores de cada parámetro definiendo la escala porcentual de los valores.

**Tabla 8.** Parámetros evaluados para determinar el criterio de intensidad de uso.

Escala	Rango de datos	Valor
Accesibilidad por vías	Baja accesibilidad: Cuando no existen vías de acceso cercanas a la UEP.	1
	Media accesibilidad: Cuando existen vías de acceso pero están en mal estado.	2
	Alta accesibilidad: Cuando se evidencian una o más vías de acceso a la UEP y están en buen estado.	3
Presencia de asentamientos	Baja: Cuando no existen asentamientos cercanos a la UEP o si existen son menores de 50 habitantes.	1
	Media: Cuando existen asentamientos cercanos a la UEP y estos son entre 50 y 100 habitantes.	2
	Alta: Cuando existen asentamientos cercanos a la UEP y estos son mayores a 100 habitantes.	3
Presencia de actividades productivas	Baja: Cuando no existen actividades productivas cercanas a la UEP.	1
	Media: Cuando al menos existe una actividad productiva cercana a la UEP y la afecta moderadamente.	2
	Alta: Cuando existe una actividad productiva cercana a la UEP que la afecte severamente o más de una actividad que la afectan.	3
Oferta de recursos	Baja: Cuando no existen recursos que puedan ser aprovechados.	1
	Alta: Cuando existen recursos aprovechables.	3
Nivel de tecnificación	Bajo: Cuando las actividades productivas realizadas son de subsistencia.	1
	Medio: Cuando las actividades productivas realizadas son de pequeña escala y de subsistencia.	2
	Alto: Cuando las actividades productivas realizadas son de gran escala.	3
<b>Escala de valores para definir el criterio</b>		
	Baja intensidad	< 40%
	Media intensidad	40-60%
	Alta intensidad	>60%

## Aptitud de uso

La aptitud de uso evalúa la UEP con relación a los tipos de uso que pueda tener determinada área, de acuerdo con sus características de tipos de suelos, geomorfología y geología, tal como se presenta en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Aptitud de uso definida para la zona costera en el departamento del Atlántico.

Aptitud de uso
Turismo y recreación
Ecoturismo
Expansión y establecimiento de asentamientos humanos
Agropecuaria
Acuícola
Pesquera
Conservación de ecosistemas estratégicos y recursos naturales
Minería
Actividad portuaria

### Conflictos de uso

Los conflictos de uso evalúan las UEP de acuerdo con la presencia o ausencia de conflictos de uso, entendidos estos como la incompatibilidad presentada por el uso actual respecto a su aptitud. En la Tabla 10 se presenta la escala con la cual se define este criterio.

**Tabla 10.** Escala para la definición del criterio "Conflictos de uso".

Escala	Definición
Sin Conflicto de Uso	Cuando en la UEP evaluada no se presentan conflictos de uso.
Con Conflicto de Uso	Cuando en la UEP evaluada se presentan conflictos de uso.

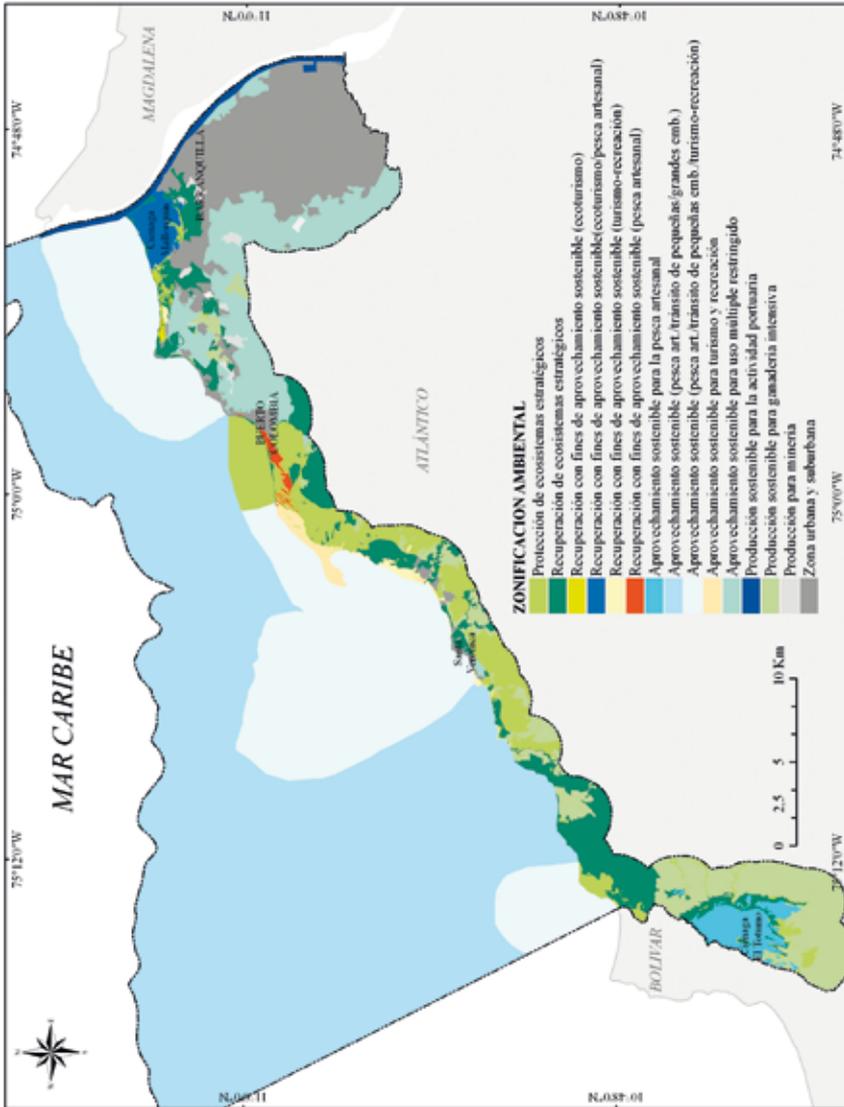
### Áreas de manejo

La definición de áreas de manejo a partir del análisis integral de criterios, es una herramienta fundamental para desarrollar en el marco de los procesos de MIZC (Sarda *et al.*, 2005; Varghesea *et al.*, 2008); este tipo de análisis, permite a través de diferentes disciplinas, tener en cuenta las variables que pueden incidir en la definición de las estrategias de manejo de las zonas costeras y tener una representación espacial de la situación ambiental y de las perspectivas de conservación y uso sostenible que pueden aplicar al área estudiada. No obstante, es importante indicar que estos análisis se ven limitados por la disponibilidad de información, por lo cual es común que sólo se aborden desde una sola perspectiva (por lo general desde una visión ecológica), sin tener en cuenta los demás factores que inciden en el MIZC; por esta razón, el desarrollo de trabajos que integren múltiples criterios, pueden ser ventajosos, con el fin de contribuir a ajustar y definir procesos metodológicos más apropiados para el MIZC.

Para la zona costera del departamento del Atlántico, la definición de áreas de manejo se hizo analizando cada una de las UEP, basándose en el cumplimiento de los criterios particulares, para la asignación de la categoría de manejo más apropiada (Tabla 11). El conjunto de las áreas de manejo definidas constituye la propuesta de zonificación ambiental de la zona costera (Figura 3).

**Tabla 11.** Definición de las categorías de manejo para la zona costera del departamento del Atlántico, de acuerdo con la calificación de los criterios empleados para la zonificación. \* Incluyen las áreas de preservación y recuperación de manglares.

Categorías de Manejo/Criterios	Representatividad de los ecosistemas	Grado de intervención de los ecosistemas	Función de los ecosistemas asociada	Estado actual de la fauna natural	Alteración del equilibrio hídrico			Conflictos de uso	
					Riesgos naturales	Intensidad de uso	Aptitud de uso		
1 Protección de ecosistemas estratégicos*	Media a Alta	Bajo	Media-Alta	Media-Alta	Bajo, Medio o Alto	Baja	Baja a Media	Conservación de recursos	Con o Sin Conflicto
2 Recuperación de ecosistemas estratégicos*	Media a Alta	Media-Alta*	Baja a Media	Baja a Media	Bajo, Medio o Alto	Alta	Media a Alta	Conservación de recursos	Con conflicto
3 Recuperación para aprovechamiento sostenible	Media	Baja-Media	Baja-Media	Baja-Media	Bajo, Medio o Alto	Alta	Media a Alta	Todas las de aprovechamiento	Con conflicto
4 Aprovechamiento sostenible para pesca artesanal	Baja, Media, Alta	Bajo-Medio	Medio-Alto	Media-Alta	Bajo, Medio o Alto	Baja	Bajo, Medio, Alto	Pesquera	Con o Sin Conflicto
5 Aprovechamiento sostenible para turismo y recreación y ecoturismo	Baja-Media	Bajo-Medio	Media	Bajo, Medio, Alto	Bajo	Baja, Alta	Medio-Alto	Turismo y recreación	Sin conflicto
6 Aprovechamiento sostenible para uso múltiple restringido	Baja	Medio	Baja	Bajo	Bajo	Baja	Medio-Alto	Expansión y establecimiento de asentamientos humanos	Sin conflicto
7 Producción sostenible para actividad portuaria	Baja	Medio-Alto	Baja	Bajo	Bajo	Baja	Alta	Actividad portuaria	Sin conflicto
8 Producción ganadera intensiva	Baja	Medio-Alto	Baja	Bajo, Medio o Alto	Bajo, Medio o Alto	Baja	Alta	Agropecuaria	Sin conflicto
9 Producción sostenible para minería	Baja	Alto	Baja	Bajo	Alto	Alta	Alta	Minería	Con o sin conflicto



**Figura 3.** Zonificación ambiental de la zona costera del Atlántico para la definición de áreas de manejo: protección y recuperación de ecosistemas estratégicos, recuperación con fines de aprovechamiento sostenible, aprovechamiento sostenible, producción sostenible y zonas urbanas.

Se definieron 10 áreas de manejo que van desde aquellas cuyo objetivo principal es la conservación de los ecosistemas naturales y sus recursos asociados, como es el caso de los manglares, algunos bosques secos tropicales, y cuerpos de agua como las lagunas costeras; áreas de aprovechamiento sostenible en donde se incluyen actividades como la pesca artesanal, el turismo, el ecoturismo y el tránsito de embarcaciones, y áreas de producción sostenible, las cuales implican un mayor grado de intervención del medio natural, como son las dedicadas a ganadería, minería y actividades portuarias. Finalmente se encuentran las áreas que actualmente tienen uso urbano y suburbano (Tabla 12).

**Tabla 12.** Extensión de las áreas de manejo propuestas para la zona costera del departamento del Atlántico.

No.	Áreas de manejo	Total (ha)
1	Protección de ecosistemas estratégicos	5725.34
2	Recuperación de ecosistemas estratégicos	5723.94
3	Recuperación con fines de aprovechamiento sostenible para ecoturismo	48.25
	Recuperación con fines de aprovechamiento sostenible para ecoturismo y pesca artesanal	795.98
	Recuperación con fines de aprovechamiento sostenible para el turismo y recreación	194.01
	Recuperación con fines de aprovechamiento sostenible para pesca artesanal	194.97
	Aprovechamiento sostenible para la pesca artesanal	1.318.54
4	Aprovechamiento sostenible para la pesca artesanal y el tránsito de pequeñas y grandes embarcaciones a partir de las 3 millas	62.333.65
	Aprovechamiento sostenible para la pesca artesanal, tránsito de pequeñas embarcaciones y turismo y recreación	23583.27
5	Aprovechamiento sostenible para turismo y recreación	514.55
6	Aprovechamiento sostenible para uso múltiple restringido	5799.49
7	Producción sostenible para la actividad portuaria	724.61
8	Producción sostenible para ganadería intensiva	5766.76
9	Producción sostenible para minería	286.48
10	Zona urbana y suburbana	9211.61

## CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo muestran un esquema de análisis de criterios relevantes para aplicar al MIZC; este marco muestra que bajo un enfoque integral en su ámbito de aplicación y un esquema multidisciplinario, se puede lograr una visión de la zona costera acorde con sus características y potencialidades para la conservación y uso sostenible. El desarrollo de la zonificación ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico se basa en criterios establecidos a partir de la

información básica colectada en la caracterización y diagnóstico integrado. A partir de las áreas de manejo definidas se orientan las acciones para el manejo integrado del área. Se constituye en una herramienta fundamental para fortalecer los procesos de ordenamiento del territorio, como es el caso de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios, al aportar determinantes ambientales específicas al ámbito marino-costero.

Los criterios y parámetros pueden variar según las características del área; para el departamento del Atlántico se definieron aquellos que permitían cumplir las metas de manejo costero acordadas con los diferentes actores del área a través de técnicas participativas. Por esta razón, el proceso es dinámico y requiere revisión y validación detallada del cumplimiento de los criterios y del adecuado valor o ámbito de los parámetros para la definición de la zonificación ambiental.

Los Sistemas de Información Geográfica, como herramienta de soporte en los procesos de MIZC, permiten el almacenamiento, consulta y análisis espacial de la información facilitando el trabajo participativo en los grupos interdisciplinarios y con las comunidades locales. Además de esto, la estructuración de un SIG ofrece la posibilidad del uso de herramientas como determinación de distancias, áreas, vecindad, *buffers* y en general aquellas herramientas para la representación cartográfica que son parte de los requerimientos básicos que hacen los tomadores de decisiones en los procesos de planeación y ordenación del territorio.

Se espera que en trabajos futuros se desarrollen modelos que apoyen la selección y calificación de aquellos criterios que por ausencia de información deben asumirse con ámbitos cualitativos. Esto mejorará la aproximación de la zonificación ambiental, por ejemplo en temas como conflictos de uso, áreas potenciales para pesca o representatividad de los ecosistemas.

La utilización de herramientas de participación, en el desarrollo de este trabajo, permitió tener en cuenta la perspectiva de diferentes actores para la definición y priorización de criterios de zonificación y el ajuste de las áreas de manejo. En estos procesos se debe tratar de involucrar a los diferentes tipos de actores con injerencia en el área; se recomienda para futuros estudios diseñar estrategias que permitan involucrar a sectores que como el económico, tienen menor participación en estos procesos de planificación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Las autoras expresan sus agradecimientos a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, especialmente a Juan Carlos Pino, Andis Villalobos y Moisés Alexander. Igualmente, al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, a su Director General, al grupo de investigación y a todo el grupo de apoyo logístico.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, D., P. Sierra-Correa, F. Arias-Isaza y M. Fontalvo. 2003. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico. Serie de Documentos Generales No. 12, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Santa Marta. 94 p.
- Amler, B., D. Betke, H. Eger, C. Ehrich, A. Kohler, A. Kutter, A. von-Lossau, U. Müller, S. Seidemann, R. Steurer y W. Zimmermann. 1999. Land use planning methods, strategies and tools. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Schriftenreihe der GTZ; No. 268. Wiesbaden, Alemania. 235 p.
- Balaguer, P., R. Sarda, M. Ruiz, A. Diedrich, G. Vizoso y J. Tintore. 2008. A proposal for boundary delimitation for integrated coastal zone management initiatives. *Ocean Coast. Manag.*, 51: 806-814.
- Bin, C., H. Hao, Y. Weiwei, Z. Senlin, W. Jinkeng y J. Jinlong. 2009. Marine biodiversity conservation based on integrated coastal zone management (ICZM)-A case study in Quanzhou Bay, Fujian, China. *Ocean Coast. Manag.*, 52: 612-619.
- Cicin-Sain, B. y R. W. Knecht. 1998. Integrated coastal and ocean management: concepts and practice. Island Press, Washington. 517 p.
- Clark, J. R. 1998. Coastal seas, the conservations challenge. Mote Marine Laboratory, Blackwell Science, Ramrod Key, Estados Unidos. 134 p.
- CRA. 1996. Plan de manejo ambiental del departamento del Atlántico. Corporación Autónoma Regional del Atlántico, Barranquilla. 53 p.
- De Freitas, D. M. y P. R. A. Tagliani. 2009. The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil. *J. Environ. Manag.*, 90 (6): 2071-2080.
- Douven, W. J. A. M., J. J. G. Buurman y W. Kiswara. 2003. Spatial information for coastal zone management: the example of the Banten Bay seagrass ecosystem, Indonesia. *Ocean Coast. Manag.*, 46 (6-7): 615-634.
- Etter, A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC, Bogotá. 90 p.
- Forst, M. 2009. The convergence of integrated coastal zone management and the ecosystems approach. *Ocean Coast. Manag.*, 52: 294-306.
- INGEOMINAS. 1998. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano. Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá. 111 p.
- INVEMAR. 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico, Caribe colombiano. Informe final, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Santa Marta. 191 p.
- INVEMAR. 2007. Ordenamiento ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico. Informe final, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Corporación Autónoma Regional del Atlántico, Santa Marta. 588 p.

- INVEMAR, CARSUCRE y CVS. 2003a. Formulación del plan de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Santa Marta. 134 p.
- INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO y IIAP. 2003b. Formulación del plan de manejo integrado de la zona costera del complejo de las bocanas Guapi Iscuandé, Pacífico colombiano. Fase I Caracterización y diagnóstico. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Santa Marta. 575 p.
- INVEMAR, CRC y CORPONARIÑO. 2006. Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial del Sur: caracterización, diagnóstico integrado y zonificación ambiental. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Santa Marta. 383 p.
- Kitsiou, D., H. Coccossis y M. Karydis. 2002. Multi-dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods. *Sci. Total Environ.*, 284 (1-3): 1-17.
- López, A. C., P. C. Sierra-Correa, J. C. Rodríguez y J. L. Freyre-Palau (Eds.). 2003. Plan de manejo integrado de la zona costera del complejo de las bocanas Guapi Iscuandé, Pacífico colombiano-Fase II. Serie de Documentos Generales No. 17, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Santa Marta. 138 p.
- MMA, ACOFORE y OIMT. 2002. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 20 p.
- Ortiz-Lozano, L., A. Granados-Barba y I. Espejel. 2009. Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the sistema arrecifal Veracruzano National Park, Mexico. *Ocean Coast. Manag.*, 52: 317-323.
- Portman, M. 2007. Zoning design for cross-border marine protected areas: The Red Sea Marine Peace Park case study. *Ocean Coast. Manag.*, 50: 499-522.
- Salzwedel, H., N. Zapata, M. Eilbrecht y M. Arzola. 2003. Zoning the coast-methodological guidelines for the municipal level: the experience of the Region of Bío Bío. Chilean-German Technical Cooperation Project Spatial Planning of the Coastal Zone of the Region of Bio Bio. Concepción, Chile. 61 p.
- Sarda, R., C. Ávila y J. Mora. 2005. A methodological approach to be used in integrated coastal zone management processes: the case of the Catalan Coast (Catalonia, Spain). *Est., Coast. Shelf Sci.*, 62: 427-439.
- Shalaby, A. y R. Tateishi. 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Ap. Geogr.*, 27 (1): 28-41.
- Varghesea, K., L. S. Ganeshb, M. Manic, P. P. Anilkumar, R. Murthy y B. R. Subramaniam. 2008. Identifying critical variables for coastal profiling in ICZM planning - A systems approach. *Ocean Coast. Manag.*, 51: 73-94.

FECHA DE RECEPCIÓN: 22/02/2011      FECHA DE ACEPTACIÓN: 22/02/2012

