

## **Zonificación ambiental turística de la zona costera del departamento del Atlántico – Colombia**

Ciro Angel Parrado Reyes<sup>1</sup>  
Juan Rafael Roa Coronado<sup>1</sup>  
Jina Marcela Mendoza Lozano<sup>1</sup>  
Yeimi Fernanda López Mejía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Caribe  
CI 90 No. 46-112 Barranquilla – Colombia  
{ciro.parrado, juan.roa, iinamarcelalozano, yeimi.lopez}@uac.edu.co

### **Resumen**

Este trabajo se desarrolla en el Departamento del Atlántico, Republica de Colombia. El trabajo pretende mostrar la implementación de una zonificación ambiental turística iniciando desde información primaria a partir de la conformación de distintas capas temáticas de información geográfica. El desarrollo comprende la definición de un modelo de datos geográficos que recoge con exactitud el propósito del estudio, la determinación de la escala que implica conocer la cantidad de cartografía a procesar e imprimir. Los productos cartográficos se determinaron a escala 1:25.000, y se incorporan las imágenes satelitales las cuales nos permiten obtener nuevos mapas temáticos. Implementación de campo que permite la comprobación de las unidades y la ejecución de encuestas. Posteriormente se realiza la superposición de los mapas mediante calificación numérica descendente, dando el mayor valor nominal a lo más natural o favorable de las unidades mapeadas y por el contrario el menor valor nominal a las áreas más afectadas o menos favorables. Finalmente luego de la superposición de los mapas insumo y la posterior clasificación, encontramos que los valores menores corresponden a espacios con gran afectación, que deben ser sujetos manejo especial por parte de las autoridades ambientales y que por las mismas razones no son objeto para desarrollar el turismo ecológico y así de esta manera se va conformando el desarrollo del paisaje hasta obtener las zonas más adecuadas para la gestión y desarrollo del ecoturismo. La zonificación resultado presenta cuatro tipos de zonas para el desarrollo del ecoturismo.

**Palabras claves:** Sensores Remotos, Análisis Espacial, Espacio Ecoturístico, planificación.

### **Summary**

This work takes place in the Departamento del Atlántico, Republica de Colombia. The paper aims to show the implementation of a tour starting from primary environmental zoning information from different thematic layers forming geographic information system. The development comprises defining a geographic data model that accurately reflects the purpose of the study, the determination of the scale involves knowing the amount of mapping to process and printing. The map products were determined at 1: 25,000, and satellite images that allow us to obtain new thematic maps are incorporated. The implementation of field that allows testing of the units and implementing surveys. Then overlay the maps is done by descending numerical score, giving the highest nominal value as natural mapped drives and conversely and the lowest rated the most affected areas or less favorable value. Finally after the superposition of the input maps and the subsequent classification, we find that the lower values correspond to areas with the worst cases, they should be subject to special handling by the environmental authorities and for the same reasons that are not subject to develop ecotourism and so in this way it is shaping the development of the landscape to obtain the most suitable areas for the management and development of ecotourism. The result shows four types of zoning areas for ecotourism can be development.

**Keywords** remote sensing, spatial analysis, ecotourism area, planning, sensoriamento remoto, análise espacial, ecotourism area, planejamento.

## **1 Preliminares.**

Los sistemas de información geográfica SIG, en la actualidad significan la verdadera revolución conceptual y práctica en el manejo y análisis de la información geográfica. Los SIG son el paso adelante más importante desde la invención del mapa, en cuanto a la utilización de los datos espaciales y tabulares simultáneamente y con la facilidad en la generación de subproductos a partir del análisis espacial. La zonificación ambiental turística tiene en cuenta la elección de un sistema de información integrado tanto en software como en hardware para la elaboración de los respectivos mapas y tablas de datos; el programa de cómputo geográfico utilizado como herramienta principal fue ArcGis.

Se inicia la construcción de un nuevo mapa base con el insumo anterior y con digitalización de los elementos básicos de las imágenes satelitales NASA Áster LB1 ortorectificadas de 15 m. de resolución y de los años 2010 y 2011 que cubren la totalidad del área y un recorte espacial del modelo DEM STRM 90 corregido digitalmente del departamento del Atlántico con el que se generó las curvas de nivel y los drenajes. El estudio de suelos del Departamento del Atlántico realizado por el IGAC en el año 2010 a escala 1:100.000, que contiene tres mapas, fue el más importante documento cartográfico para este proyecto que fue escaneado y posteriormente digitalizado. Igualmente se consultan estudios realizados por consultores y otras entidades del estado que se buscaron en la Corporación Regional del Atlántico y en la gobernación que correspondieron a cartografía con diferentes escalas, épocas, propósitos y distintos puntos de georreferencia y con tablas de datos en algunos casos escasas o desactualizadas, esta información solo fue utilizada como referencia.

## **2. Localización del área de Estudio.**

La zona costera del Departamento del Atlántico se localiza en el Caribe colombiano cuyas coordenadas geográficas en las que se enmarca el área de este estudio son las siguientes: Esquina sur occidental 75° 15' 25.9" de Longitud Oeste y 10° 40' 16.3" de Latitud Norte y la esquina nororiental 74° 45' 15.7" de Longitud Oeste y 11° 06' 52" de Latitud Norte, la proyección geográfica corresponde al origen de coordenadas Bogotá - Colombia en el sistema IGAG (MAGNA).

### **2.1. La Línea de Costa**

Tiene una longitud aproximada de 77 km. Comprendida entre el tajamar occidental de Bocas de Ceniza hasta cerca de la población de Galerazamba, en límites con el departamento de Bolívar. Para este trabajo la delimitación de la zona costera del Departamento del Atlántico, tiene un área de 814 km<sup>2</sup> aproximadamente, que incluye las zonas urbanas y rurales de los Municipios de Piojó, Juan de Acosta, Tubará, Puerto Colombia y una porción del Distrito de Barranquilla

## **3. Metodología.**

Para la realización de la presente zonificación se presentan las siguientes etapas en un orden lógico y secuencial, que son interdependientes entre sí.

- Selección de la escala de trabajo que para este caso es de 1:25.000 para la escala de la zona costera y de 1:300.000 para los mapas generales de localización.
- En los mapas de escala 1:25.000 serán aplicados los métodos y los análisis de la zonificación.
- Recolección de mapas existentes y de reportes con datos relevantes.
- Interpretación de imágenes de sensores remotos y su procesamiento para la creación de

nuevos mapas temáticos.

- Diseño de la base de datos y definición de la forma en que los datos pueden ser recolectados y almacenados.
- Trabajo de campo para verificar con sistemas de posicionamiento global GPS datos puntuales y de ajuste, la fotointerpretación con control en sitio y recolectar importantes datos cualitativos y cuantitativos.
- Digitalización de mapas y el tabulado de sus atributos.
- Validación de datos ingresados, manipulación y transformación de los datos primarios en una forma en que puedan ser utilizados en el análisis.
- Análisis de datos para la preparación del mapa de zonificación turística ambiental.
- Evaluación de la confiabilidad de los mapas producto e inventario de los errores que pudieron ocurrir en etapas previas.
- Producción final del mapa de Zonificación.

La definición del área del estudio y la verificación de la información mencionada en el aparte anterior se realizó con el propósito de definir la cartografía base a completar, encontrando que la información básica se encontraba incompleta, por lo que se procedió a la complementación con productos de los sensores remotos y de otras fuentes. La digitalización correspondiente se elaboró conforme a los parámetros establecidos. Una vez completada y digitalizada la información básica necesaria se procedió a la verificación de la información temática en términos de la determinación de continuidad de los detalles que cubrían el área de estudio, la ubicación de los puntos de control y el rotulado respectivo de los puntos, líneas o unidades temáticas respectivas.

El mapa base lo componen siguientes municipios del departamento del Atlántico Píojó, Juan de Acosta, Tubará, Puerto Colombia y Barranquilla. El mapa base se compone de varias capas de información basadas en .shp. Los mapas temáticos corresponden a la Localización Espacial del área de Estudio, Mapa de Unidades Geomorfológicas, Mapa de Unidades del Paisaje, Mapa de Zonas de Vida, Mapa de Fases Pendientes, Mapa de Cobertura y Uso del Suelo, Mapa del Uso Potencial del Suelo, Mapa de Aptitud de Uso del Suelo, Mapa de Conflicto de Uso del Suelo, Mapa de Características de los Suelos, Mapa de Densidad Hídrica, Mapa de Ecosistemas Estratégicos Principales y el Mapa de Zonificación Ambiental a escala de 1:25.000.

Las generalizaciones se realizaron así: por áreas menores de 6.25 Ha. que fueron eliminadas y por disolución de áreas contiguas con las mismas características de nominales, ordinales, de intervalo o de razón contenidas en las tablas de datos. La zonificación propiamente dicha se realiza a partir de la superposición de algunos de los mapas temáticos que una vez estuvieron corregidos y ajustados, facilitaron el esquema de cuantificación y calificación como insumo primario. Para este propósito se tienen en cuenta los siguientes mapas: Mapa de Fases Pendientes, Mapa de Cobertura y Uso del Suelo, Mapa del Uso Potencial del Suelo, Mapa de Aptitud de Uso del Suelo, Mapa de Conflicto de Uso del Suelo, Mapa de Densidad Hídrica, Mapa de Ecosistemas Estratégicos Principales.

Cada uno de los mapas y de ellos cada una de las unidades espaciales fue clasificada y valorada desde lo más natural, benéfico o favorable ambientalmente hasta lo más deteriorado, antropizado o desfavorable también ambientalmente. Se tiene al final entonces un conjunto de mapas valorados y cuantificados. Las áreas más afectadas o más deterioradas se les aplican una valoración menor y a las áreas en mejor estado de conservación o más favorables se califican con valores mayores, esta escala funciona ordinalmente iniciando en 1 hasta el

número de unidades existentes para cada uno de los mapas valorados. El mapa más importante para este caso es el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo que aporta el 80% del valor de toda la superposición ya que ésta es la oferta ambiental real y actual del territorio.

Finalmente luego de la superposición de los mapas insumo y posteriormente la clasificación, encontramos que los valores menores corresponden a espacios con gran afectación erosiva, con deficiencia en drenajes, con gran conflicto en el uso del suelo o la cobertura vegetal y que para la aplicación de la zonificación son espacios que deben ser sujetos de control y manejo especial por parte de las autoridades ambientales y que por las mismas razones no son objeto para desarrollar el turismo ecológico. Por el contrario las áreas resultado con mayor valoración, son las que presentan cobertura vegetal, oferta de corredores hídricos, no presentan conflictos de uso y por este motivo facilitan la adecuación y el manejo para que exista o coexista el ecoturismo con las actividades presentes en estos mismos espacios.

Esta zonificación debe permitir espacios de penetración ecoturística, en procura de la relativa diversidad paisajística y oferta ambiental, generando bajos impactos sobre el territorio mediante un plan de manejo ambiental que debe ser objeto de otro estudio con mayor alcance y en coordinación con las autoridades ambientales pertinentes. Este plan ambiental ecoturístico debe contener estrategias para la implantación de elementos "rígidos" tales como sendas, áreas de acampe, instalaciones de servicios básicos, elementos semiurbanos y rutas, etc., que no generen impactos ambientales que en su mayoría se asocien a la saturación de la capacidad de carga en espacios que requieren de un manejo de baja densidad. Las rutas, senderos, caminos y los asentamientos dentro y en el borde de las áreas zonificadas como de Áreas aptas para el desarrollo del Ecoturismo son fuerzas de gravitación en el desarrollo de los espacios turísticos inexistentes y deben ser objeto de control y planificación en las políticas regionales y deberían ser tratadas como áreas protegidas, que para nuestro caso no existen en el Departamento del Atlántico.

Todas las áreas producto de esta zonificación deberán estar contenidas dentro del plan ambiental ecoturístico y los espacios de uso actual o potencial deberán estar compuestos por una serie de elementos fijos y móviles relacionados con el acceso, los atractivos, los servicios, los equipamientos, las facilidades y características ambientales que cuya complejidad y diversidad la debe determinar un rango de clasificación análogo a las oportunidades recreativas y de esparcimiento desde lo "moderno a primitivo" con una organización basada en núcleos, focos, conectores y áreas de amortiguamiento que se interrelacionen. La organización deberá tener en cuenta pautas específicas para un uso sustentable y las modalidades de uso por densidad y magnitud del equipamiento.

## **4. Resultados.**

### **4.1. Unidades de Zonificación.**

*Áreas de uso marginal:* Comprenden las zonas de explotación minera (canteras) y los espacios dedicados a los parques cementerios. No es posible considerar su aprovechamiento en las primeras hasta cuando su dedicación actual no cambie a una cobertura más favorable y las segundas por ser espacios de reflexión y recogimiento. Estas tienen un área de 870,3 Has, correspondientes al 1,31% de la superficie total de la región costera del Departamento del Atlántico.

*Áreas de recuperación ambiental:* Corresponde a espacios que han sido objeto de una intervención antrópica fuerte en donde se ha dado un manejo inadecuado del recurso natural provocando su detrimento. Dentro de estos espacios encontramos tierras desnudas y/o

erosionadas en donde se hace necesario adelantar intervenciones con el fin de lograr su recuperación integral y poder disponer de ellos para su disfrute dentro del marco del ecoturismo. Las áreas para desarrollar acciones de recuperación ambiental en toda la región costera del Departamento ocupan una extensión de 10.966, 56 Has correspondientes al 16,49% de la superficie de la región del área de influencia del estudio.

*Áreas aptas para el desarrollo turístico con manejo especial:* Pequeños espacios donde se desarrolla algún tipo de actividad productiva liviana en donde aún no se presenta deterioro del recurso suelo y presenta algún nivel de productividad, se requiere organización e infraestructura liviana, como casetas, kioscos, puntos de hidratación, áreas de reposo y descanso y oferta gastronómica típica local, para optimizar su aprovechamiento sustentable en turismo rural. Adicionalmente estos lugares deben hacer parte de un sistema integrado ecoturístico complementado con servicios públicos, de salud y de asistencia, esta área ocupa 7.893,94 Has, correspondientes al 11,87% de la superficie total de la región costera del Departamento del Atlántico.

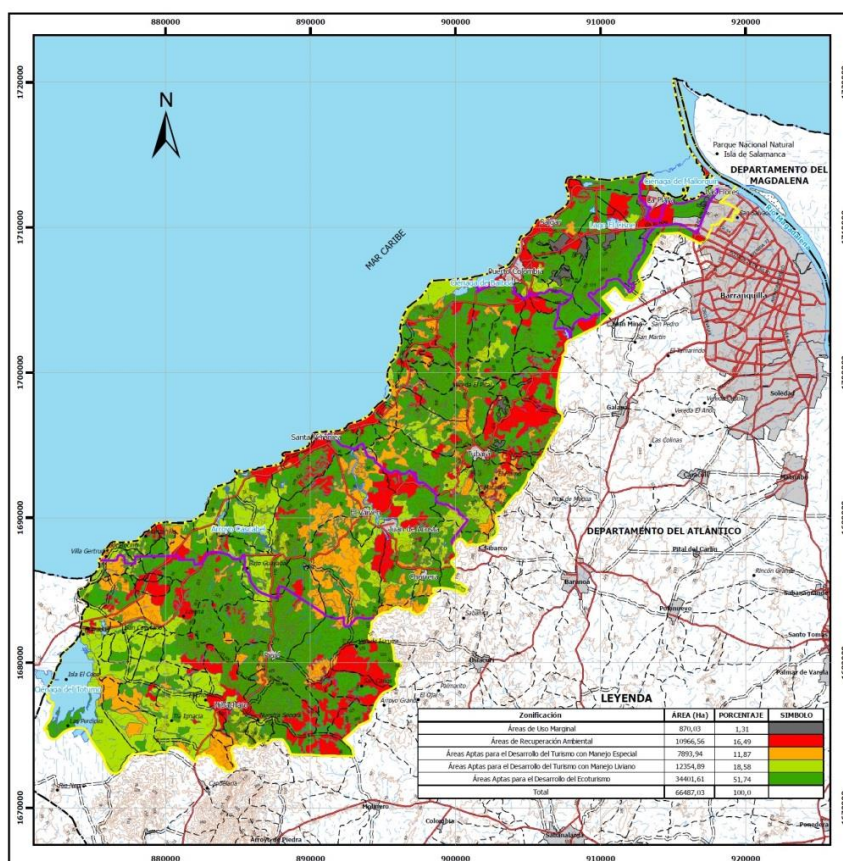


Figura 1. Zonificación ambiental turística de la zona costera del departamento del Atlántico

*Áreas aptas para el desarrollo turístico con manejo liviano:* Espacios seminaturales aprovechables en actividades ecológicas o agroecológicas y zootecnia. Estos espacios deben estar articulados con las *áreas aptas para el desarrollo turístico con manejo especial* para mejorar la oferta de servicios al turista que llega a su disfrute. Las coberturas de uso para el desarrollo de este tipo de turismo, en la actualidad se ubican en: en mosaicos de pastos y cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de cultivos y espacios naturales, mosaicos de pastos y espacios naturales, arenales y vegetación acuática. Estos espacios ocupan un área de 12.354,89 Has correspondientes al 18,58 de la superficie total de la región costera del Departamento del Atlántico.

*Áreas aptas para el desarrollo ecoturístico:* Espacios naturales muy poco intervenidos aptos para actividades netamente ecoturísticas como el senderismo, rapel y escalada en roca en las zonas de pendiente vertical, así como el estudio de la flora y fauna presentes en ellas y para actividades naturales científicas. Es el área de zonificación más grande que arrojó el estudio para los municipios de la zona costera del departamento, ocupando un área de 34.401,61 Has correspondientes al 51,74% de la superficie total del área de estudio.

## **5. Diseño de Escenarios**

### **5.1. Escenario Actual.**

Corresponde en términos propios a la oferta del territorio presente en la actualidad y que concierne específicamente al uso del suelo y la cubierta vegetal. Este resultado es la condición actual de la destinación del espacio por parte de las condiciones ambientales, económicas y antrópicas presentes posibles y de los entes territoriales que están limitados en su gestión. En resumen, las siguientes son las condiciones actuales, presentes en la zona costera del Departamento del Atlántico desde el punto de vista ambiental. Existe diversidad natural, espacios de belleza escénica, atractivos y recursos turísticos naturales en flora y fauna. Se presenta riqueza paisajística que va desde las playas de los municipios como Puerto Colombia y Juan de Acosta hasta las zonas quebradas y de altura como las de Piojó y Tubará. Existe contaminación de ecosistemas y cuerpos de agua con residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales y sedimentación de humedales. Caza indiscriminada de fauna local para su comercialización. Deforestación por tala indiscriminada de los ecosistemas de mangle y arbustal denso para dar paso a tierras de cultivo, que cuando no se da un manejo adecuado deriva en erosión. Práctica de la quema de tierras provocando deterioro del suelo. Deficiente administración pública. Manejo inadecuado de aguas residuales y residuos sólidos. Ausencia de alcantarillado y servicio de aseo en varios centros poblados. Uso inadecuado del suelo. Ausencia de políticas de recuperación para ecosistemas deteriorados. Drenajes insuficientes para temporadas invernales especialmente fuertes. Explotación minera fuera del control de la autoridad local. La contaminación arrojada por el Río Magdalena hacia las playas y balnearios.

### **5.2. Escenario Tendencial.**

Se define como escenario tendencial aquel se presentará en un futuro no determinado, por la no aplicación de acciones correctivas o de ajuste ambiental para el disfrute de espacios naturales o semi naturales o inclusive antrópicos. De la no ejecución y puesta en marcha de estos ajustes o inclusive del ajuste parcial de los elementos que componen el territorio, el panorama presentara detrimento. Los siguientes son los aspectos que de manera resumida podrán ser parte de un escenario tendencial si las actuaciones ambientalmente sostenibles sobre el espacio son restringidas o nulas. Diversidad natural, espacios de belleza escénica, atractivos y recursos turísticos naturales en flora y fauna no disponibles o parcialmente disponibles para el aprovechamiento ecoturístico sostenible. Incremento de la contaminación de ecosistemas y cuerpos de agua con residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales y sedimentación de humedales.

Pérdida de la biodiversidad inclusive hasta extinción de especies, tanto animales como vegetales. Disminución de los ecosistemas boscosos dando paso a la expansión de la frontera agrícola que posteriormente por manejo inadecuado presentara deterioro del suelo seguido de procesos erosivos y pérdida de la productividad agrícola y forestal. La ausencia de políticas públicas y la puesta en marcha de normatividad moderna facilitan el uso descoordinado del

suelo dando lugar a un aprovechamiento básico y ambientalmente no sustentable. Contaminación ambiental y pérdida de salubridad pública por el manejo inadecuado de aguas residuales y residuos sólidos que pueden restringir o sustraer definitivamente la iniciativa del ecoturismo sostenible y disminución de la calidad de vida de los habitantes. Presencia de inundaciones y avenidas torrenciales en temporadas invernales, fenómeno que limita el aprovechamiento de los espacios naturales y facilita la presencia de zonas vulnerables. La minería parcialmente controlada facilita la presencia de fenómenos erosivos y eólicos afectando a los ecosistemas circundantes. Presencia de sedimentación arrojada por el río Magdalena hacia las playas y balnearios disminuye y afecta el disfrute de las playas y su entorno.

### **5.3. Escenario Deseado.**

El escenario deseado es aquel que la comunidad espera como una necesidad sentida y como una visión de lo que quiere ser y hacer. Las personas quieren verse reflejados en los siguientes quehaceres y sus propuestas son las siguientes: Implementar el ecoturismo como instrumento para la preservación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad. Desarrollo del ecoturismo como herramienta para el crecimiento económico, social y cultural de la población. Facilitar la participación e inclusión de la comunidad en la toma de decisiones. Posicionar el turismo y el ecoturismo como un renglón de importancia en la economía de la zona. Contar con infraestructura adecuada y pertinente para el desarrollo de un turismo competitivo y ambientalmente sostenible y sustentable a nivel nacional. Impulsar la promoción de productos del mercado verde. Disponer de una cobertura en Acueducto y Alcantarillado del 100%. Recuperar en su totalidad las zonas degradadas.

### **5.4. Escenario Concertado.**

En este aparte confluyen los elementos técnicos presentes en el diagnóstico ambiental, en el sentir de la comunidad y en los elementos y premisas alcanzables ambientalmente que podrán permitir el desarrollo de las comunidades con el entorno de una manera armónica y con equidad. Las siguientes son entonces las consideraciones más convenientes, para que la zona costera del Departamento del Atlántico lidere de manera inequívoca y con arreglo a los elementos básicos de planificación ambiental, los deseos comunitarios y los estudios técnicos, la política turística necesaria para el desarrollo de los municipios, la región y el departamento.

Las categorías de Zonificación de Espacios Ambientalmente Sostenibles para el uso turístico en la zona costera del Departamento del Atlántico, se define el siguiente escenario concertado: Las áreas contempladas para recuperación ambiental, deberán ser objeto de las entidades ambientales encargadas de adelantar acciones para su recuperación, principalmente sobre aquellos espacios donde se encuentran tierras desnudas, ya que merecen gran atención por ser zonas que han tenido un manejo inadecuado generando deterioro del suelo y pérdida de su productividad. Las áreas aptas para el desarrollo de la actividad turística con manejo especial, corresponde a pequeños espacios que siendo dotados de servicios o atractivos pueden ser aprovechados para el turismo; ya que se sobre estos se desarrollan cierto tipo de actividades como son acuícolas y ganaderas en pequeña escala y que bien organizadas y coordinadas generan intereses para impulsar un turismo rural que de oportunidad de desarrollo a las poblaciones.

Las áreas aptas para el desarrollo del turismo con manejo liviano, las cuales presentan características propicias para impulsar el turismo, ya que son ecosistemas semi-naturales y poco alterados, que pueden ser aprovechados para implementar un modelo de turismo

sostenible asociado a actividades ecológicas o agroecológicas, donde se promueva el interés por la cultura del campo y la naturaleza. La implementación de este tipo de turismo se presenta como una alternativa para generar un desarrollo socioeconómico de la población aprovechando las tradiciones y prácticas locales.

Por último las áreas aptas para el desarrollo del ecoturismo, son aquellas que presentan el más alto potencial para el desarrollo de este, son las áreas menos intervenidas de la zona costera, las cuales conservan características naturales que bien aprovechadas representan un gran atractivo para turistas locales y extranjeros. Estos espacios se deben establecer para disfrutar, apreciar y estudiar tanto los atractivos naturales (paisajes, flora y fauna) como las manifestaciones culturales que allí se puedan encontrar. Las principales actividades ecoturísticas que se pueden desarrollar en estas zonas son: senderismo asociado a las rutas indígenas originales, escalada en rocas en las zonas de pendiente más alta, parapente, rutas ecológicas y arqueológicas, miradores asociados a los senderos, entre otras. Lo importante es que las actividades que se desarrollen tengan como fin último la conservación y preservación de las características naturales de estos ecosistemas.

### **Bibliografía.**

- Ayala, M. **Propuesta metodológica para el Ordenamiento ambiental de la Zona costera – marina del área Metropolitana de Lima – Callao.** Lima, Perú. . 2006
- Baca, R. **Río San Juan: El turismo y sus impactos en una comunidad fronteriza Centroamericana.** 2007 Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. San José. 2007
- Burrough, P. **Principles of Geographical Information System for Earth Resource Assessment.** Oxford: Clarendon Press. 1986
- Burrough, P. **Methods of Spatial Analysis in GIS. International Journal of Geographical Information System.** 1990
- Goodchild, M. **Statistical aspect of the Polygon overlay problem.** Addison Wesley, Reading. Mass. 1978
- Lorie, R. and Meier, A. **Using a relational DBMS for Geographical Databases. GeoProcessing.** 1984
- Ingeominas. **Mapa geológico generalizado del Departamento del Atlántico,** memoria explicativa, Instituto Colombiano de Geología y Minería 1985
- Millan, J. **Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de la Amenaza.** Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá D.C. 1998.
- Sermanat. **Introducción al Ecoturismo Comunitario.** Primera Impresión. México. 2003
- Tomlin, C. **Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning** Ph. D. dissertation, Yale University, Connecticut. 1983.
- Universidad Del Norte, **Ecosistemas acuáticos del departamento del Atlántico, PAT, CRA 2007-2009.** 2005
- Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. **Estudio de diagnóstico de la cuenca del rio san juan y lineamientos del plan de acción. Costa Rica.** Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington, D.C. 1997
- Valenzuela, C. **Introducción a los Sistemas de información Geográfica.** IGAC. Subdirección de Docencia e Investigación (CIAF), Santa Fe de Bogotá. 1989.
- Villota, H. **Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras.** Primera Parte. Geomorfología de tierras Altas. IGAC, Santafé de Bogotá., D.C. 1991.