

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS



ANGIE PAOLA BELTRÁN REALES
LEIDYS SUÁREZ ESQUIVIA



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS



ANGIE PAOLA BELTRÁN REALES
LEIDYS SUÁREZ ESQUIVIA



FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO COMFENALCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AMBIENTAL
2010



Claudio Osorio Lentino
Rector

Jorge Luis Vuelvas Angulo
Vicerrector

Jorge Del Rio Cortinas
Director de investigación

Natividad Villabona Gómez
Decana Facultad de Ingeniera

Andrés Mauricio Bahamón Restrepo
Director de Programas de Tecnología e Ingeniera Ambiental

Ganiveth Manjares Paba
Coordinadora del Grupo Investigación Ambiental GIA

Prohibida la reproducción parcial o total o parcial de esta obra por cualquier medio, sin previa autorización escrita de sus autores.

Derechos reservados. 2010
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

Redacción: Angie Beltrán Reales y Leidys Suarez Esquivia
Diseño de portada: Leidys Suarez Esquivia
Fotografía de portadas: Angie Beltrán Reales y Leidys Suarez Esquivia
Mapas: Angie Beltrán Reales y Leidys Suarez Esquivia
Editor: Leidys Suarez Esquivia
Joven Investigador de Grupo de Investigaciones Ambientales -GIA

ISBN: XXXX-XXX-XXX

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	7
PRESENTACIÓN	8
PROLOGO.....	10
1 DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
1.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	18
1.4 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	23
2. MARCO LEGAL	25
3.ANTECEDENT	34
4.ASPECTOS GENERALES DE ÁREA DE ESTUDIO.....	38
4.1 LOCALIZACION.....	39
4.1.1 ORGANIZACIÓN Y DIVISIÓN TERRITORIAL.....	40
4.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.....	46
4.1.3 SISTEMAS DE CAÑOS, LAGUNAS Y CIÉNAGAS	47
4.2 ASPECTOS METEOROLÓGICOS	53
4.2.1 Altitud	53
4.2.2 Precipitación.....	53
4.2.3 Temperatura ambiente.....	53
4.2.4 Humedad relativa	54
4.2.5 Brillo solar	55
4.2.6 Campos del viento	55
4.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	56
4.3.1 Caracterización geológica de Cartagena	58

4.3.2 Susceptibilidad a la erosión	61
4.3.3 Susceptibilidad a amenaza de inundación	61
4.4 ASPECTOS BIOLOGICOS	64
4.4.1 Aspectos generales de la flora	64
4.4.2 Aspectos generales de la fauna	69
4.5 ASPECTO SOCIOECONOMICOS E INFRAESTRUCTURA	72
4.5.1 Demografía	72
4.5.2 Vivienda	74
4.5.3 Sistema de acueducto	75
4.5.4 Servicio de alcantarillado	77
4.5.5 Aseo urbano	83
4.5.6 GAS NATURAL	84
4.5.7 Servicio de energía eléctrica	85
4.5.8 Telecomunicaciones	85
4.6 SÍNTESIS	86
5. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	88
5.1 CALIDAD DEL SISTEMA LAGUNAR DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS	90
5.2 APLICACIÓN DE ICA	92
5.3 CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA	95
5.4 ZONIFICACIÓN DE LOS USO DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA	107
5.5 SINTESIS	109
6. ASPECTOS DE LA SALUD EN CARTAGENA DE INDIAS RELACIONADOS CON LA CONTAMINACION HIDRICA	110
6.1 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA	111
6.1.1 Enfermedades causadas por el agua para el aseo personal	112
6.1.2 Insectos vectores relacionados con el agua	112
6.2 RESULTADOS	113
6.2.1 Dengue	117
6.2.2 Infección Respiratoria Aguda (IRA) – Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)	118

6.3 SÍNTESIS.....	121
7.ANÁLISIS Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE.....	122
7.1 LOS CAMBIOS EN EL PAISAJE	123
7.1.1 Los cambios naturales en el paisaje:	123
7.1.2 Los cambios Antrópicas del paisaje:	123
7.2 ANÁLISIS INTEGRADO DEL TERRITORIO	124
7.2.1 Lectura del paisaje.....	124
7.2.2 Procesos dinámicos de impacto	128
7.2.3 Análisis de problemáticas ecológicas y ambientales	144
7.3 PONDERACIÓN DE LOS TENSORES AMBIENTALES.....	148
7.4 SINTESIS.....	152
CONCLUSIONES.....	153
RECOMENDACIONES	158
BIBLIOGRAFÍA.....	159

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique **CARDIQUE**, a la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco y la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla **ENAP**, por propiciar los espacios y recursos para la realización del presente estudio.

Al Doctor **Agustín Chávez Pérez**, director de Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique **CARDIQUE**, por el apoyo brindado y permitirnos desarrollar este proyecto en la entidad.

Al Ingeniero **Gustavo Jesús Calderón Carrascal**, profesional universitario, especialista en gestión ambiental, magister en gestión ambiental, por ser el director del proyecto, por su valiosa contribución y motivación.

Al Biólogo Marino **Gabriel Luna Gonzales**, asesor de la dirección de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique **CARDIQUE**, por su constante ayuda y entrega al proyecto.

A las Ingenieras Ambientales **María Blanco Pizarro** y **Eneida Tapia Atencia** por su colaboración en la logística y técnica en el desarrollo del monitoreo.

Al Director del Programa de Ingeniería Ambiental Ingeniero **Andrés Mauricio Bahamón** y a nuestros docentes **Ganiveth Manjarrez Pava** y **José Luis Payares**, por su asistencia, colaboración y experiencia que contribuyeron al enriquecimiento del documento.

Y a todas las personas que de una u otra manera hicieron su aporte en el desarrollo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

La Ciudad de Cartagena de Indias muy conocida a nivel mundial como el corralito de piedra mas allá de monumentos, museos y playas; en la actualidad pasa por severos problemas ambientales, particularmente el que atraviesa los sistemas lagunar que se encuentran en la ciudad, conformado por caños, lagunas y ciénagas que han disminuido su capacidad de regeneración por numeroso vertimientos y usos inadecuados que se les ha dado.

En la actualidad se han realizado varios estudios referente a los cuerpos internos de agua, sin embargo no existe una divulgación de los resultados de los proyectos de monitoreo, recolección y manejo sistematizado de la información, diseño de políticas, estrategias y normas las cuales no son analizadas correctamente para ponerlas en ejecución a través de las entidades correspondientes.

Esto se ve reflejado en el desarrollo de la ciudad que ha ocasionado una considerable presión del complejo urbano sobre las áreas naturales, generando acelerados procesos de deterioro y una progresiva reducción de esta reserva. Sumado que el manejo de los residuos sólidos en el perímetro urbano se ve afectado por la falta de sensibilización de los habitantes de los sectores aledaños al sistema lagunar de la ciudad, cuya disposición final genera zonas de conflicto que afectan la calidad paisajística y atmosférica e introducen factores de riesgo para la salud.

Además no se conoce el estado de la calidad de los cuerpos de agua convirtiéndose en una necesidad el seguimiento de parámetros de calidad ambiental establecidos por la ley, según los usos que se le den y la oferta hídrica de los cuerpos de agua.

Debido a las problemáticas dichas anteriormente nace este trabajo de investigación cuyo objetivo se fundamenta en evaluar las realidades de la problemática urbano-ambiental que afectan a los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias, con la finalidad de proponer soluciones para el desarrollo sustentable.

El proyecto constituye una herramienta fundamental para la planificación, la administración, el control, seguimiento y monitoreo de los cuerpos de internos de agua de la ciudad.

La metodología utilizada para la elaboración del presente documento, se tuvo en cuenta los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las seis etapas que intervinieron en el estudio, incluyendo los procedimientos, recolección, procesamiento y análisis de la información.

Contemplándose así los cambios espacio-ambientales realizados en el sistema lagunar de la ciudad, constituyéndose en herramienta apta para crear una responsabilidad del mantenimiento de la calidad. No siendo una obligación única del Distrito o el estado sino también del personal que se ve afectado por las continuos tensores que se presentan en el sistema ya que su

deterioro afecta sin lugar alguna, la salud y el estado epidemiológico de los habitantes de la ciudad.

Por lo tanto el estudio se encuentra organizado de la siguiente manera:

En el primer capítulo titulado presentación del trabajo de investigación que contiene la definición y justificación del problema, el objetivo general y la metodología utilizada para obtener la información secundaria y primaria que permitieran cumplir con las metas propuestas por las autoras.

En el segundo capítulo se expone la normativa y documentos de política vigentes que se toma como guía para el diagnostico de los cuerpos internos de agua de la ciudad.

En el tercer capítulo se encuentran una breve lista de los estudios y proyectos realizados por universidades, entidades e instituciones comprometidas con la temática.

En el capítulo cuarto, se encuentran los aspectos generales del área de estudio, los aspectos biofísicos y las dimensiones urbanas, la infraestructura física y los aspectos sociales de la ciudad.

En el capítulo quinto se logran apreciar los resultados obtenidos del procesamiento del muestro de agua, la aplicación del índice de calidad (ICA) y la zonificación de los cuerpos internos de agua con base al decreto 1594 de 1984.

En el sexto capítulo se logra apreciar los resultados del comportamiento de la salud en las comunidades asentadas en el área de influencia de los cuerpos internos de agua con el estado de la calidad de agua de estos.

En el capítulo séptimo y último se logran apreciar los resultados obtenidos de la lectura del paisaje a través del procesamiento de las fotografías aéreas suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y procesadas en el programa ArcGis 9.1

PROLOGO

Cartagena de Indias, ciudad ubicada en la costa norte de Colombia se encuentra bañado por el Océano Atlántico y en su interior consta de una gran variedad de lagunas, ciénagas y caños.

Estos cuerpos de agua son de interés público y utilizado por los cartageneros para diversas actividades de tipo piscícola, navegación y recreación.

El uso de este recurso hídrico han convertido al sistema en un receptor de aguas residuales proveniente de barrios aledaños que en su mayoría son de carácter informal, por lo tanto no se encuentran conectado al sistema de alcantarillado de la ciudad, que en el año 2006 contaba con una cobertura mayor al 78%¹.

Además existen canales pluviales que han perdido su función de colectar las aguas lluvias, debido a la mentalidad de los habitantes de la ciudad que lo han convertido en basureros satélites, ayudado a la proliferación de olores ofensivos, infiltración de fluidos y proliferación de vectores, tales como ratas y distintas variedades de insectos. Esta problemática se vive a pesar que la ciudad cuenta con un buen microruteo, y con una cobertura mayor al 90%².

Por otro lado producto de la expansión urbanística y el aumento demográfico en la ciudad ha sido necesaria la intervención del mangle, modificando de manera significativa el uso del suelo y rellenando algunas zonas para la construcción. Por ende se observa una disminución de las rondas del cauce, como consecuencia de esto la fauna típica de este sistema ha disminuido, puesto que las poblaciones de aves endémicas y migratorias que no encuentran su hábitat para anidar como lo hacían antes, en ocasiones también se evidencia mortandades de peces por disminución del oxígeno disuelto en el agua.

La intervención más fuerte que ha tenido la zona son los asentamientos subnormales por la falta de planificación, implementación de programas ambientales y de formación en conciencia ambiental.

Es por esto que su estudio, comprensión e intervención son prioritarios y se configura como un aspecto de relevancia en la dinámica de ciudad. Consientes de esta situación las autoras se interesaron en la realización de este estudio y gracias a él se logró realizar el diagnóstico ambiental de los cuerpos internos de agua, cuyo resultado expone los problemas más relevantes anterior mente dicha que afectan sustancialmente la calidad de las aguas del sistema lagunar.

¹ Aguas de Cartagena (ACUACAR), Información de Gestión Ambiental 2007 [artículo de internet]. <http://www.cartagenacomovamos.org/downloads/epc2007/servicios.pdf> [consulta: 01 agosto de 2008]

² Urbaser Colombia S.A. ESP. , datos corporativo [artículo de Internet] <http://www.urbasercartagena.com/AreadeServicio.htm> [consulta: 01 agosto de 2008]

Para lograr dicha información se utilizó el índice de calidad (ICA) que constituye una herramienta apta para crear responsabilidad del mantenimiento de la calidad de las aguas.

Además se realizó un análisis espacio ambiental a través de las fotografías aéreas, suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y procesadas en el programa ArcGis 9.1 que permitió identificar las diferentes transformaciones del paisaje en los últimos cuarenta años.

Por otro lado se relacionó el comportamiento de la salud de las comunidades asentadas en el área de influencia del sistema lagunar de Cartagena de Indias con la calidad del recurso hídrico.

De esta forma la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco resalta la importancia de esta investigación para la región y el país, y refrenda su compromiso de seguir promoviendo y colaborando de forma integral en las actividades investigativas que en materia de protección ambiental realiza el Grupo de Investigación Ambiental – GIA- , generando de esta forma la sinergia necesaria para fortalecernos como región, y que nos permite afianzar y garantizar un desarrollo sostenible para futuras generaciones.

Andrés Mauricio Bahamón Restrepo
Director de programas de tecnología e ingeniería ambiental
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

CAPITULO 1

PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



1 DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación se relaciona la metodología utilizada para la elaboración de este proyecto de investigación, teniendo en cuenta los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las etapas que intervinieron en el estudio, incluyendo los procedimientos, recolección, procesamiento y análisis de la información, así como las fechas en que se adelantaron las actividades.

La investigación se llevo a cabo en seis etapas descritas a continuación:

- **Etapas I**

En esta primera etapa se realizó el levantamiento de información secundaria existente sobre los componentes fisicoquímico, biológico, socio-económico, dinámico y territorial que conforma el sistema lagunar de la ciudad de Cartagena de Indias.

- **Etapas II**

El área de estudio comprende una serie de cuerpos de aguas intercomunicados entre sí, con una extensión aproximada de 100 hectáreas³, conformados por la Ciénaga de Las Quintas, el Caño Bazaruto, la Laguna de San Lázaro, la Laguna de Chambacù, la Laguna del Cabrero y el Caño Juan Angola.

Basados en los criterios del documento formulado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), denominado "Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas", se realizaron visitas de campo, con el fin de determinar los puntos de monitoreo para la elaboración del perfil de calidad de agua que sirvieron como base en la elaboración del proyecto.

Se incluyo dentro del grupo de muestreo un funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) que tenía conocimiento del área de estudio y brindaba apoyo logístico en el muestreo.

- **Etapas III**

En esta etapa se determino el número de los puntos de muestreo y el numero de muestras que se tomo en cada cuerpo hídrico, lo cual se ampliara en el numerar 1.2.

³ Colombia. Empresa Desarrollo Urbano de Bolivar S.A. (EDURBE) , Fondo Financiero De Proyecto De Desarrollo(FONADE) y Universidad de Cartagena (UDC)., "Estudio del comportamiento hidráulico – ambiental de los caños y lagos de Cartagena", [documento de trabajo], Cartagena de Indias, 1992, p. 3

En cada uno de los puntos de muestreo se realizó una caracterización de la calidad de agua, teniendo en cuenta los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, Temperatura, Conductividad, Salinidad, Fosfatos, Alcalinidad, Aceites y Grasas, Tensóactivos, Sólidos Totales (S.T), Turbidez, Oxígeno Disuelto, Demanda Biológica de Oxígeno y microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto se tomaron de manera "*In Situ*" a 0,30, 0,50 y 1 metro de profundidad.

- **Etapas IV**

Con base en el Decreto 1594/1984 se determinaron los usos de los cuerpos de agua y se realizó su respectiva zonificación, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la etapa III. Además con los resultados de la calidad de los cuerpos de agua se relacionó el comportamiento de la salud de la comunidad asentada en el área de influencia directa de los cuerpos internos de agua.

- **Etapas V**

Se realizó el análisis de las transformaciones en el paisaje con la adquisición de fotografías aéreas suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y se efectuó un recorrido complementado con un registro fotográfico propio que permitió ser confrontado con fotografías históricas de diferentes años, con bases en estas se identificaron los principales aspectos de interés analizando e interpretando los aspectos físico-espaciales y ambientales del área de influencia con un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se conoció los impactos ambientales de las acciones antrópicas sobre el ambiente, producidos por la urbanización en la modernidad, teniendo en cuenta una revisión documental de las diferentes publicaciones sobre las dinámicas urbanas que ha tenido la ciudad en las últimas décadas.

- **Etapas VI**

En esta etapa se concluye la elaboración de este documento y de igual forma se sugirió medidas correctivas que se deberán implementar para prevenir, mitigar o eliminar los efectos nocivos que puedan presentarse como el resultado de la contaminación del sistema.

1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este proyecto se presentó en seis etapas diferentes en las cuales se utilizaron tres tipos de investigación, en la primera se utilizó descriptiva retrospectiva en la cual se especificaron las propiedades, las características y perfiles importantes a resolver en el proyecto.

Además en las etapas II, III, IV y V se realizaron análisis de tipo cuantitativo ya que se midió, evaluó y se recolectó los datos existentes y generados sobre los parámetros fisicoquímicos y biológicos del sistema de lagos, caños y ciénagas que conforman la ciudad de Cartagena de Indias.

En la etapa final se realizó un estudio comparativo donde se presenten las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

1.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para cada una de los diferentes componentes empleados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Calidad de agua**

Fueron estudiados seis cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de India los cuales son la Ciénaga de Las Quintas, el Caño Bazurto, la Laguna de San Lázaro, la Laguna de Chambacú, la Laguna del Cabrero y el Caño Juan Angola.

Con base al documento formulado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), denominado "Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas" los factores y criterios para la evaluación del sistema de muestreo se agruparon en:

- **Factores Fundamentales o Estructurales:** Donde se analizaron las características hidráulicas de los cuerpos internos de agua y se escogieron en la mayoría de ellos tres puntos establecido en todo el recorrido de estos (entrada de alimentación, centro y salida con confluencia a los otros cuerpos de agua) proporcionando un total de 17 puntos de muestreo, que fueron georeferenciados por un GPS y teniendo en cuenta las condiciones de referencia principales como son: vertimientos, las políticas relacionas con el recurso hídrico, zona de desarrollo urbanos y industrial.

Con el fin de obtener una muestra representativa tanto en calidad como cantidad y con una adecuada cobertura espacio-temporal, se efectuó un muestreo en la época seca y de igual forma en el invierno⁴ realizándose en los días 07 de marzo, 02 de mayo y 10 de septiembre del año 2007, para un total de tres campañas de muestreo y por cada campaña se tomaron 68 muestras. Según se muestra en la figura 1.

⁴ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Guías para el monitoreo de los vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, Impresora Nacional; 2003, p. 17.

Figura 1. Monitoreo en los cuerpos de agua



Fuente. Las autoras, marzo 2007

Las muestras de agua para el análisis fisicoquímico se recogieron en tres botellas de vidrio de 1 litro, y se mantuvieron a 4°C hasta su procesamiento. Para el análisis bacteriológico, las muestras se colectaron en un frasco de vidrio estéril de un volumen de 250 ml, se mantuvieron refrigeradas a 4 °C, para ser transportadas al laboratorio.

Tanto el muestreo de las aguas en campo, como la medición de las concentraciones fisicoquímicas del agua fueron realizadas por el Laboratorio de Calidad Ambiental de CARDIQUE, el cual sigue las recomendaciones de *Standard Methods* edición 20 y cumple con los estándares de la norma ISO 17025 del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

■ **Factores Limitantes:** La ciénaga de La Virgen hace parte de este complejo lagunar, sin embargo debido a los costos que corresponde efectuar un monitoreo de esta zona y contando que ya está siendo monitoreado por el Establecimiento Público Ambiental (EPA) - Cartagena, se tomó la decisión de tener en cuenta los estudios realizados por esta entidad y por "El plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de la cuenca de la Ciénaga de la Virgen" efectuado por CARDIQUE y Conservación Internacional Colombia.

■

- **Comportamiento de la salud**

Para inventariar las enfermedades de la comunidad asentada en el área de influencia directa de los cuerpos internos de agua, en torno a la calidad del recurso hídrico, fue necesario utilizar

fuentes secundarias entre las que destacan la información epidemiológica, demográfica y social suministrada por Departamento Administrativo Distrital de Salud (DADIS), Empresa Social del Estado Cartagena de Indias (ESE), Planeación Distrital, entre otros.

- **Dimensión territorial**

Para realizar el análisis integrado el paisaje del área de estudio se adquirieron fotografías aéreas suministradas por El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y se efectuó un recorrido urbano complementado con un registro fotográfico propio que permitió ser confrontado con fotografías históricas de diferentes años, con bases en éstas se identificaron los principales aspectos de interés analizando e interpretando los aspectos físico-espacial y ambiental del área de influencia con un Sistema de Información Geográfica (SIG).

En la tabla 1 se muestran las características de las fotografías aéreas adquiridas al IGAC.

Tabla 1. Fotografías aéreas adquiridas al IGAC

NUMERO DE FOTO	VUELO	ESCALA	AÑO
000229 000231	C 2751	1:10.900 Faja: 3A	2005
000247 000249	C 2751	1:10.800 Faja: 4	2005
000043 000047	C 2752	1:10.320 Faja: 5	2005
107	C 987	1:10.000	1961
176 210	R 611	1:20.000	1968
040	C 1449	1:10.000	1973
43280	M 1444	1: 30.000	1.974
003	C- 1483	1: 33.000	1974
000202	C 2096	1:10.000	1984
000185	C 2096	1:10.000	1985
000170 000172 000173	C 2525	1:10.000	1993

Fuente. Banco de datos IGAC, 2008

A través del SIG se conoció los impactos ambientales de las acciones antrópicas sobre el medio ambiente urbano producidos por expansión de la construcción en la modernidad teniendo en cuenta una revisión documental de las diferentes publicaciones sobre esta dinámica que ha tenido la ciudad en las últimas décadas.

Las fotografías aéreas utilizadas para el procesamiento de la información fueron georeferenciadas y proyectadas en el Sistema Universal Transversal de Mercator observatorio Bogotá.

1.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para cada una de los diferentes componentes empleados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Calidad de agua**

El manejo de los resultados y elaboración del índice de calidad- ICA, cuyos datos fueron transferidos al software estadístico *GraphPad InStat* versión 3.00⁵ y los datos contenidos en este sistema se realizó su manejo y transferencia a *Microsoft Office Excel*.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) utilizado para este proyecto fue el propuesto por Brown que es una versión modificada del *Water Quality Index "WQI"* que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, en la fórmula empírica que se utiliza se involucra 9 parámetros los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 ml.)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO3 en mg/L)
- Fosfatos (PO4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

- **Estimación del índice de calidad de agua general "ICA"**

El "ICA" adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación del agua en estudio. Posteriormente al

⁵ GraphPad Software, San Diego California USA [software bajado de Internet]. ICA*<http://www.graphpad.com> [consulta: 01 agosto de 2008]

cálculo el índice de calidad de agua de tipo "General" se clasifica la calidad del agua con base en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación del "ICA" propuesto por Brown

CALIDAD DEL AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 71
Mala		26 a 50
pésima		0 a 25

Fuente. Brown citado por: Lobos, J. Evaluación de los contaminantes del embalse del cerrón grande PAES 2002

Las aguas con "ICA" mayor que 70 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un "ICA" de categoría "Regular" tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un "ICA" de categoría "Mala" pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un "ICA" que caen en categoría "Pésima" solamente pueden apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no es considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como la natación.

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices. Estas agregaciones se expresan matemáticamente en la siguiente fórmula:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Donde:

W_i: Pesos relativos asignados a cada parámetro
(Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Subí: Subíndice del parámetro i.⁶

⁶ Canter L, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc grau hill 2. Edición Pág. 154-156

Tabla 3. Pesos relativos para cada parámetro del “ICA” según Brown

i	Sub _i	W _i
1	Coliformes Fecales	0.15
2	pH	0.12
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxígeno disuelto	0.17

Fuente. Canter L, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental.

- **COMPORTAMIENTO DE LA SALUD**

Para establecer las incidencias del territorio ambiental relacionado con la salud de los habitantes, se procedió a compilar la información estadística sobre la ESE que se dividen en 47 entre Centro de Atención Prioritaria (CAP) y Unidades Periféricas de Atención (UPA).

Se realizaron visitas de campo a dichas entidades, que se encuentran en el área de influencia, Según se muestra en las figuras en la tabla 4.

Tabla 4. Inventariado de las entidades de salud ubicadas en el área de influencia

UPA Y CAP	DIRECCIÓN	COORDINADOR
LA ESPERANZA	Carretera ppal. B. la esperanza	Dra Yenny Negrete
A CANDELARIA	Av. Pedro Romero Sect Alcibia	Dra. Rosiris Mendoza
OLAYA HERRERA	Olaya Herrera al lado de la Estación de Policía	
CANAPOTE	B. Canapote detrás de la Iglesia	Dra. Candelaria Garcia
LIBANO	Olaya Herrera Sector Once de Noviembre	Dr. Henry Martinez.
FOCO ROJO	B. Olaya Herrera Cl. La Antena	Dr. Adolfo Cantillo
FREDONIA	B. Fredonia	Dr. Adolfo Niebles
LA CANDELARIA	La candelaria sect. Omaira Sanchez	
SAN. FRANCISCO I	B. Sn. Francisco, Mz 1. Lt 22.	Dra. Kattia Escorcoa
SAN. FRANCISCO II	B. Sn. Francisco, frente al CDV.	Dr. Antonio Ariza
SAN. PEDRO Y LIBERTAD	B. Sn. Pedro y Libertad	Dr. Rodolfo Ilinas
DANIEL LE MAÎTRE	B. D. Lemetre	Dr. Alvaro Ruiz.
FATIMA	B. Getsemani, Cll Larga No.25-01	Dra. Glenis Moron.

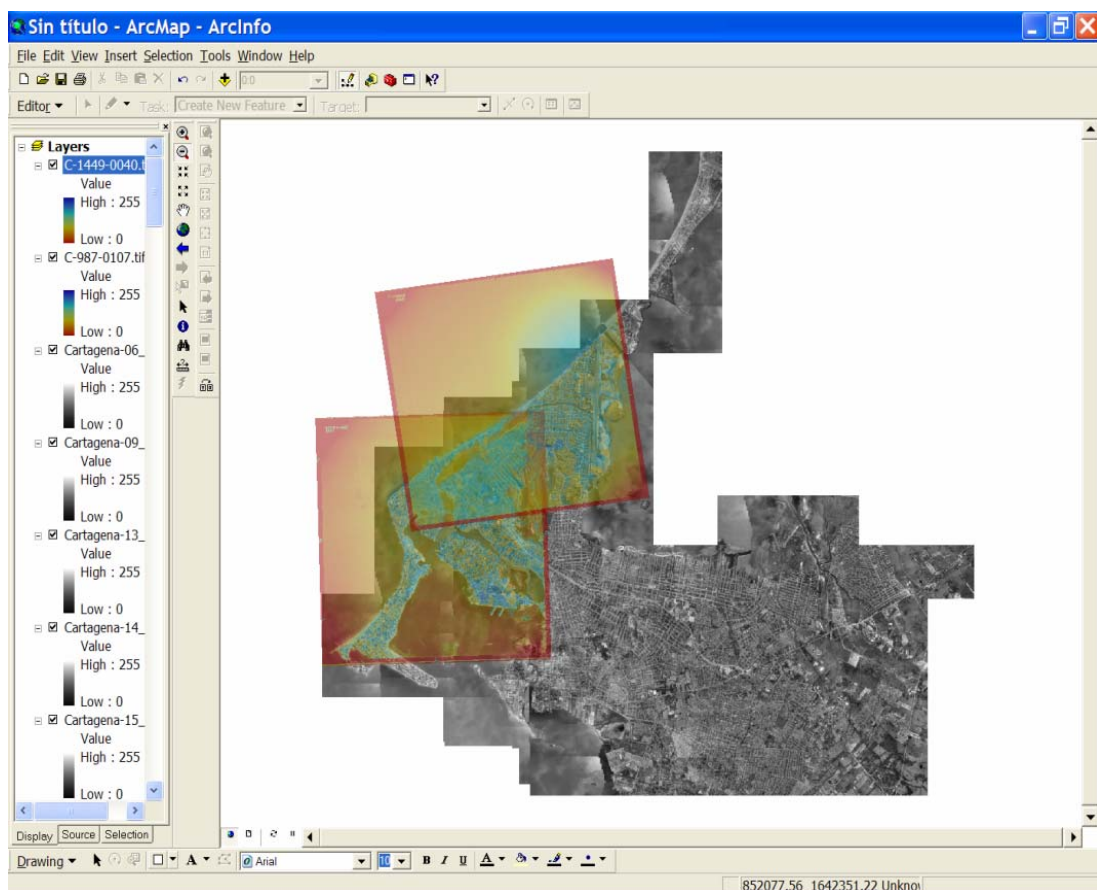
Fuente. Las autoras, 2007

- Dimensión territorial

El manejo de las fotografías aéreas y su digitalización en pantalla se dieron a través del software *Arcview™* y *ArcGis™* 9.1, y se asignó cada polígono, en formato vectorial, a las distintas clases de cobertura-uso establecidas y se realizó el manejo y transferencia de los datos contenidos en este sistema a *Microsoft Office Excel*.

Con el software *ArcGis™* se construyó los foto mosaicos que sirvieron como base para la digitalización en pantalla, con la que se generaron las capas para determinar los cambios dados en la ciudad de Cartagena de Indias a partir de 1961 hasta el año 2005 ultimo año donde el IGAC tiene registro fotográfico y se identifico la presencia de cobertura vegetal y cálculo de los espejos de agua, según se muestra la figura 2.

Figura 2. Mosaico elaborado en el software *ArcGis™*



Fuente. Las autoras, 2009

1.4 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para cada una de los diferentes componentes empleados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Calidad de agua**

Con el fin de determinar la calidad ambiental del sistema cenagoso de la ciudad y su respectivo uso según la normativa. Para esta evaluación, se tuvieron en cuenta las principales normas de la legislación Colombiana en cuanto a usos y calidad del agua del Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984, por el cual se estipulan los criterios de calidad de agua admisible para la destinación del recurso.⁷

- **Comportamiento de la salud**

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a algunos de los funcionarios de las instituciones, luego de una breve introducción y exposición de motivos por parte de las investigadoras en la que se aclararon aspectos sobre los objetivos del proyecto y sus alcances, se cuestiono sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuáles creen ustedes que son los principales problemas de salud que se evidencian referente a enfermedades producidas por el recurso hídrico, en la población de su jurisdicción? Priorizarlos.
- ¿En la mayor parte de los caso a que actividades cotidianas de la población atribuyen esos problemas?
- ¿Cuántos son los números de casos que se presentan con respecto a las enfermedades de origen hídrico y si estas son significativas?

Como fuente primaria sirvieron estas entrevistas realizadas, para así lograr una visión aproximada de las características de la respuesta institucionales de las mismas.

Este método facilitó la recolección de información de distintas fuentes secundarias y primarias, particularmente cuando las primeras (visitas a las entidades prestadoras de servicio de salud) no posibilitaron una descripción adecuada de la situación en el área de influencia de los cuerpos internos de agua, ya que esta se caracterizaba por la ausencia de información secundaria sistematizada y de fácil acceso a la comunidad, debido a la carencia de recursos que tiene cada unidad de periférica de atención UPA en el procesamiento, digitalización y manejo de la información.

⁷ Se entiende por recurso a las aguas superficiales, marinas, subterráneas y estuarinas, incluidas las aguas servidas (Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984).

Además, con la confrontación de la información donde la participación de los involucrados y afectados nos permitió obtener una visión enriquecida de las diferentes perspectivas y dimensiones epidemiológicas, sociales, culturales, políticas y técnicas de la situación en estudio.

CAPITULO 2

MARCO LEGAL



Colombia no es ajena a las problemáticas de índole ambiental, ya que se ha evidenciado que todos sus recursos naturales se ven afectados de forma directa por las acciones antrópicas por esta razón desde la década de los 70 ha sido pionera en América Latina en desarrollar legislaciones que pretenden la preservación del medio ambiente, tal es el caso del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974) y la Ley 99 de 1993 siendo estas un instrumento jurídico que se encarga de regular la conducta humana en relación al uso de los recursos naturales y el ambiente.

En cuanto a la contaminación marina, Colombia cuenta a con un amplio desarrollo de documentos de política que en su mayoría se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Marco de política nacional en el tema de prevención, mitigación y control de fuentes de contaminación marina

MARCO DE POLÍTICA NACIONAL	
Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010 “Estado Comunitario: Desarrollo para Todos”	
MANEJO DE ZONAS COSTERAS, INSULARES Y OCEÁNICAS	
Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. -PNAOCI	Aprobada mediante Consejo Nacional Ambiental en diciembre de 2000. Define entre otros, la estrategia de prevención, reducción y control de la contaminación.
CONPES 3164 de 2002, Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia – Plan de Acción 2002 – 2004.	Establece las responsabilidades para la formulación y puesta en marcha del Plan nacional para la evaluación, prevención, reducción y control de la contaminación generada por fuentes terrestres y marinas.
Lineamientos de la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros – PNOEC.	Adoptado por la Comisión Colombiana del Océano en 2003; tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible del océano y de los espacios costeros y de los intereses marítimos de la Nación.
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua.	Plantea como objetivos específicos: proteger, recuperar y mejorar ambientalmente las zonas costeras y los terminales marítimos; y recuperar y proteger ecosistemas naturales como manglares, praderas submarinas y arrecifes de coral.
Política Nacional para Humedales Interiores en Colombia	Aprobado por el Consejo Nacional Ambiental en 2001. Su objetivo es desarrollar e implementar un marco estratégico para la conservación y el uso racional de los humedales interiores de Colombia, con el fin de mantener y obtener beneficios

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

	ecológicos, económicos y socioculturales.
PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	
Política Nacional de Producción Más Limpia.	Aprobado por el Comité Nacional Ambiental en 1997, con el fin de prevenir y minimizar los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, a partir de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos.
CONPES 3177 de 2002, Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR)	Este documento Establece acciones prioritarias en la necesidad de priorizar la gestión, desarrollar estrategias de gestión, revisar y actualizar la normatividad del sector y fortalecer una estrategia institucional para la implementación del Plan Nacional de Manejo de aguas Residuales.
Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos	Aprobada en 1997 por el Consejo Nacional Ambiental, Su objetivo: impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan el inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos y peligrosos.
INVESTIGACIÓN	
Política Nacional de Investigación Ambiental	Aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en diciembre del 2001. Su objetivo principal es "fortalecer la capacidad nacional y regional para la generación, gestión y uso de conocimientos relevantes en la orientación al desarrollo sostenible, al mejoramiento de la calidad ambiental y las condiciones de vida de la población colombiana.
CONPES 3146 de 2001, Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo.	Contiene las acciones a desarrollar en el tema de prevención de desastres, durante el periodo 2002 – 2004. Incluye el apoyo a los territorios en la elaboración de planes de contingencia para disminuir el riesgo en caso de déficit o contaminación de aguas.
Plan Nacional de Contingencia contra Derrame de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas, en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres (PNC).	Aprobado por Decreto 321 de 1999

Fuente. Diagnóstico integral biofísico y socioeconómico relativo al impacto de las fuentes de contaminación terrestre en la bahía de Tumaco, Colombia y lineamientos básicos para un plan

de

manejo.

2006

- **MARCO NORMATIVO NACIONAL**

En Colombia el marco normativo nacional relacionado con la prevención, control y reducción de la contaminación del medio marino, en la actualidad no ha sido desarrollado en su totalidad pues la legislación vigente para regular el recurso hídrico, establecer el manejo de vertimientos, define instrumentos económicos, administrativos e institucionales necesarios para la ejecución de proyectos, solo para aguas superficial continental, y no ha tratado específicamente el manejo y los impactos ambientales sobre mares, sistemas lagunares costeros y aguas subterráneas.

A continuación en la tabla 6 se hace una recopilación de las normas que están en vigor en el país, las cuales en cierta medida han sido producto de los convenios internacionales a los cuales se ha suscrito Colombia en los últimos 20 años.

Tabla 6. Relación de la principal normativa sobre el tema de la contaminación en el territorio nacional.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Ley 812 de 2003, Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2002 - 2006.	Establece en el objetivo de impulsar el crecimiento económico sostenible, estrategia de sostenibilidad ambiental, y como acción prioritaria del programa Conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales, el desarrollo de la política de mares y costas. Así mismo, en el programa Manejo Integral del Agua, se establecen acciones dirigidas a la prevención y control de la contaminación, a través de la formulación e implementación del Plan de Manejo de Aguas Residuales, según los lineamientos del CONPES 3177.
Decreto 1713 de 2002	Reglamentar e servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.
Decreto 1180 de 2003	Reglamenta la Ley 99 de 1993 respecto a la Licencia Ambiental (LA). Establece los proyectos, obras y actividades sujetos a LA, las competencias de las autoridades ambientales, y el procedimiento para el otorgamiento de la LA.
LEY 768 DE 2002	Por la cual se adopta el Régimen Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Portuario e Industrial de Barranquilla, Turístico y Cultural de Cartagena de Indias y Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

Decreto 347 de 2000	Organiza la Comisión Colombiana del Océano (CCO), órgano intersectorial de asesoría, consulta, planificación y coordinación del Gobierno Nacional en materia de Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros, y los diferentes temas relacionados con el desarrollo sostenible de los mares colombianos y sus recursos.
Resolución 1096 de 2000	Reglamento de agua potable y saneamiento RAS, título E, tratamiento de aguas residuales. Es el documento técnico que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico. En el caso de sistemas de tratamiento de aguas residuales, el RAS tiene en cuenta los procesos involucrados en la conceptualización, diseño, construcción, supervisión técnica, puesta en marcha, operación y mantenimiento.
Decreto 2190 de 1995	Por el cual se ordena la elaboración del Plan Nacional de Contingencia Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres, PNC.
Decreto-Ley 1753 de 1994	Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley 142 de 1994	Régimen de los servicios públicos domiciliarios. Establece la competencia de los municipios para asegurar la prestación eficiente del servicio domiciliario de alcantarillado, que incluye el tratamiento y disposición final de las aguas residuales. Además, define que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios deben proteger el ambiente cuando sus actividades lo afecten (cumplir con una función ecológica).
Decreto 93 de 1998	Por medio de este decreto se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
Decreto 901 de 1997	Reglamenta los artículos 42 y 43 de la ley 99 de 1993, respecto a la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a un cuerpo de agua. La tasa retributiva consiste en un cobro por la utilización directa o indirecta de las fuentes de agua como receptoras de vertimientos puntuales y por sus consecuencias nocivas para el medio ambiente. La resolución 372 de 1998 establece el monto de las tasas mínimas para Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).
Ley 373 de 1997	Uso Eficiente y Ahorro del agua. Contribuye a la disminución de aguas residuales, y fomenta el desarrollo del reuso de las aguas

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

	residuales.
Ley 99 de 1993	Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Define la competencia de las autoridades ambientales regionales relacionadas con: conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables en las zonas marinas y costeras; evaluación, control y seguimiento de las descargas de aguas residuales.
	Por medio de esta Ley, se vincula a los institutos de investigación INVEMAR, IDEAM, SINCHI y von Humboldt al SINA y se crea el Instituto John von Newmann, IIAP, que se encarga de la investigación del medio ambiente del Litoral Pacífico y del Chocó Biogeográfico.
	Adicionalmente, encarga a los municipios la función específica de ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por los vertimientos municipales. Además, crea la tasa retributiva por vertimientos líquidos puntuales a los cuerpos de agua y establece los lineamientos para su implementación.
Constitución Política de Colombia de 1991	Reconocida como una de las más avanzadas del mundo en asuntos ambientales, relaciona entre otros, específicamente los Artículos 79 y 81 en los que se involucra a la población en el tema y a la protección del ambiente por armas químicas, biológicas y nucleares. Además, el Artículo 215 que señala la posibilidad de declarar estado de Emergencia por hechos que perturbaciones gravemente el orden ecológico y los Artículos 277 y 279 en los que se defienden los derechos colectivos en especial el ambiente y al derecho por un ambiente sano.
Decreto 1594 de 1984	Norma reglamentaria del Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9 de 1979, desarrolla los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos. En cuanto a aguas residuales, define los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, permisos de vertimientos, tasas retributivas, métodos de análisis de laboratorio y estudios de impacto ambiental.
Decreto 2324 de 1984	Orgánico de la Dirección General Marítima, DIMAR. Por medio de

	esta norma se reorganiza como una dependencia del Ministerio de Defensa Nacional; contiene las competencias y funciones de la institución. En los Artículos 87, 88 y 95 hacen relación a su función como administradora de la zona costera y el control sobre el uso y goce de las aguas, playas y terrenos de bajamar como bienes de la nación y especialmente en la protección del medio ambiente marino a través entre otros, de la prevención de la contaminación causada por buques en las costas del Caribe y Pacífico colombianos.
Ley 9 de 1979	Conocida como Código Sanitario Nacional. Establece los usos del agua y los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.
Decreto 1874 de 1979	Crea el Cuerpo de Guardacostas de la Armada Nacional y dicta otras disposiciones. El Cuerpo de Guardacostas cumple importantes funciones de control y vigilancia ambiental, de acuerdo con lo establecido en esta norma.
Decreto 1875 de 1979	Dicta normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino. Establece la definición de "contaminación marina". Establece sustancias que no pueden verterse al mar, y regula el cargue o descargue de hidrocarburos.
Decreto 2811 de 1974	Denominado Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Contiene las acciones de prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, y específicamente las medidas para impedir o prevenir la contaminación y afectación del ambiente marino.

Fuente. Diagnóstico integral biofísico y socioeconómico relativo al impacto de las fuentes de contaminación terrestre en la bahía de Tumaco, Colombia y lineamientos básicos para un plan de manejo. 2006

- **MARCO NORMATIVO LOCAL**

En Cartagena de Indias, se han realizado con base en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) áreas que por sus características naturales, geográficas, de fauna y flora, localización, topografía, extensión y otras condiciones especiales, se consideran áreas de protección, donde se proponen modificaciones en relación con denominaciones y objetivos establecidos en el Acuerdo 23 Bis de 1996. Según se muestra en la tabla 7.

En las áreas de protección tenemos a los cuerpos de agua de la ciudad se refiere a las zonas inundables que favorecen el desarrollo de la vegetación marina.

Tabla 7. Áreas de protección en Cartagena de Indias según el P.O.T.

La Ciénaga de La Virgen	Se pretende declarar la como Parque Ecológico Distrital, para dedicarla a su recuperación ecológica. Las bases de información ambiental y de calidad de agua se toman de los estudios técnicos y de Impacto Ambiental del Proyecto de la Bocana Estabilizada de Mareas y el Plan Maestro de Alcantarillado y de los estudios anteriores de EDURBANIZACIONE y de la Universidad de Cartagena.
La Bahía de Cartagena y los Caños internos	<p>Se proponen como áreas de recuperación ambiental. Los caños y lagunas, o cuerpos de agua internos fueron declarados por Ley 62 de 1937 y ratificados por Decreto Ley 07 de 1984, como áreas de recuperación, mediante obras de limpieza, canalización por dragado y acotamiento de los cuerpos de agua y recuperación de algunos trayectos de sus orillas. Una vez recuperados deberán convertirse en áreas de protección para su conservación, controlando las fuentes de deterioro como son la suspensión de su circulación hídrica, los aportes de aguas negras y disposición de residuos en sus aguas.</p> <p>El territorio y área de colindante del sistema corresponde a los sectores siguientes: Caño de Juan de Angola, desde el Aeropuerto hasta Marbella, Laguna del Cabrero, sede el Puente Benjamín Herrera hasta el puente de Chambacú, Laguna de Chambacú desde el puente del mismo nombre hasta el puente Heredia, Laguna de San Lázaro, desde el Puente Heredia, hasta el Puente Román, Caño de Bazurto desde puente Las Palmas hasta el Puente Jiménez, Ciénaga de las Quintas, desde el puente Jiménez hasta el Puente de Bazurto.</p>

Fuente. Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) & Conservación Internacional Colombia. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen (Bolívar-Colombia) (fase II).Cartagena de Indias, 2004

CAPITULO 3

ANTECEDENTES



El problema ambiental del sistema de caños, lagos y ciénagas del Distrito de Cartagena es conocido en el ámbito nacional, desde hace más de medio siglo, esta problemática se ha ido aumentando a medida que la capacidad de autorregulación de los cuerpos de agua ya no es suficiente para degradar la materia orgánica proveniente de las descargas de aguas residuales negras y de residuos sólidos que a estos cuerpos son arrojados.

Fue en el año de 1937, cuando después de un gran movimiento los representantes políticos ante el congreso de la República, se ejecuta la ley 62, la cual ordenaba la delimitación de los cuerpos internos de agua, con el propósito de regular el desarrollo de la ciudad y llegar a utilizar los terrenos así recuperados para fomentar un crecimiento armónico de las áreas aledañas a estos.

Posteriormente, en el año de **1971**, se creó La Corporación Nacional de Turismo (CNT), que analizó desde el punto de vista hidráulico, la posibilidad de volver a comunicar aquellos cuerpos de agua que en épocas anteriores sirvieron como elementos de utilización urbana para transporte.

En forma casi simultánea la misma CNT, enmarcaba un Plan de desarrollo turístico para Cartagena e identificaba en los caños, lagunas y ciénagas un posible medio de transporte urbano orientado a que este sistema de movilización llegara a ser de cierta atracción turística.

Más adelante en el año de **1973**, la oficina de Proyectos Especiales (POE), de las Naciones Unidas ofreció y se comprometió con ayudar a financiar a la ciudad para estudiar el manejo de las aguas lluvias así como el mejoramiento de los caños, lagunas y ciénagas. Fue hasta 1978 cuando la OPE resolvió llevar a cabo esta ayuda con la contratación de una firma constructora, limitándose únicamente a la **Formulación de un plan maestro de drenajes pluviales**, por la falta de presupuesto. Este proyecto fue realizado por **HIDROTEC Ltda.** y entregado a la ciudad en **1980**.

En **1981** se crea la **Empresa de Desarrollo Urbano de Bolívar, EDURBE Ltda.**, que tuvo como objetivo encontrar financiación para ejecutar los estudios que permitieran identificar un proyecto que ayudara al mejoramiento de caños, lagunas y ciénagas. Con esto el **Banco de Interamericano de Desarrollo (BID)** firma con El Fondo nacional de proyectos de desarrollo (FONADE), para realizar tales proyectos.

En julio de **1983** se lleva a cabo una ceremonia en Cartagena donde se firma el contrato de estudios e iniciación de los trabajos por parte de la firma consultora colombiana, **HIDROTEC LTDA.** Dando como resultado el estudio denominado **“proyecto de caños, lagunas de Cartagena de Indias”**.

En mayo de **1994** el **EDURBE**, con la colaboración de **profesionales asociados Ltda.** Realizan la **“Guía para la elaboración del plan de monitoreo de calidad ambiental del proyecto de caños y lagos de Cartagena”**.

Con la creación de **CARDIQUE**, se da un nuevo paso para conocer el estado de este recurso renovable, y es así como en el periodo de marzo de 1995 hasta febrero de 1996, se realiza el

“Estudio microbiológico y fisicoquímico de las aguas de la Bahía De Cartagena- sector Manzanillo-Castillogrande”.

En julio de 1996 la Universidad de Cartagena realiza la tesis titulada **“Plan de ordenamiento ambiental del sistema de caños y lagos internos de la ciudad de Cartagena de Indias”** en el cual utilizaron modelos matemáticos ambientales para evaluar las variables hidráulicas, hidrológicas y de transporte y transformación de contaminantes de manera integrada para la formulación de un plan de manejo ambiental y una zonificación de acuerdo a su posible utilización.

Posteriormente **CARDIQUE** lleva a cabo el estudio **“Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera comprendida entre Galerazamba y la Bahía de Barbacoas”** el cual se inicia en 1996 y finaliza en enero de 1998, este hace una recolección de información de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la Ciénaga de las Virgen y de la Bahía de Cartagena.

En el periodo de febrero de 1997 y abril 1998, **CARDIQUE** realiza **“El monitoreo de la calidad ambiental de la Bahía de Cartagena y la zona industrial de Mamonal”** (proyecto **UNOPS**) el cual generó información sobre los vertimientos de agua residual e industriales que se llevan a cabo en este cuerpo de agua.

De esta manera, se continuó con el proyecto **“Diseño de A) Sistema de manejo y disposición final de residuos patológicos, B) Sistema de control y monitoreo de la calidad del aire Y C) Plan de manejo uso y control de canteras.**

Seguidamente se efectúa el proyecto **“Control y monitoreo del ecosistema hídrico de la ciénaga de la virgen, el canal del dique y caños y lagos de Cartagena”** el cual concluye entre abril y julio de 1997.

Entre septiembre de 1997 y enero de 1999 se realiza el proyecto **“Estudio para la caracterización y evaluación de la calidad ambiental de los recursos aire, agua y suelo del área de influencia de la zona industrial de Mamonal.**

Conjuntamente en agosto de 1999, **CARDIQUE** a través del convenio **SEBAC 090/98**, mediante el **Contrato 003/99** con la consultaría de la firma especializada **AMBIENTRONIKA Ltda.**, realiza el proyecto **“Diseño de la red de calidad de agua en el distrito de Cartagena”.**

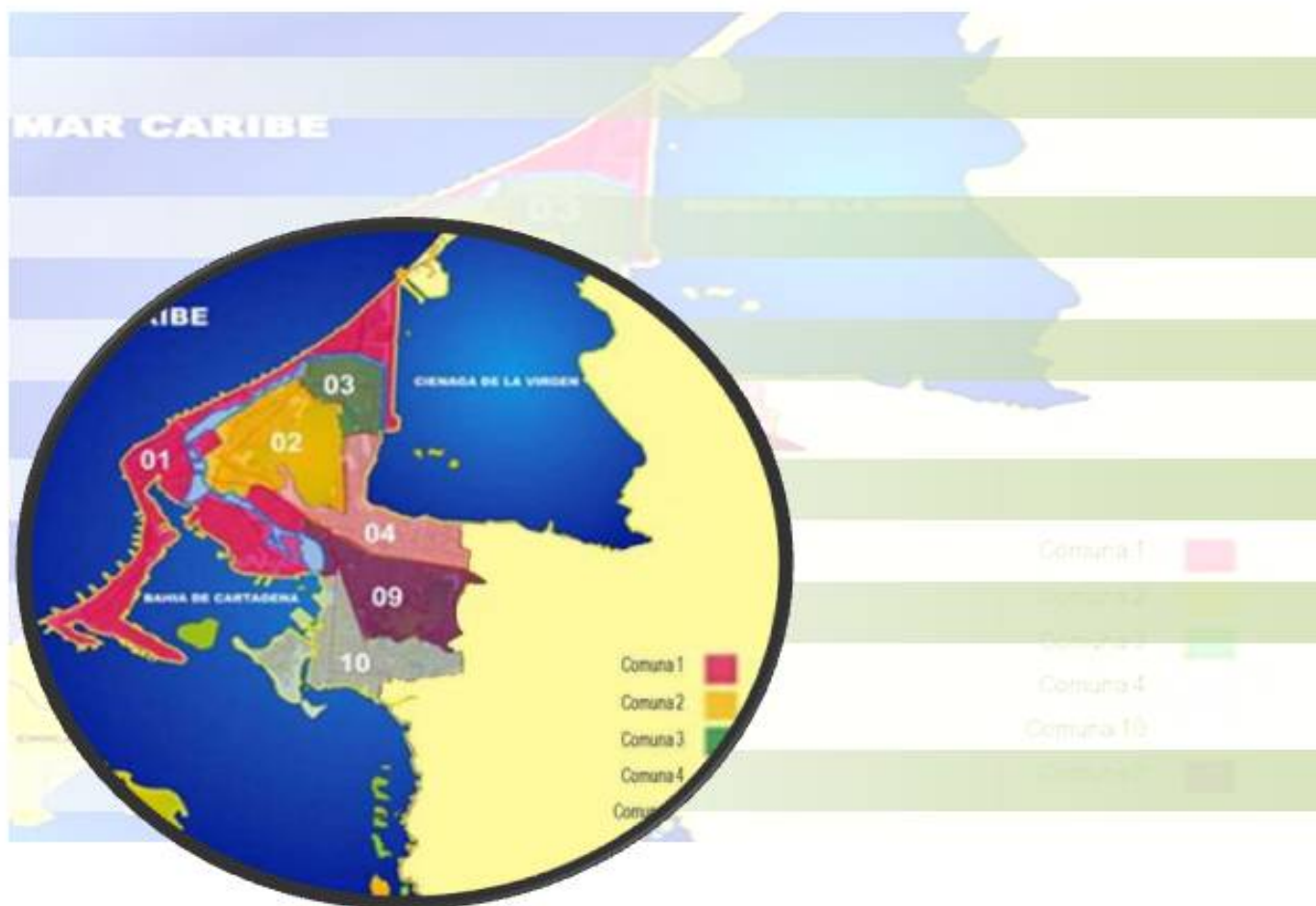
Ya en mayo del 2001, se ejecuta **“El estudio de la bocana estabilizada en la Ciénaga de la Virgen Cartagena Colombia”** en la cual se identificaron y se obtuvieron datos de la calidad de agua del caño Juan Angola y así mismo de la Ciénaga de la Virgen.

Desde el año 2001 hasta el 2006 no se habían formulado trabajos investigativos concisos sobre los cuerpos de agua, en el 2006 el Establecimiento Publico Ambiental de Cartagena (EPA) realizo la **“Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro Urbano de la ciudad de Cartagena de indias”** como documento de trabajo y en el año 2008 **CARDIQUE** contrato la realización de la **Actualización de la Zonificación de Mangle en la Jurisdicción de CARDIQUE.**

Por lo tanto es preciso decir que los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias a pesar de ser uno de los ecosistemas más estudiados y con mayor diagnostico de la ciudad, la información no se encuentra articulada y por lo tanto no garantiza una adecuada toma de decisiones.

CAPITULO 4

ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO



La ciudad de Cartagena de indias se encuentra en una zona costera típica, accidentada e irregular, conformada por procesos geológicos relacionados con el mar.

Entre los elementos geográficos más importantes de la ciudad se encuentran las formaciones insulares de Barú y Tierra Bomba junto con otras islas menores, el Archipiélago del Rosario, la Bahía de Cartagena, Bahía de Barbacoas, y lagunas costeras como la ciénaga de Tesca o de la Virgen.

La zona es además un área de confluencia marina y fluvial debido a la presencia de las desembocaduras del Canal del Dique que generan formaciones del tipo delta en la Bahía de Cartagena y Barbacoas.

En la ciudad sobresale la formación de La Popa con una antigüedad comprendida entre el Plioceno superior y el Pleistoceno inferior. Está compuesta por rocas y corales, se presenta en forma de colina alargadas, pendientes fuertes y medias donde se encuentran abanicos aluviales, cárcavas, escarpes y acantilados. Las zonas planas y bajas cerca al litoral costero están constituidas por depósitos de origen cuaternario que constituyen espigones, cordones litorales y deltas regidos por la deriva litoral.⁸

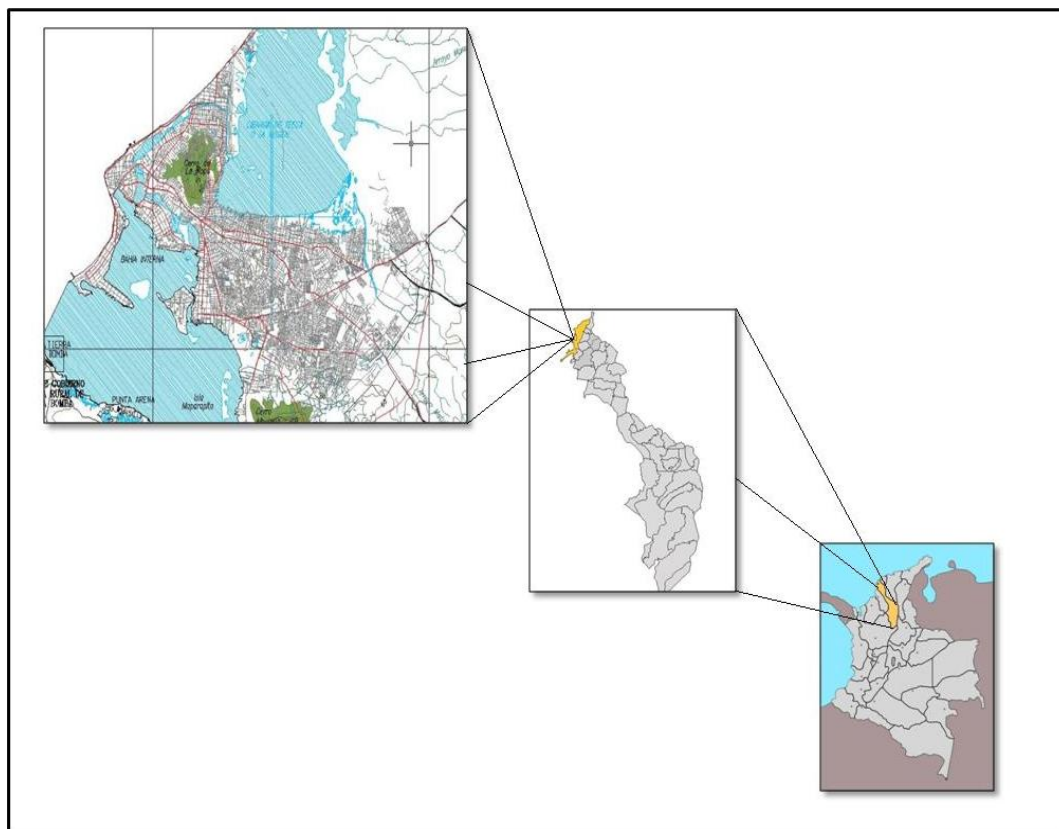
4.1 LOCALIZACION

El Distrito de Cartagena de Indias, se encuentra situado al norte de Colombia sobre el Mar Caribe, actualmente es la capital del Departamento de Bolívar y sus coordenadas geográficas son: 10° 25' 30" de latitud norte y 75° 32' 25" de longitud oeste respecto al Meridiano de Greenwich, localizado en el extremo norte de la Bahía de Cartagena y al sur oriente de la Ciénaga de la Virgen o de Tesca, con una extensión de 42Km².

Limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el Municipio de San Onofre en el Departamento de Sucre, al este con los municipios de Santa Catalina, Santa Rosa, Turbaco y Turbana; y al oeste con el Mar Caribe. Según se muestra en la figura 3.

⁸ Cartagena de Indias. Enciclopedia Wikipedia , [artículo de Internet] http://es.wikipedia.org/wiki/Carthgena_de_Indias#cite_note-24 [consulta: 25 de Junio 2009]

Figura 3. Localización del área de estudio



Fuente. Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, Modificado por autoras.2009

4.1.1 ORGANIZACIÓN Y DIVISIÓN TERRITORIAL

Por medio de la Ley 768 de 2002 se dividió político administrativamente el territorio del Distrito de Cartagena en 3 localidades conformadas por 15 Unidades Comuneras de Gobierno (UCG) y por Corregimientos, las UCG a su vez conformadas por agrupaciones de barrios y algunos de estos están conformados por sectores.

Las tres localidades son: Localidad Histórica y Caribe Norte con una extensión de 162 km², Localidad La Virgen y Turística con 371 km² y por ultimo Localidad Industrial de la Bahía con 89 km².

En la tabla 8, se especifican las unidades comuneras de gobiernos y sus respectivos barrios en la Localidad Histórica y Caribe Norte.

Tabla 8. Comunas y barrios que forman parte de la Localidad Histórica y Caribe Norte

UNIDAD COMUNERA DE GOBIERNO	BARRIOS
1	Arsenal, Barrio Militar de Crespo, Base Naval, Bocagrande, Castillo grande, Centro, Chambacú, Crespo, El Cabrero, El Laguito, Getsemaní, La Matuna, Manga, Marbella, Pie de la Popa, San Diego.
2	El Espinal, La Española, Barrio Sucre, Kennedy, la Paz, Lo Amador, Loma del Diamante, Loma Fresca, Lomas del Rosario, Los Comuneros, Los 12 Apostoles, Nariño, Palestina, Papayal, Paseo Bolívar, Paulo VI, Paulo VI Etapa II, Pedro Salazar, Petare, Pie del Cerro, República del Caribe, San Pedro y Libertad, Santa Rita, Serranía de la Popa, Tequendama, Torices.
3	Canapote, Daniel Lemaitre (conjunto residencial San Juan, Urbanización Portal del Virrey, sector La Heroica, trece de Mayo, Primavera, San vicente de Paúl, Sinaí, 20 de Julio, Santa María, Siete de Agosto, San Francisco, (La Poza, Paraíso 1, Las Canteras, La Loma), San Bernardo (Lomas de San Bernardo).
8	Bajo Libertador, Balcones de Zaragocilla, Britania, Buenos Aires, Camaguey, Conj. Residencial El Country, Conj. Residencial Santillana de los patios, El Cairo, El Rubí, Escallón Villa, La Campiña, La Sierra, La Troncal, Las Villas, Las Delicias I, Los Almendros, Los Angeles, Los Calamares, Los Ejecutivos, Los Laureles, Mirador de Zaragocilla, Tacarigua, Urbanización. Barlovento, Urbanización. El Country, Villa Sandra, Zaragocilla.
9	Amberes, Andalucia, Armenia, Barrio Chino, Barrio España, Bruselas, Conj. Residencial Los Tamarindos, 19 de Abril, El Conquistador, El Prado Jose A. Galán, Juan XXIII, Junin, La Gloria, Las Brisas, Las Lomas, Martínez Martelo, Monserrate, Nueva Granada, 9 de Abril, Nuevo Paraguay, Paraguay, Piedra de Bolívar, Sector Sena.
10	Alto Bosque, Altos de San Isidro, Altos del Nuevo Bosque, Bajos de San Isidro, Bosque, Bosque del Marión, Bosquecito, Cartagenita, Cerro mar, Crisanto Luque, El Mirador del Nuevo Bosque, Gustavo Lemaitre, Isla de Manzanillo, La Conquista, La Cuchilla, Lomas del Marión, Los Cerros, Los Laureles, Los Manzanares, Manzanillo, Nueva Vista, Nuevo Bosque, Nuevo Bosquecito, Nuevo Chile, Nuevo Oriente, República de Chile, San Isidro, Zapatero.
CORREGIMIEN TOS	Barú, Bocachica, Caño del oro, El Recreo, Isla Fuerte, Isla palma, Isla Panda, Islas del Rosario, Islote de San Bernardo, Leticia, Santa Ana, Tierra Bomba.

Fuente. Planeación Distrital y Departamento Administrativo de Salud (DADIS) 2006
En la tabla 9, se especifican las unidades comuneras de gobiernos y sus respectivos barrios en la Localidad Virgen y Turística.

Tabla 9. Comunas y barrios que forman parte de la Localidad Virgen y Turística

UNIDAD COMUNERA DE GOBIERNO	BARRIOS
4	Alcibia, Barrio Obrero, Boston, Habitat 89, La Candelaria, La Esperanza, La María La Quinta, Sector Toril, Las Delicias, Las Flores, Lomas de San Blas Lomas del Cielo, María Auxiliadora, Camino del Medio, Mirador de la Virgen.
5	Castillete, Chiquinquirá, Costa Linda, Olaya Herrera, Playa de Acapulco, República del Líbano, Sector Central, Sector Foco Rojo, Sector 11 de Noviembre, Sector Ricaurte, Sector Rafael Núñez, Tesca Nuevo, Tesca Viejo, Villa Olímpica.
6	Fredonia, La Magdalena, La Puntilla, La Unión, Las Américas, Nuevo Horizonte, Nuevo Paraíso, Olaya Playa Blanca, Olaya sector el Progreso, Olaya Sector Zarabanda, Pozón, Retén Doña Manuela, Sector 14 de Febrero, Sector 19 de febrero, Sector 20 de Enero, Sector Camilo Torres, Sector Central, Sector Central 2 Sector ciudadela, Sector Corazón de Jesús, Sector el Poblado, Sector Gozzen, Sector la Islita, Sector la Unión, Sector las Acacias, Sector los Angeles, Sector los Lagos, Sector los Trillizos, Sector Minuto de Dios, Sector Miramar, Sector Nueva Cartagena, Sector Nueva Conquista, Sector Nuevo, Sector Primero de Mayo, Sector San Nicolás, Sector Santa Eduvigis, Sector Víctor Blanco, Sector, Zarabanda, Ucopin, Urbanización. Sevilla, Villa Estrella, Villa Katia.
7	Barrio Ricaurte, Central Telefónica, Cinco de Noviembre, Chapacué, Chipre, Conj. Residencial Altos de los Alpes, Contadora, EL Gallo, El Porvenir, La Castellana, La Floresta, La Heroica, Las Gavias, las Gaviotas, Las Palmeras, Las Margaritas, Los Alpes, Los Cerezos, Nuevo Porvenir, Olaya sector San José Obrero, República de Venezuela, San Antonio, Olaya San Antonio, Sector Stella, Trece de Junio, Urbanización. La India.
CORREGIMIENTOS	Ararca, Arroyo de las Canoas, Arroyo de Piedra, Arroyo Grande, Bajos del Tigre, Barlovento, Bayunca, Boquilla, Boquillita, La Mucura, Las Canoas, Las Europas, Los Morros, Manzanillo del Mar, Marlinda, Palenquito, Palmarito, Piedrecita, Playa Dorada, Pontezuela, Pueblo Nuevo, Puerto Rey, Punta Arena, Punta Canoa, Saisén, Tierra Baja, Tintipan, Vereda Zapatero.

Fuente. Planeación Distrital y Departamento Administrativo de Salud (DADIS) 2006
En la tabla 10, se especifican las unidades comuneras de gobiernos y sus respectivos barrios en la Localidad Industrial de la Bahía.

Tabla 10. Comunas y Barrios que forman parte de la Localidad Industrial de la Bahía

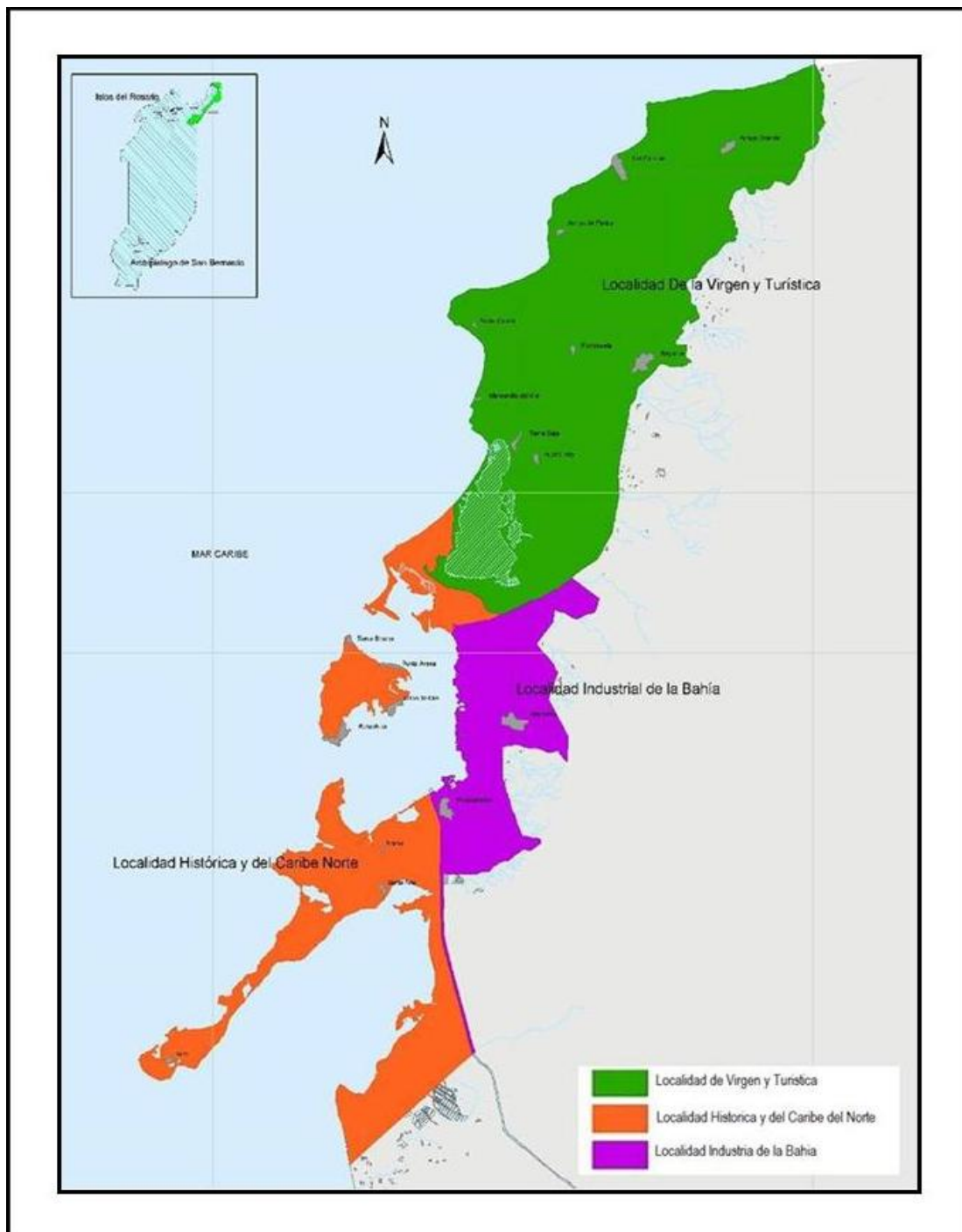
UNIDAD COMUNERA DE GOBIERNO	BARRIOS
11	Albornoz, Antonio José de Sucre, Arroz Barato, Barrio Libertador, Bella Vista, Ceballos, El Oasis, Arroz Barato, Bernardo, La Gloria II, Membrillal, Policarpa, Puerta de Hierro, Santa Clara, Variante Mamonal, 20 de Julio, Urbanización. Villa Barraza.
12	Almirante Colon, Altos del Campestre, Blas d e Lezo, Campestre, Caracoles, Club Campestre, El Carmelo, El Golf, El Milagro, El Socorro, La Central, La Plazuela, Los Corales, Nuevo Campestre, Plan 400, San Carlos, San Pedro, Santa Monica, Urbanización. Bahia, Urbanización. La Fragata, Villa Lorena.
13	Beirut, Ciudad Sevilla, Costa Del Sol, El Biffi, El Eden, El Recreo, La Concepción, La Princesa, La Providencia, San Jose De Los Campanos, Santa Lucia, Siboney, Ternera, Urbanización. Mayorca, Valencia, Villa Del Sol, Urbanización. Baru, Urbanización, San Buenaventura, Urbanización. Paraíso Real, Urbanización. Villa Valencia, Villa Rosita, Urbanización. Anita.
14	Inv. Nuestra Señora Del Carmen, Los Robles, Los Trupillos, Villa Gloria, Nueva Colombia, Nelson Mandela, Nueva Venecia, Villa Corelca, El Rodeo, Alameda La Victoria, Berlin, Bayaos, Cartagena de Indias, Cartagena de Indias II, Cesar Florez, El Nazareno, El Silencio, Hierbabuena, Jorge Eliecer. Gaitán, Kalamary, La Bonguita, La Florida, La Sierrita, Los Ciruelos, Maria Cano, Medellín, Nueva Delhi, Nueva Jerusalén, Rossendall, San Fernando, Santander, Camilo Torres, Sectores Unidos, Simon Bolivar, Urbanización. La Esmeralda, Urbanización. Once De Noviembre, Valparaíso, Villas De La Victoria, Villa Fanny, Villa Rubia, Los Pinos, Los Deseos, Las Torres, Los Alcazares, Las Colinas, 7 De Diciembre, 18 De Enero, Belen, El Olivo, El Eden, El Progreso, F. De Paula I , F. De Paula II, Andrés Pastrana, Inv. La Primavera, Inv. El Millo.
15	Altos Del Paraíso, Barrio Nuevo, Consolata, El Ecuador, El Educador, El Progreso, El Reposo, Henequen, Inv. 27 De Julio, Inv. Navas

	Meisel, Inv. Rio Elba, Inv. Villa Gloria, Jaime Pardo Leal, La Conquista, La Gaitana, La Gloria, La Victoria, Las Reinas, Los Altos Jardines, Los Jardines, Manuela Vergara, Nuevo Jardín, Paraíso II, San Pedro Mártir, Urbanización. García Herreros, Quindío, Venecia, Villa Angela, Villa Del Carmen, Vista Hermosa.
CORREGIMIENTOS	Pasacaballos

Fuente. Planeación Distrital y Departamento Administrativo de Salud (DADIS) 2006

En la figura 4 se observan la Localidad Histórica y Caribe Norte, Localidad La Virgen y Turística y por ultimo Localidad Industrial de la Bahía.

Figura 4. Localidades de gobierno de Cartagena

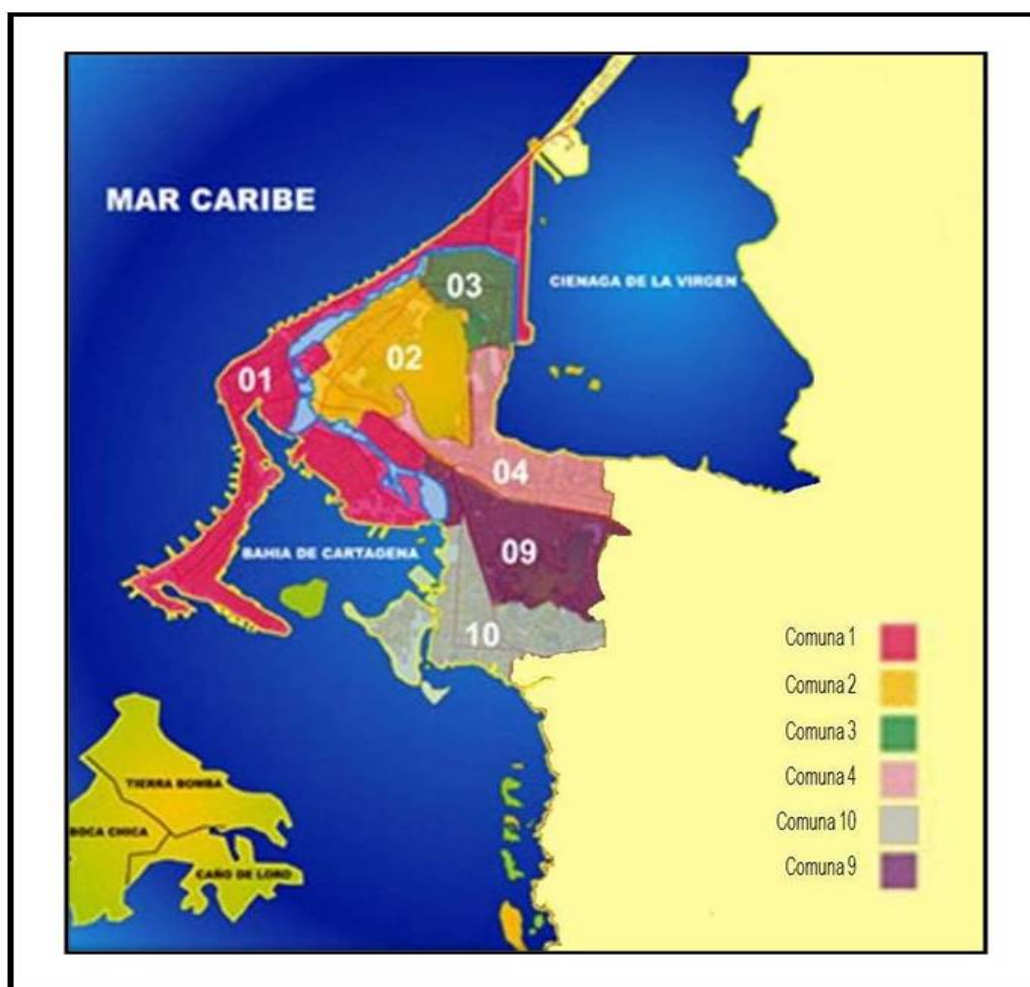


Fuente. Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias – Planeación Distrital, 2006

4.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Se define como área de influencia directa, al espacio físico que es considerado colindante donde un componente ambiental puede ser persistentemente o significativamente afectado. En el área de estudio los cuerpos internos de agua en la ciudad de Cartagena se remiten a Localidad Histórica y Caribe Norte específicamente en las unidades comuneras de gobierno numero 1,2,3,9,10 y en la Localidad la Virgen y Turística específicamente en una parte de la unidad comunera de gobierno numero 4, aproximadamente 162 km². Según se muestra en la figura 5 las unidades comuneras de gobiernos son las siguientes.

Figura 5. Ubicación del área de influencia directa.



Fuente. Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, Modificado por autoras, 2008

4.1.3 SISTEMAS DE CAÑOS, LAGUNAS Y CIÉNAGAS

La historia de Cartagena se encuentra estrechamente relacionada a la de sus cuerpos internos de agua, que se encuentra localizados entre la bahía interna, al sur de la Ciénaga de la Virgen, al Norte, y hasta hace pocos años comunicaba entre si estos dos grandes cuerpos de agua que tiene una extensión de 2.240 hectáreas aproximadamente⁹.

La comunicación hidráulica se efectuaba a través de la Ciénaga de las Quintas, el Caño de Bazurto, la Laguna de San Lázaro- Chambacú, la Laguna del Cabrero, Marbella y finalmente el Caño Juan Angola, que fue aparentemente construido antes del año 1600¹⁰.

Esta última comunicación a través de caño de Juan Angola, permitió a los habitantes de Cartagena, utilizar este sistema acuático como medio de transporte, en especial para llegar a la Ciénaga de la Virgen.

En el último periodo han sucedido varios hechos y fenómenos Urbanos que han interrumpido este sistema acuático y ha degradado la calidad de sus aguas. En primer lugar el caño Juan Angola, fue cegado casi totalmente en su entrada a la ciénaga como consecuencia de la ampliación de la pista del aeropuerto, que únicamente dejó como conexión dos tuberías de escasa capacidad.

Al presentarse esta interrupción se dio origen al fenómeno de invasión, estando hoy en un buen tramo del canal perfectamente urbanizado. por otro lado eliminó la comunicación esporádica con el mar que existía durante mareas extremadamente altas a la altura de Marbella.

La Ciénaga de la Virgen por otro lado, volvió a quedar aislada de la bahía después de varios siglos y para empeorar su situación se cerró su comunicación con el mar en el sitio denominado El Boquerón, al ser rellenada su boca para dar paso a una vía de comunicación con La Boquilla, donde existe actualmente la única comunicación con el mar, pero que se sedimenta y se cierra en ciertas épocas del año, por efectos marinos naturales debido a la conformación geomorfológico del área.

Para empeorar esta situación, la presión urbana llevó a una gran masa de población a ocupar los terrenos aledaños y lacustres de la ciénaga, que vierten sobre ella, entregándole así unos nuevos vertimientos, pero esta vez de aguas servidas sin ningún tratamiento.

Los otros cuerpos de agua de las Quintas, Bazurto, San Lázaro y Cabrero, tampoco se han escapado a estos desastres, debido a que las urbanizaciones han reducidos sus profundidades como consecuencias de todos los residuos urbanos que en ella caen, incluyendo sedimentos de aguas servidas.

⁹ Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE) e HIDROTEC Ltda., "Proyecto de caños, lagunas de Cartagena de indias". [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1983. p. 13.

¹⁰ Ibid., p.14.

4.1.3.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA

El área de estudio comprende una serie de cuerpos de aguas intercomunicados entre sí con una extensión aproximada de 100 hectáreas,¹¹ conformados por La Ciénaga Las Quintas, El Caño Bazurto, la Laguna de San Lázaro, la Laguna de Chambacù, la Laguna del Cabrero y el Caño Juan Angola.

Todos estos cuerpos por sus características, son considerados zonas estuarinas, cuyo movimiento y comportamiento hidráulico es afectado por los vientos, las mareas y las precipitaciones.

▪ La Ciénaga de la Virgen

Es una laguna costera ubicada sobre el costado norte de la Ciudad de Cartagena y separada del mar por el cordón de arenas de La Boquilla. Su forma es triangular, estrecha en el norte y amplía en el sur, con anchura máxima de 4.5 km, y tiene una longitud de unos 7 km, un espejo de agua de unos 22,5 km² y profundidades de hasta 1,6 m.¹²

En los primeros años de la fundación de Cartagena esta ciénaga recibía el nombre de Tesca que significa espejo, en el año 1607 es renombrado como Ciénaga de La Virgen en homenaje a la señora de La Candelaria, a quien se le rinde culto en el convento de la cima del Cerro de la Popa.¹³

▪ Caño Juan Angola

El sistema se inicia en la Ciénaga de Tesca, inmediatamente al sur de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Rafael Núñez y sigue paralelo a la Avenida Santander cambiando sucesivamente de nombre, adoptando la designación de Laguna de Marbella, Cabrero y Chambacù, para finalmente conectarse a través de la Laguna de San Lázaro con la Bahía interna de Cartagena. Tiene una longitud aproximada de 4.12 Km., un espejo de agua de unas 10 hectáreas y con una profundidad promedio de 2.76 m.¹⁴

La especie más predominante es el mangle prieto (*Avicenia germinans*), seguido del mangle rojo (*Rhizophora mangle*); tiene una formación arbustiva bien desarrollada lo cual lo hace apetecible para las aves de corto vuelo y reptiles.¹⁵

En el sector de Marbella al lado de la Avenida Santander, frente al Barrio Torices, ha sido deteriorado el mangle debido a la tala indiscriminada llegando a tal punto que ha desaparecido casi

¹¹ Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE), fondo financiero de proyecto de desarrollo (FONADE) y universidad de Cartagena (UDC)., "Estudio del comportamiento hidráulico – ambiental de los caños y lagos de Cartagena", [documento de trabajo], Cartagena de Indias, 1992, p. 3

¹² Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE) y Conservación Internacional Colombia, " Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de La Ciénaga de la Virgen (Bolívar-COLOMBIA)", [documento de trabajo], Cartagena de Indias, 2005 p. 72.

¹³ Bossa Donaldo H; Nomenclador Cartagenero, Cartagena de Indias, 2002.p.249.

¹⁴ Colombia, Ministerio De Transporte y HASKONING, " Bocana de marea en la Ciénaga de la virgen. Anexo B". [documento de trabajo], Cartagena de indias, 2001, p. 1.

¹⁵ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Publico Ambiental de Cartagena (EPA). "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro Urbano de la ciudad de Cartagena de indias" [documento de trabajo] Cartagena de indias, 2006, p. 15

en un 80%, convirtiendo estos sitios en basureros satélites, depósito de escombros y parqueaderos de canoas que utilizan los habitantes de este sector para la pesca.

En esta zona encontramos una flora asociada con los mangles como son Clemones (*Thespesia populnea*), Laucaena (*Laucaena leucocephala*), Almendros (*Terminalia catappa*), Trupillos (*Prosopis juliflora*) y uva de playa (*Coccoloba uvifera*).¹⁶

▪ Laguna El Cabrero

Este cuerpo de agua comienza desde el puente Benjamín Herrera hasta el puente de Chambacú. Tiene una longitud aproximada de 1.38 Km., un espejo de agua de unas 26 hectáreas y una profundidad promedio de 2.3 m.

En esta laguna se encuentra un buen ecosistema, conformado por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), bobo (*Languncularia racemosa*) y mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*).¹⁷

Este cuerpo de agua para el año de 1570 se conocía como la Ciénaga de El Ahorcado en esa época un hombre murió en esas circunstancias en el lugar; en el año 1744 en un plano de Cartagena de Indias realizado por el Ingeniero Militar D. Juan Bautista Mac Evans aparece el nombre modificado por el de Juan Angola, en la época Republicana cuando adquiere carácter urbano el barrio El Cabrero la ciénaga obtiene este nombre.¹⁸

▪ Laguna de Chambacú

Este cuerpo de agua comienza desde el puente del mismo nombre hasta el puente Heredia, tiene una longitud aproximada de 0.49 Km., un espejo de agua de unas 7 hectáreas y con una profundidad promedio de 2.2 m.

En esta área se ubica el parque Espíritu del Manglar donde abunda el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*) debido a una resiembra que se llevó a cabo en este sitio, su estado es aceptable y está muy bien cuidado especialmente aquellos que forman setos en los caminos y pasillos peatonales. Al fondo se observa mangle rojo (*Rhizophora mangle*) que fue trasplantado en un programa de recuperación y protección de talud en años anteriores.¹⁹

¹⁶ Ibid., p.19

¹⁷ Ibid., p. 21

¹⁸ Bossa Donaldo H; Nomenclador Cartagenero, Cartagena de Indias, 2002.p.248.

¹⁹ Ibid., p.21

▪ Caño Bazurto

Circula hacia el suroeste de la ciudad, desde el puente Las Palmas a la altura de la Bahía San Lázaro y corre paralelo a la avenida Del Lago hasta desembocar en la ciénaga Las Quintas a la altura del puente Jiménez.²⁰

Tiene una profundidad promedio de 1.73 m., con una longitud aproximada de 1.2 Km. y 12 hectáreas de espejo de agua.

En el caño, específicamente en la avenida del lago se observa que predominan las especies de Mangle prieto (*Avicennia germinans*) y del mangle bobo (*Laguncularia racemosa*)

El número de especies de manglar va disminuyendo en ciertas áreas donde ha habido movimientos de suelo por factores de infraestructura civiles. En las áreas más internas se encontraron un grado de contaminación de residuos sólidos lo cual afecta la regeneración natural.

En este sector de la avenida del lago, del lado de manga, se observa el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con buenas características agronómicas y fisiológicas. Sus características fenotípicas son idénticas desde el puente Bazurto hasta el puente Román. En este lado se manifiesta especies de mangle prieto (*Avicennia germinans*) en los borde de los puentes acompañados de algunos árboles como el sauce espinoso (*Parfifonea acuelata*), Clemones (*Thespesia populnea*), Almendros (*Terminalia catappa*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*).²¹

▪ Ciénaga de Las Quintas

El sistema comienza desde el puente Jiménez hasta la Bahía de Cartagena, en el puente Bazurto. Tiene una profundidad de 2.25 mt., con una longitud aproximada de 1.29 Km. y como espejo de agua unas 30 hectáreas

En la ciénaga se logra observan especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle prieto (*Avicennia germinans*) con buen desarrollo.²² El grado de contaminación tanto de residuos sólidos como del agua en la ciénaga es alto debido a la influencia del mercado de Bazurto, ya que la corriente cuando sube la marea, penetra en la ciénaga introduciendo este material al interior, no ocurriendo lo mismo cuando baja ya que los canales se encuentran parcialmente sedimentados lo cual impide la salida hacia el caño, lo que genera que esta agua mantenga olores ofensivos.

²⁰ Colombia. Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, "Decreto No 0977 de 2001, Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias".

²¹ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA), Op.cit, p.22-23

²² Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA), Op.cit, p.24

La ciénaga es un área que se puede considerar de conservación y preservación de flora y fauna debido a que el mangle de la zona se encuentra en buen estado a pesar de que el agua tiene índice de contaminación.²³

- **Laguna de San Lázaro**

Este cuerpo de agua comienza desde el puente Heredia, hasta la Bahía de Cartagena, en el puente Román. Tiene una longitud aproximada de 0.67 Km., un espejo de agua de unas 15 hectáreas y una profundidad promedio de 2.1 m.

En estas Laguna encontramos islotes separados donde predomina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle prieto (*Avicennia germinans*).²⁴

Se observa que el ecosistema es quebradizo posiblemente por el guano que producen las aves que se posan en ellos y por el peso de las mismas de mayor tamaño. Por otro lado se observa la mayor parte del manglar cubierto por una mancha blancuzca que es el excrementos de estas aves lo cual se seca con los rayos solares y esto impide el proceso de fotosíntesis que debería hacer los mangles. Esta laguna es considerada como zonas de preservación y restauración debido a que hacen parte del entorno paisajístico de la ciudad amurallada.²⁵

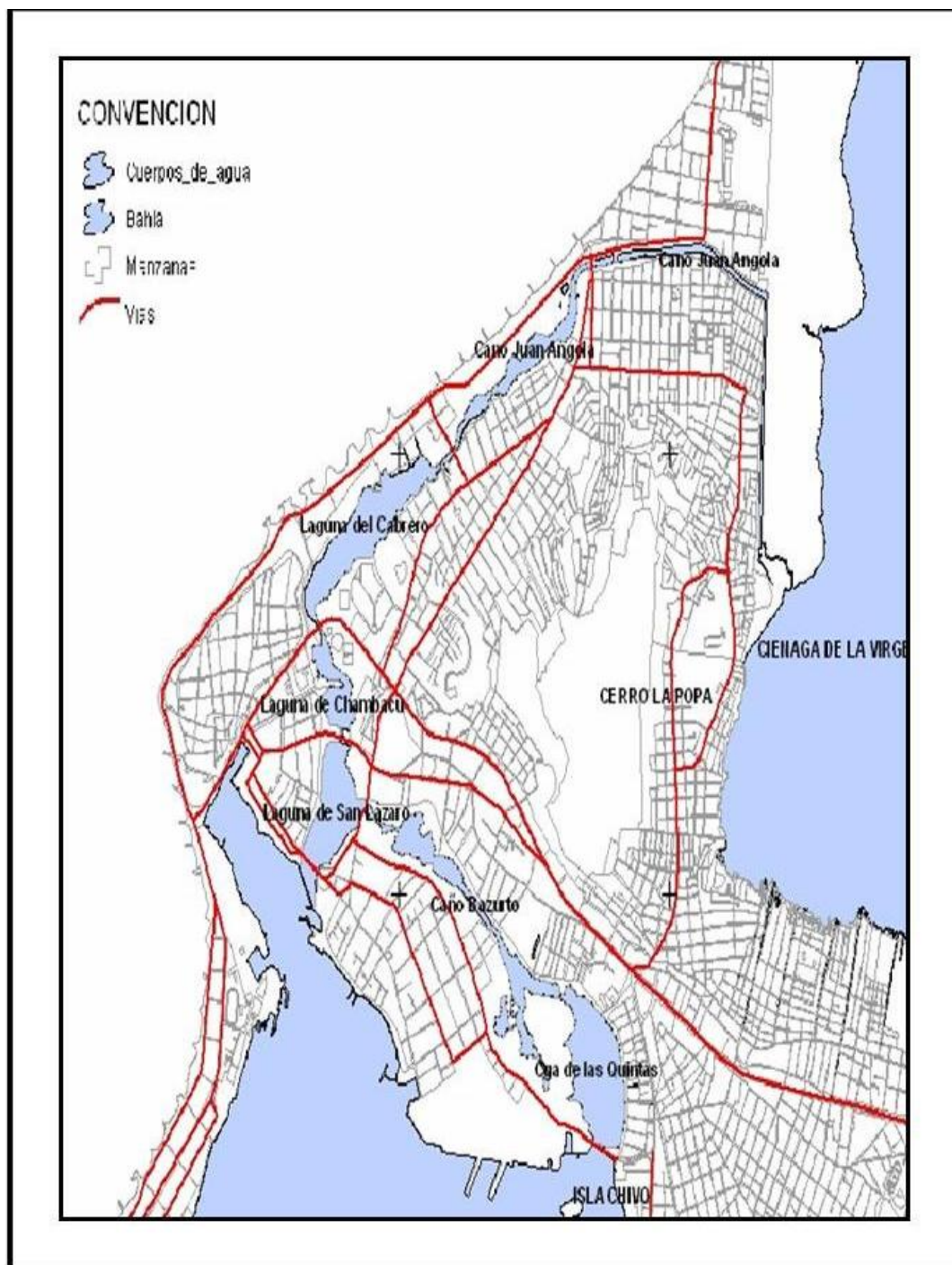
Según se muestra en la figura 6 la ubicación de los cuerpos internos de agua en estudio.

²³ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA), "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro Urbano de la ciudad de Cartagena de Indias" [documento de trabajo] Cartagena de Indias, 2006, p. 15

²⁴ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA),

²⁵ Ibid., p.22

Figura 6. Mapa de ubicación de los cuerpos internos de agua



Fuente Cartografía-Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE), 2007

4.2 ASPECTOS METEOROLÓGICOS

A continuación se describe los aspectos meteorológicos del área de estudio:

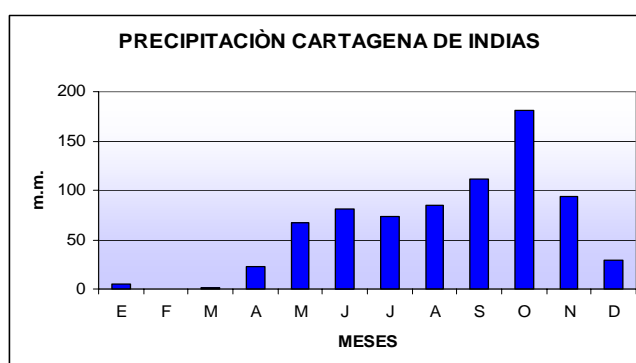
4.2.1 Altitud

Desde 0 a 150 m.s.n.m (Cerro de la Popa).

4.2.2 Precipitación

De acuerdo con la información suministrada por la estación de climatología del IDEAM en Cartagena de Indias, Aeropuerto Rafael Núñez, la zona en estudio presenta un período seco de Diciembre a Abril y un régimen de lluvias comprendido entre Abril y Noviembre, con medias mensuales de precipitación, que alcanzan a los 101 y 215mm, separados por un periodo seco y de corta duración denominado veranillo de San Juan en el mes de Junio. La precipitación promedio es de 740mm anuales la cual se distribuye entre los meses de Mayo, Junio, Agosto, Septiembre y Octubre, cayendo algunas lluvias en Noviembre.²⁶ Según se muestra en el grafico 1.

Grafico 1. Comportamiento de la precipitación



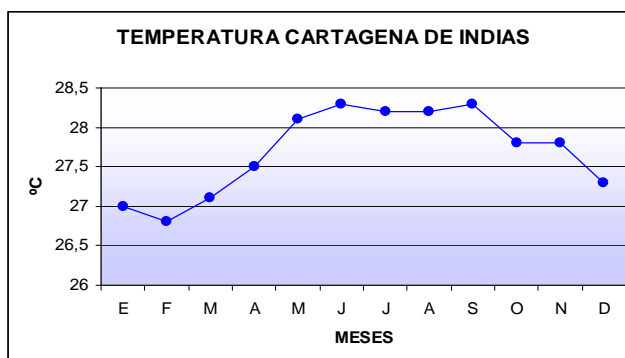
Fuentes. IDEAM 2007.

4.2.3 Temperatura ambiente

En general el área del proyecto tiene una temperatura muy constante con promedios anuales que oscilan entre 27 y 28,6 grados centígrados. Según se muestra en el grafico 2

²⁶Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Publico Ambiental de Cartagena (EPA), "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro urbano de la ciudad de Cartagena de indias" [documento de trabajo] Cartagena de indias, 2006, p. 15.

Grafico 2. Comportamiento temperatura ambiente

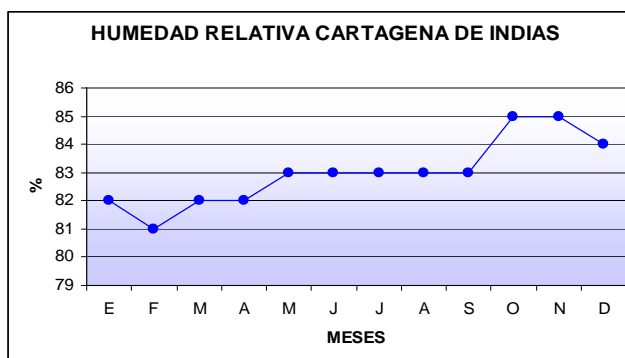


Fuentes. IDEAM 2007

4.2.4 Humedad relativa

La humedad relativa de Cartagena es características de la zona tropical costera. Las fluctuaciones medias son muy pocas, varían entre 81% y 95%. Los meses de Enero, Febrero y Marzo son un 5% menos húmedo que los restantes meses del año. Los valores máximos se presentan en la madrugada y los mínimos al mediodía. Según se muestra en el grafico 3.

Grafico 3. Comportamiento humedad relativa

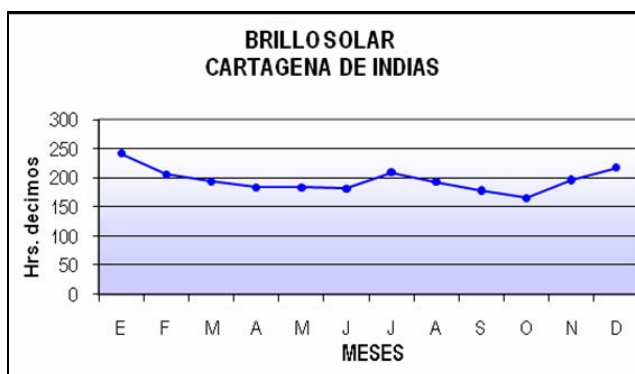


Fuentes. IDEAM 2007

4.2.5 Brillo solar

Cartagena de Indias se presenta un promedio de 2500 horas de brillo solar al año aproximadamente. Según se muestra en el grafico 4.

Grafico 4. Comportamiento brillo solar.



Fuentes. IDEAM 2007.

4.2.6 Campos del viento

La dirección predominante de los vientos es Nordeste y ocurre durante el 95% del año. Los promedios mensuales de velocidad están entre 2 y 7 m/seg., y los valores extremos alcanzan los 22 m/seg., que ocurren en las ráfagas de viento que acompañan a los aguaceros. En los cuatro primeros meses del año la velocidad promedio mensual es mayor situándose siempre sobre los 6 m/seg.

4.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

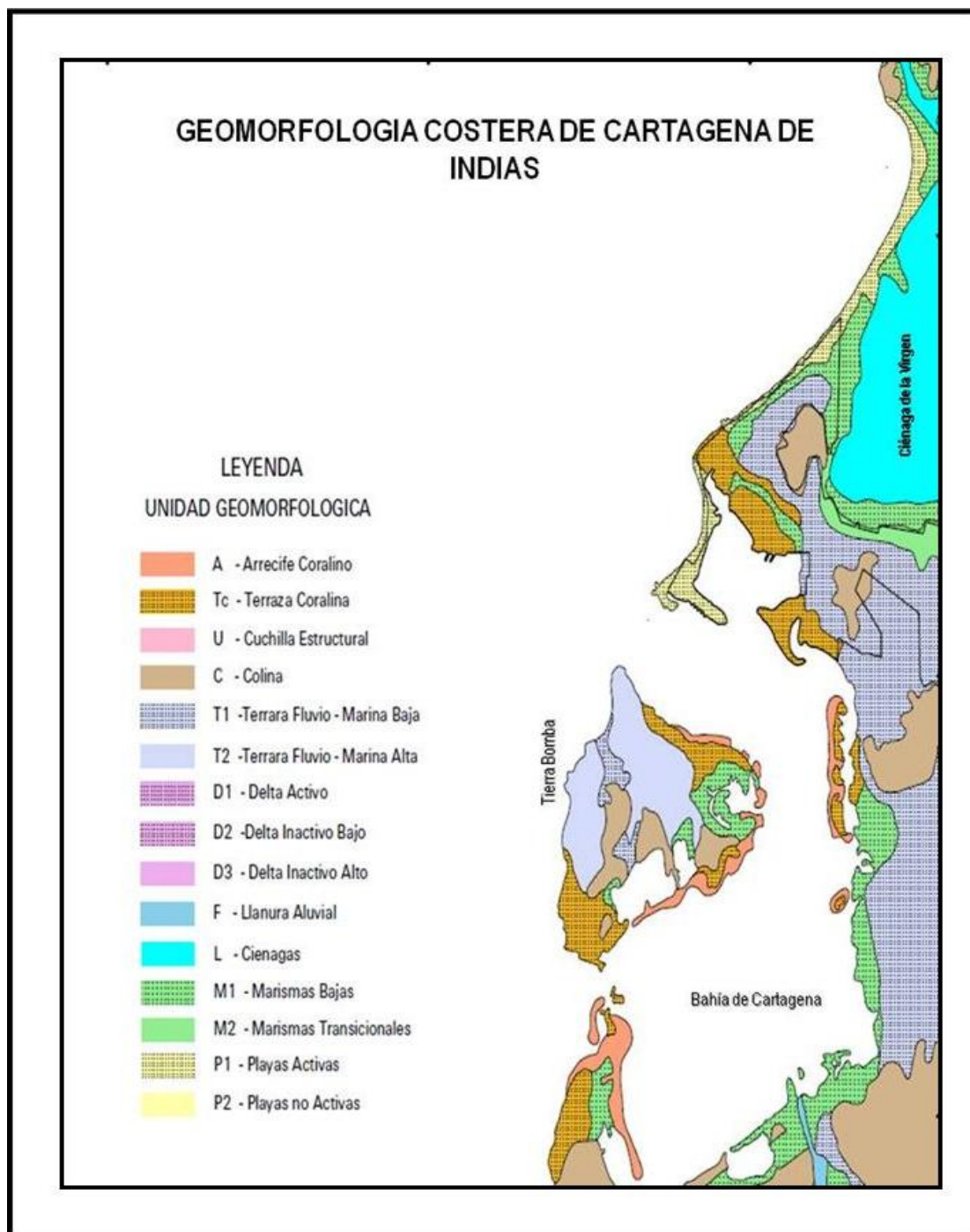
La morfología de la zona litoral de Cartagena de Indias está determinada en gran medida por los procesos geomorfológicos, tanto dinámicos como estructurales, que se ven relacionados estrechamente con la evolución de la plataforma continental, los aportes fluviales y la dinámica marina a escala local y global.

En la figura 7 se observa la geomorfología costera de Cartagena de Indias donde se percibe que la mayoría de la unidad geomorfológica del área de estudio son marismas bajas, estas son propias de costas bajas que se inundan por efecto de las mareas o de aguas fluviales, en la ciudad colindan con la Ciénaga de la Virgen y en ella desembocan un gran número de arroyos.

En estas marismas que cubren gran parte de la zona se encuentran humedales que se constituyen como auténticos ecosistemas, pues en sus aguas viven y se reproducen un sin fin de organismos, desde diminutas algas planctónicas, hasta una abundante variedad de plantas y animales, fundamentalmente aves.

Estas amplias extensiones de tierras bajas y sus ecosistemas derivados se encuentran entre las zonas naturales más ricas y fértiles del mundo. Cumplen una gran diversidad de funciones: en las que podemos destacar el amortiguar y minimizar las aguas marinas en momentos de tormenta.

Figura 7. Geomorfología costera de Cartagena de Indias



Fuente. Estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2001.Pag.11

4.3.1 Caracterización geológica de Cartagena

Cartagena está conformada básicamente por rocas sedimentarias del terciario. Los estratos que afloran en los alrededores de la ciudad de Cartagena corresponden en su mayoría a depósitos marinos terciarios y cuaternarios. Estos depósitos están constituidos generalmente por arcillolitas, areniscas calcáreas, margas y detritos cuaternarios.

- **Suelos**

El paisaje lo configura una zona de colinas con vertientes generalmente rectas dentro de las cuales se encuentran áreas con pendientes hasta del 50%, rodeadas por una llanura de litoral con influencia pluviométrica reciente con fisiografía de playones salinos cuyos materiales edáficos son sedimentos de arenas finas y limos correspondientes a la unidad cartografía de tierra baja.²⁷ Según se muestra en la figura 8.

- **Propiedades físicas de los suelos de Cartagena**

Las propiedades físicas de los suelos se analizan teniendo en cuenta las características morfológicas observadas en el campo y anotadas en la descripción de los perfiles modales como textura, color, estructura, consistencia, porosidad, drenaje y profundidad efectiva.

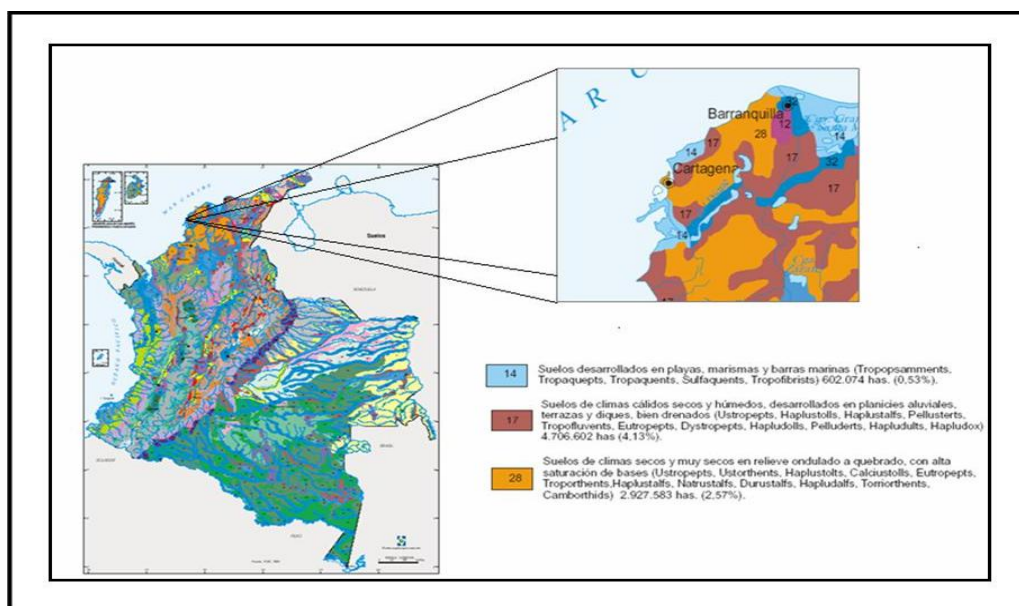
Todos los datos que se dan a continuación son tomados del estudio general de los suelos y zonificación de tierras del departamento de Bolívar 2ª edición, realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC en el año 2005.

- **Textura:** Esta propiedad expresa la proporción relativa de las partículas de arena, limo y arcilla; su importancia radica en la cantidad de agua que puede retener y suministrar agua, nutrientes y proporcionar aire a las plantas.

En la zona norte de Cartagena, los materiales predominantes son las arcillolitas y arenisca meteorizadas que alteran con caliza en algunos sectores. Originando suelos de texturas finas y moderadamente finas.

²⁷ Estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2001. Pag.3

Figura 8. Geología costera de Cartagena de Indias



Fuente. Estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2001.Pag.11

- **Estructura:** Se entiende como estructura del suelo el arreglo de las partículas individuales del mismo y del espacio poroso resultante para formar agregados.

En la zona de piedemonte que se encuentra Cartagena presenta estructuras en bloques subangular, angular y prismática, especialmente en el horizonte A y B de los perfiles.

En cuanto al grado de desarrollo de los diferentes tipos de estructuras, este oscila entre débil y moderada para la mayoría de los suelos y en algunos casos, con alto contenido de arcilla, llega a ser fuerte.

- **Densidad:** la densidad es la relación masa volumen, en esta zona la densidad presenta valores altos entre 1.45 g/cc. a 1.70 g/cc. Ya que son derivados de material ígneo y metamórfico, y con predominio de material arcilloso y franco arcilloso, donde la arcilla predomina es de tipo 1:1.

- **Porosidad:** como consecuencia de la estructura del suelo se obtiene su porosidad, es decir su sistema de espacios vacíos o poros, estos se distinguen en: macroscópicos y microscópicos.

Los primeros son de notables dimensiones, y están generalmente llenos de aire, en efecto, el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad. Los segundos en cambio están ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares.

En esta zona los suelos guardan una relación equilibrada entre macro y microporos (17.3% -25.73%) cifra que indica la buena aeración y buena evacuación del agua.

- **Retención de humedad del suelo:** es la cantidad de agua que un suelo podría almacenar y está determinada por la textura, porosidad (micro), estructura y cantidad de materia orgánica.

- **Tipos de suelo**

El casco urbano de la ciudad de Cartagena de india, afloran las Formaciones de Bayunca (170 m) y La Popa (125 m).

En esta sección el estrato tipo de techo de la Formación Bayunca es un nivel de arenisca conglomerática de guijos, en contacto discordante con un nivel de caliza arrecifal, donde aparecen abundantes conchas de bivalvos, gasterópodos y equínidos, mezclados con fragmentos de corales y abundantes espículas de equínidos.

Los primeros 35 m de la formación La Popa (conjunto C) consisten en calizas arrecifales en capas medias y gruesas ínter estratificadas con capas delgadas areno lodosas que contienen abundantes fragmentos de moluscos equínidos y corales.

Suelos de los barrios Olaya Herrera, La María, La Esperanza, La Candelaria, Boston. (Zona de influencia Ciénaga de La Virgen): los suelos propiamente están constituidos de limos y arcillas y una combinación de los tipos ML, MH, CL-ML, CH-MH, según la USCE, entre los 0.5 a 2 mts son limos gris oscuro semilíquido de aspecto orgánico.²⁸

Suelos en el barrio Bocagrande (Sector Base Naval): arena limosa y limo arenoso gris con materia orgánica, de humedad alta y densidad suelta. Clasificación U. S. C.: ML-OL, SM y SP-SM ; además en otros apiques se encontró Arena limosa gris de humedad media y densidad media. Clasificación U. S. C.: SM y SP-SM.²⁹

Suelos de depósitos de llanuras costeras (Centro, Sandiego, El Cabrero, Bocagrande, El Laguito, Crespo, Castillo Grande, Marbella): constan de arenas de grano fino a grueso, ocasionalmente con gravas; la mayoría son de color amarillo ocre a grises.

Suelos de la zona sur oriental (aledaño a canales pluviales): entre los 2 a 6 mts son limos – arcilloso gris claro producto de sedimentaciones sucesivas de consistencia muy blanda y blanda.³⁰

²⁸ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE) y CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA, " Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de La Ciénaga de la Virgen (Bolívar-COLOMBIA)", [documento de trabajo], Cartagena de indias, 2005, p. 89.

²⁹ [artículo de Internet]. http://www.armada.mil.co/recursos_user/contratacion/53201/ANEXOS173ISLA.PDF [consulta: 01 agosto de 2008]

³⁰ Cogollo A. Estudios de suelos, revestimiento en concreto canales pluviales Zona sur oriental de Cartagena de Indias, P.4.

-**Suelos en la Isla Manzanillo barrio Bosque (Sector Escuela Naval):** de 0.0 a 1.00 mt de profundidad se encuentra una capa granular conocida localmente como Caracacolejo. De 1.00 – 16.00/16.75 Arena limo arcillosa y arcilla arenosa gris de humedad media a alta y densidad suelta a media. Los resultados de los ensayos de campo y laboratorio se pueden resumir así: Clasificación U. S. C.: SM, GM, SC y CL.³¹

-**Suelos del cerro de La Popa y áreas de influencia (Torice, Nariño, La Quinta, El Amador, San Bernardo, Paraíso I Y II):** esta zona se encuentra en “La Popa Group” localizada al sur de la localidad de Cartagena y Albornoz, hace parte del conjunto de shales arenosos, areniscas con corales y arrecifes coralinos, está constituida por arcillas micáceas, arenosas, areniscas y calizas coralinas con un espesor de 150 m.

-**Suelos de las zonas de influencia del manglar, Caño Juan Angola (Crespo, Siete De Agosto, Canapote, Torice, Cabrero, San Diego, Chambacú, El Espinal, El Getsemani):** son depósitos orgánicos y están constituidos por arenas finas, limos y lodos.

-**Suelos de las zonas de influencia del manglar, Caño Bazurto Ciénaga De Las Quintas (Pie Del Cerro, Pie De La Popa, Barrio Chino, Manga, Martínez Martelo):** son depósitos orgánicos y están constituidos por arenas finas, limos y lodos.

4.3.2 Susceptibilidad a la erosión

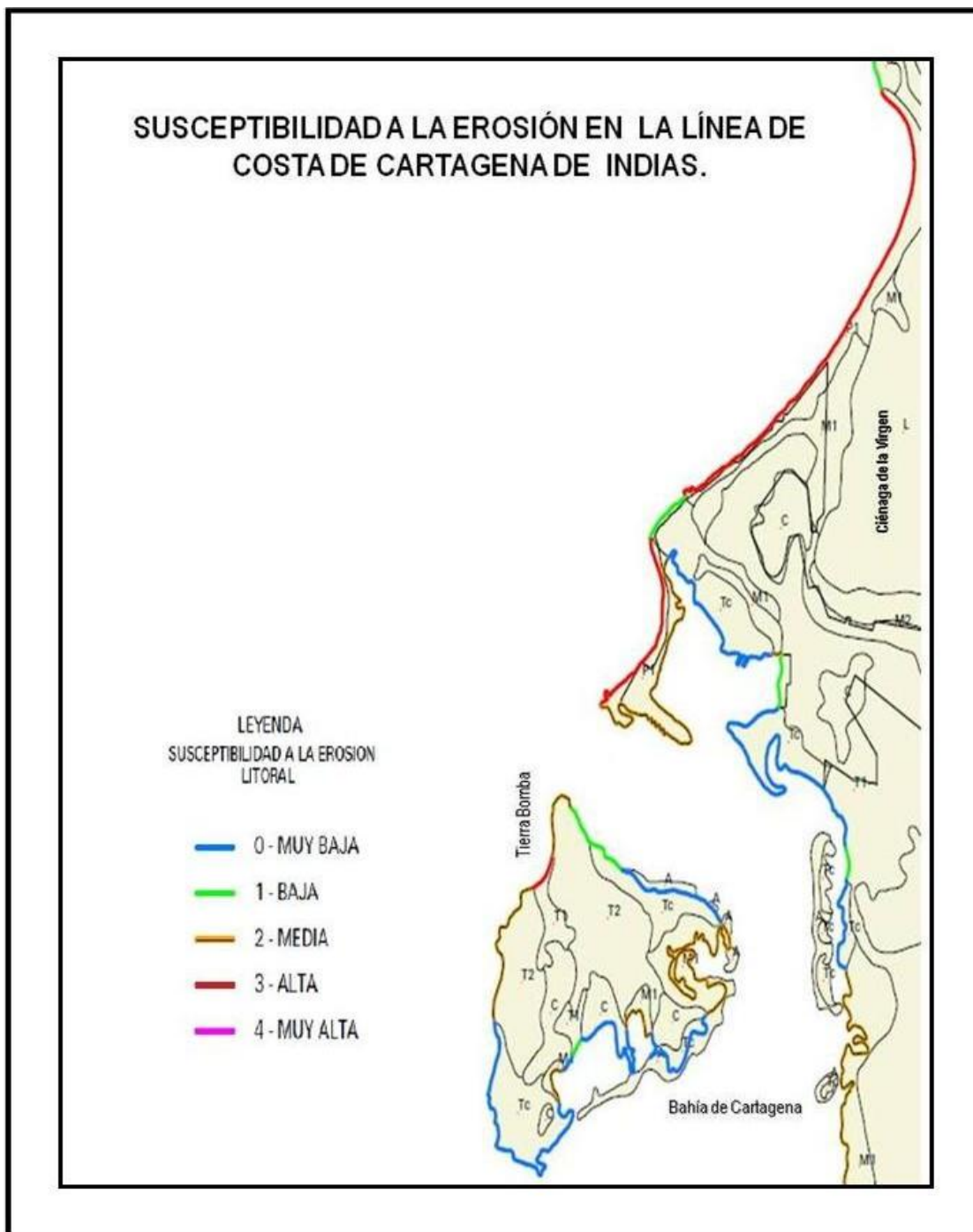
Esta información se sacó del estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera Colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar realizado en el año 2001 por el Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, como podemos observar en la figura 9 en el área externa de la Ciénaga de las Quintas, Caño Bazurto y Laguna de San Lázaro se considera que la susceptibilidad a la erosión es muy baja, al contrario de la zona externa de los cuerpos de agua del Caño Juan Angola que básicamente son playas y el riesgo de susceptibilidad a la erosión es alto. Debido a que esta zona es una geoforma frágil compuesta principalmente por playas activas y marismas de mangle.

4.3.3 Susceptibilidad a amenaza de inundación

En el estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera Colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar realizado en el año 2001 por el Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de donde se extrajo esta información, se empleó un método empírico basado en el moldeamiento cualitativo del medio físico, estableciéndose en 5 grados de susceptibilidad de acuerdo con las características textuales y geográficas de las geoformas y su relación con la dinámica marina. Según se muestra en la figura 10.

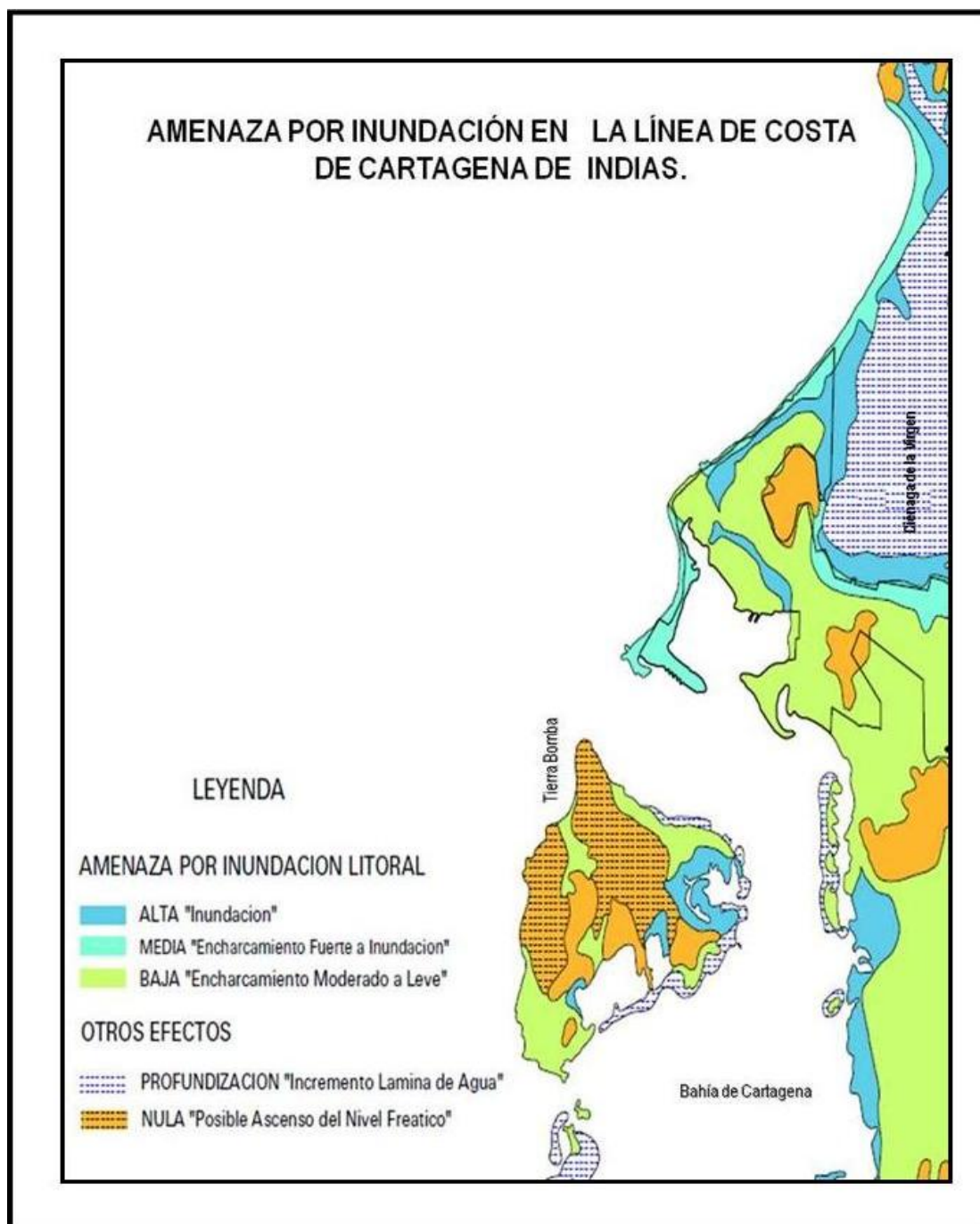
³¹ [artículo de Internet]. http://www.armada.mil.co/recursos_user/contratacion/53201/ANEXOS173ISLA.PDF [consulta: 01 agosto de 2008]

Figura 9. Susceptibilidad a la erosión en la línea de costa



Fuente. Estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2001. Pag.15

Figura 10. Amenaza por inundación en la línea de costa



Fuente. Estudio vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2001.Pag.20

4.4 ASPECTOS BIOLOGICOS

El área de estudio está localizada, en la zona de vida de bosque secotropical (Bs-T), según la clasificación de Holdridge; se caracteriza por las altas temperaturas, en promedio mayores a 24 grados centígrados y el promedio anual es de 500 y 1000mm, perteneciendo a la provincia de húmeda subhúmeda. Con vegetación xerofítica y subxerofítica en matorral y zonas definidas de manglar.

4.4.1 Aspectos generales de la flora

Según el estudio Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen, los ecosistemas encontrados en el área de estudio corresponde a la zonobioma denominado bosque seco tropical o zonobioma tropical alternohigróico según Hernández-C; biogeográficamente se ubica en la unidad denominada Cinturón Árido Peri-caribeño.

Este se caracteriza por tener suelos con muy poca altura y estar próximo a la influencia actual del mar Caribe, cuya vegetación es de tipo xerofítico, sub-xerofítico y de bosques de manglar.

- **Bosque de manglar**

Los Mangles son bosques pantanosos, dominados por árboles llamados mangles ubicados en costas abiertas, tropicales y subtropicales de suelo plano, fangoso y aguas relativamente tranquilas; este nombre se aplica de manera general, a las asociaciones de vegetales costeros que poseen en común algunas características morfológicas y fisiológicas, a pesar de pertenecer sus árboles a grupos taxonómicos distintos.³²

Entre estas características se destacan las diferentes adaptaciones para ocupar sustratos inestables, marcada tolerancia al agua salada y salobre, adaptaciones para intercambiar gases en sustratos anaerobios y poseer reproducción por embriones (*propágulo*).

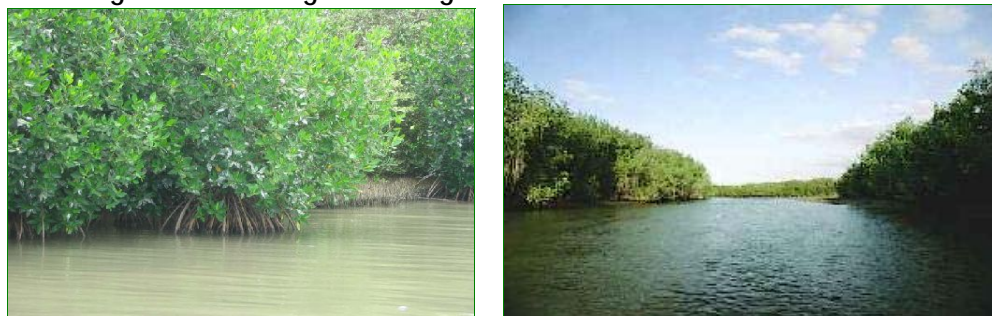
Entre los innumerables valores que posee el bosque de manglar, se halla la productividad de sus formaciones boscosas, su condición como hábitat, zona de alimentación y zona de refugio; desempeña un papel sobresaliente como importador y exportador de materia orgánica y de energía, por ser un ecosistema abierto. Además, contribuye a la protección de las costas, estabilizando y fijando el suelo.

En la ciudad de Cartagena se encuentran cuatro (4) de las cinco (5) especies de mangle que conforman el manglar del Caribe colombiano; mangle rojo (*Rizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) y mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*).³³

³² El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo3.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

³³ El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo3.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

Figura 11. Mangles en la Ciénaga de la Virgen



Fuente. Carlos Castaño

El manglar inicialmente estuvo bajo la protección institucional de la "Dirección general y de vida silvestre" la cual manejaba el uso y conservación de los bosques, posteriormente, con la reforma de 1997, esta función es asumida por la "Dirección general de ecosistemas"; amparado por el Ministerio del Medioambiente, creado por la ley 99 de 1993. Al nivel regional la administración y control se halla adscrita por las Autoridades Ambientales, que para el Distrito de Cartagena de Indias, está representada por el Establecimiento Público Ambiental "EPA" y en el área del departamento por la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique "CARDIQUE".

- **Mangle colorado (*Hervario Rizophora Mangle*):** Conocido como mangle rojo cuyas raíces aéreas son muy altas, parecidas a zancos que le permiten además de sostenerse, aumentar las zonas o superficies para el intercambio de gases a través de una serie de poros llamados lentículas.

Estos árboles pueden alcanzar hasta 35 metros de altura. La corteza externa es de color gris claro, con manchas oscuras y en su cara interna es de color rosado. La madera es rojiza y no presenta anillos de crecimiento.³⁴ Según se muestra la figura 12.

³⁴ El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo4.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

Figura 12. Mangle Rojo en la Ciénaga de Las Quintas

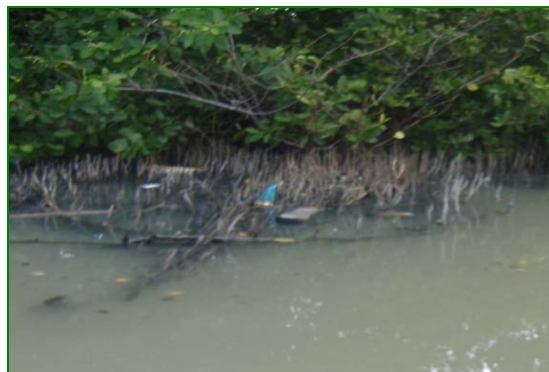


Fuente. Las Autoras

- **Mangle Prieto Negro (*Avicennia germinans*):** Denominado comúnmente como mangle negro, por tener una corteza externa oscura y la interna amarillenta, los árboles de esta especie pueden alcanzar más de 20 metros de altura.

Estos mangles se caracterizan por tener largas raíces subterráneas radiales de poca profundidad y pueden desarrollar ocasionalmente raíces adventicias de apoyo que se desprenden de parte baja del tronco. Además tienen la capacidad de emitir pneumatóforos que pueden extenderse a varios metros alrededor del tronco del árbol.³⁵ Según se muestra en la figura 13.

Figura 13 Mangle Negro en el Caño Juan Angola



Fuente. Las autoras

³⁵ El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo5.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

- **Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*):** Conocido como mangle blanco, estos árboles pueden alcanzar hasta 20 metros, de altura pero generalmente se conocen como arbustos de unos 6 metros. Poseen un sistema de raíces radiales poco profundas, similar a las de mangle negro, con pneumatóforos que se subdividen muy cerca de la superficie del suelo, del cual sobresalen muy poco.³⁶ Según se muestra en la figura 14.

Figura 14. Mangle Bobo en el caño Juan Angola



Fuente. Las autoras

- **Mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*):** conocido comúnmente como mangle botón o zaragoza, estos mangles generalmente no sobrepasan los 10 metros de altura. La corteza es de color ceniza o café y las ramas de color verde amarillento cuando jóvenes, luego se tornan de color castaño. No posee pneumatóforos, y sus raíces pueden formar aletones para su sostén en terrenos blandos.³⁷ Según se muestra en la figura 15.

³⁶ El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo5.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

³⁷ El manglar cartagenero [artículo de Internet]. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/manglarcartagenero/capitulo5.htm> [consulta: 02 febrero de 2009]

Figura 15. Mangles Zaragoza en la Laguna Chambacù



Fuente. Las autoras

En la Tabla 11 se puede observar la flora típica de la Ciudad de Cartagena de Indias y asociada a los bosques de manglar que se encuentra en el área de estudio:

Tabla 11. Flora del área de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Campano	<i>Samanea saman</i>	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	Guayacán	<i>Guaicum officinales)</i>
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Cañaguate	<i>Roseadrendon chanyseum</i>
Ollita de mono	<i>Lecythis minor</i>	Mamón	<i>Melicocca bijuga</i>
Quebracho	<i>Astronium flaxinifolium</i>	Guacharaco	<i>Tecomastatus sp</i>
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	Camajón	<i>Esterculia apetala</i>
Manzanillo	<i>Hippomane ancinnella</i>	Paja Mona	<i>Leptochloa filiformis</i>
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	Pasto Angleton	<i>Andropogon nodosus</i>
Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	Batatilla	<i>Ipomoea congesta</i>
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Balsamina	<i>Momordica charantia</i>
Zarza	<i>Mimosa pigra</i>	Indio desnudo	<i>Bursera simaruna</i>
Frijolillo	<i>Phaseolus lathyroides</i>	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Bicho	<i>Cassia tora</i>	Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>
Aromo	<i>Poponax tortuosa</i>	Platanillo	<i>Heliconia biahí</i>
Laurel	<i>Ficus benjamina</i>	Níspero	<i>Achras sopota</i>
Tamarindo	<i>Tamaridus indica</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>
Cauchos	<i>Ficus spp</i>	Mangle Rojo	<i>Rhizophora mangle</i>
Mangle prieto	<i>Avicenia germinans</i>	Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erecta</i>

Mangle Bobo	<i>Languncularia racemosa</i>	
-------------	-------------------------------	--

Fuente. Establecimiento Publico Ambiental de Cartagena (EPA), "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro Urbano de la ciudad de Cartagena de indias" [documento de trabajo] Cartagena de indias, 2006.Pag. 40

4.4.2 Aspectos generales de la fauna

Cartagena de Indias posee una gran variedad de especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles.

Parte de la fauna sucumbió a la acción de los cazadores y la deforestación. Otro factor de deterioro fue la introducción de parásitos y patógenos que llegaron con los animales domésticos y con los emigrantes a la zona. Actualmente la mayoría de la fauna está compuesta por aves, insectos y los recursos hidrobiológicos.

En la tabla 12 se puede observar la fauna típica de la Ciudad de Cartagena de Indias y asociada a los cuerpos de agua que se encuentra en el área de estudio:

Tabla 12. Fauna del área de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
AVES			
<i>Quiscalus mexicanus</i> Maria	Mulata	<i>Annas discors</i>	Barraquete
<i>Egretta thula</i> o <i>Egretta alba</i>	Garza blanca	<i>Ardea sp.</i>	Garza morena
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero
<i>Ardea coccol</i>	Garza gris o parda	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano
<i>Casmerodius albus</i>	Garza real	<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo	<i>Pionus sp.</i>	Cotorra
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota	<i>Aratinga pertinata</i>	Cotorra
<i>Phalacrocoras olivaceus</i>	Pato buzo	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro
<i>Platalea ajaja</i>	Pato cuchara	<i>Sarcorampus</i>	papa Rey gallinazo
<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	<i>Caoragyps atratus</i>	Golero
<i>Calrina moschata</i>	Pato real	<i>Cathartes aura</i>	Auras o laur as
<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero
<i>Bothogeris jugularis</i>	Perico	<i>Tito alba</i>	Lechuza
<i>Pandion balaetus</i>	Águila pescadora	<i>Seneida sp</i>	Tierrelita
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	<i>Columba cayanensis</i>	Torcaza
<i>Lepidopyga lilliae</i>	Colibrí cienaguero	<i>Crotophaga</i>	pirinea Garrapatero

<i>Lepidopyga coeruleoangularis</i>	Colibrí zafirino	<i>Campephilus sp</i>	Carpintero
<i>Dendroica petechiae</i>	Canario manglero	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
<i>Sicalis flaveola</i>	Canario	<i>Saltador courulescens</i>	Papayero
<i>Hrysophilus punctigula</i>	Carpintero	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán
REPTILES			
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo
<i>Boa constrictor</i>	Boa	<i>Basiliscus basiliscos</i>	Cruzarroyos
<i>Corallus portulacastum</i>	Boa ramera o manglera	<i>Bufo marinus</i>	Sapos
<i>Ameiva ameiva</i>	Lobito	<i>Hyla crepitans</i>	Rana
<i>Tupinambis nigropunctatus</i>	Lobo pollero	<i>Hyla pugnax</i>	Rana
MAMÍFEROS			
<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago
<i>Sciurus spp</i>	Ardilla	<i>Procyon lotor</i>	Zorra manglera
<i>Chironectes minimus</i>	Rata de agua	<i>Noctilio arbiventris</i>	Murciélago

Fuente. Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA), "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro Urbano de la ciudad de Cartagena de indias" [documento de trabajo] Cartagena de indias, 2006. Pag. 43

Según se muestra en la figura 16 ejemplos de la fauna existente.

Figura 16. Aves típicas de la zona



Fuente. Las autoras, 2007.

4.5 ASPECTO SOCIOECONOMICOS E INFRAESTRUCTURA

Las condiciones socioeconómicas de la población cartagenera se determinan a partir de las características de las zonas de ubicación de las viviendas, del acceso a los servicios públicos y del entorno en general.

Por este motivo, en este eje temático se conocerá la demografía y la situación de la vivienda en la ciudad, además del estado de las coberturas en los servicios públicos extendidos a gas natural, acueducto, alcantarillado, aseo urbano y energía eléctrica, teniendo en cuenta la extensión proyectada de los servicios en el corto y mediano plazo.

4.5.1 Demografía

Según el censo de población 2005 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) la población del Distrito de Cartagena de Indias asciende a 1.069.755 habitantes de los cuales 952.494 habitan en el área urbana y 117.261 en el área rural.

Según se muestra en la tabla 13, el grupo de poblaciones por estrato social en el que se encuentra distribuida la ciudad con mayor índice de población son los de estrato 1 con un 40% de toda la población de la ciudad, seguido por el estrato 2 con un 31%.

Tabla 13. Porcentaje de población por estrato

POBLACION POR ESTRATO	POBLACIÓN	%
Estrato 1	423.011	39,54%
Estrato 2	334.009	31,22%
Estrato 3	215.875	20,18%
Estrato 4	30.115	2,82%
Estrato 5	42.886	4,01%
Estrato 6	23.859	2,23%
TOTAL	1.069.755	

Fuente. Planeación Distrital censo 2005-2007.

En la tabla 14 se observa la cantidad de población masculina y femenina por Unidad Comunera de Gobierno, en las comunas 1,2,3,4,9 y 10 que corresponden al área de influencia de los cuerpos internos de agua se muestra que es la que mayor población tienen.

Tabla 14. Población del área de Influencia por comuna

Comuna	Población Masculina	Población Femenina	Población Total
Comuna 1	28958	34836	63794
Comuna 2	23891	25405	49296
Comuna 3	29664	31290	60954
Comuna 4	32890	34154	67044
Comuna 5	24276	25326	49602
Comuna 6	33332	33893	67225
Comuna 7	19462	21612	41074
Comuna 8	33341	38569	71910
Comuna 9	26539	29823	56362
Comuna 10	25903	28895	54798
Comuna 11	13133	13289	26422
Comuna 12	31817	37311	69128
Comuna 13	17399	19708	37107
Comuna 14	22991	23595	46586
Comuna 15	40646	43853	84499

Fuente: Planeación Distrital censo 2005-2007 Cartagena D.T.C. Y H. Modificado por las autoras

- **TASA DE CRECIMIENTO CARTAGENA**

La composición étnica de Cartagena es la resultante de la fusión de las tres etnias primigenias: la precolombina u originaria, la blanca, venida de España, y la negra traída esclavizada de África. La simbiosis de estas razas se manifiesta en una población predominantemente mestiza y negra.

- **Periodo 1900-1950**

- Lento crecimiento entre 1871 y 1905 se pasó de 8603 a 9681 habitantes.
- La tasa de crecimiento anual (0.4%) fue inferior a la registrada en Barranquilla (3.5%) y a la total del país (1.2%).
- Se inició el poblamiento de zonas extramuros: el Cabrero y Pie de la Popa.
- Entre 1912 y 1951 la tasa de crecimiento de Cartagena fue la más alta de toda su historia hasta ese momento: 3.2%

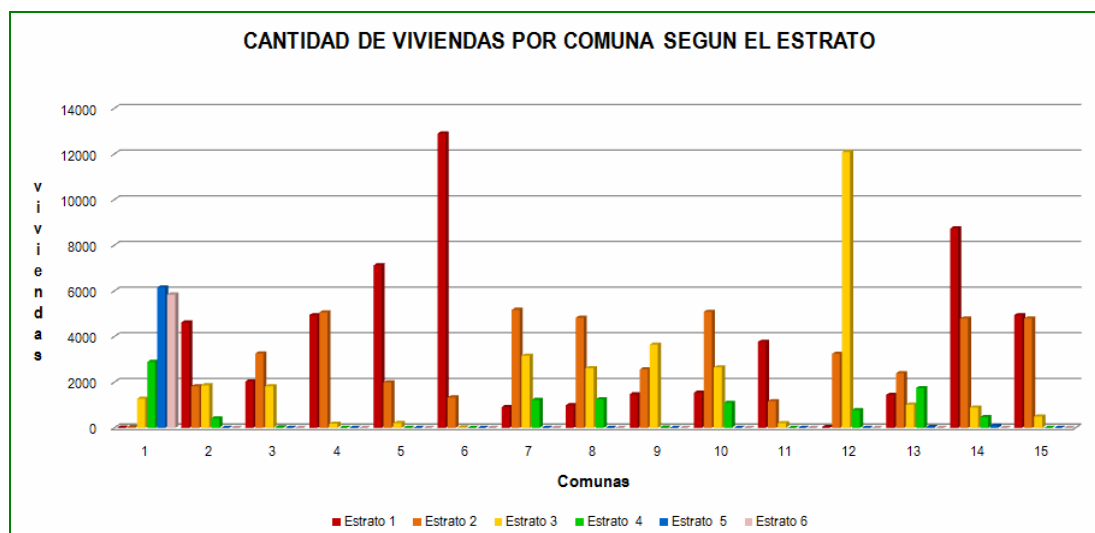
- **Periodo 1951-presente**

- Entre 1951 y 2001 la población de la ciudad aumentó siete veces, de 129.000 habitantes pasó a 827.000.
- La tasa de crecimiento anual (3.9%) fue superior a la registrada en Barranquilla (3,0%) y a la del total del país (2.6%), pero inferior a la de Bogotá (4.6%).
- En 1950, Cartagena tenía un tamaño similar a ciudades como Bucaramanga, Cúcuta y Pereira. En la actualidad tiene un tamaño igual a Pereira y Manizales juntas, sin embargo gran parte de su población (cerca del 70%) está por debajo de la línea de pobreza, lo que no compensa un desarrollo similar al que tienen urbes como Bucaramanga o Cúcuta, donde la distribución de la riqueza es más equitativa.
- Desde 1990 Como resultado de la apertura y de la privatización portuaria, Cartagena se consolidó como el principal puerto colombiano, tanto para las exportaciones como las importaciones.

4.5.2 Vivienda

La situación del sector vivienda en Cartagena de Indias viene presentando grandes dificultades que han impedido que se concreten avances en políticas o proyectos. Como podemos observar en el grafico 5, en la Comuna 1 los estratos 5 y 6 son los que más viviendas poseen, mientras que las Comunas restantes del área de influencia los estratos 1,2 y 3 son los que tiene más unidades habitacionales, notando que en el estrato 1 y 2 se tiene más del 50% de viviendas en el área.

Grafico 5. Viviendas por unidad comunera y estrato social



Fuente: Planeación Distrital censo 2005-2007 Cartagena D.T.C. Y H. Modificado por las autoras

4.5.3 Sistema de acueducto

El sistema de acueducto de Cartagena tiene su origen en la necesidad que tenía la ciudad de agua potable en el año 1892, por esta razón la Gobernación de Bolívar contrató a una compañía inglesa, representada por Arturo J. Russell, para la construcción de un acueducto que suministrara "agua potable a la ciudad", con una proyección futura para treinta mil habitantes.³⁸ A partir de esta fecha, se presentan en Cartagena una serie de compañías extranjeras interesadas en establecer y/o explotar en la ciudad, en sus barrios y cercanías,³⁹ un acueducto moderno con tubería de hierro.

A finales del siglo XIX con la reactivación de las actividades comerciales y el despegue de los primeros ensayos industriales y a medida que la población aumentaba y crecían sus demandas de servicios, las condiciones sanitarias de Cartagena se deterioraban día a día. En estas condiciones, el acueducto de Russell, además de no solucionar el abastecimiento de agua, se había convertido en un atentado a la higiene de la ciudad.⁴⁰

En estas circunstancias, en 1905 el gobernador de Bolívar, Enrique Luís Román, firmó otro contrato con el ingeniero y empresario Jamaiquino James T. Ford⁴¹ para el establecimiento en la ciudad de un acueducto utilizando las mismas fuentes de agua que anteriormente se habían indicado para el contrato Russell. El acueducto entró en funcionamiento a comienzos de 1907. Pero, en menos de un mes, el señor Ford transfiere los derechos de explotación a la compañía inglesa denominada Cartagena (Colombia) Water Works Company Ltda., aprovechando las fuentes naturales de Matute, Coloncito, Matapuerca y Torrecilla, por el término de 50 años con una dotación de 57 Lt/hab./día.

A comienzos del siglo XX con la intervención directa del ministro de obras públicas, Aurelio Rueda, el ingeniero inglés William Eduard Hughes Dickin adquiere en 1916 los derechos de propiedad del acueducto de Cartagena.⁴² En esta ocasión, el propósito es prolongar la tubería existente hasta un punto adecuado del río Magdalena para conducir al tanque de reserva de Matute, por medio de bombas y filtros, una cantidad de agua suficiente para abastecer a una población hasta de ochenta mil habitantes y suministrar, además, las cantidades necesarias para riego de calles y fuentes públicas.

En 1920, intentando buscar una solución definitiva a la problemática que tenía la ciudad se propuso conectar el área del reservorio a un punto en el río Magdalena. La empresa buscaba aumentar la cantidad de agua sin atender a su calidad e insistía en utilizar las aguas del arroyo de Aguas Vivas (Matute).

³⁸ El texto completo del contrato con el señor Russell había sido aprobado en el consejo por el acuerdo número 8 del 12 de agosto de 1892 y se publicó en una compilación de Contratos, ordenanzas y resoluciones expedidas por la Asamblea de Bolívar 1892-1894 (1894, p. 78).

³⁹ En estos contratos se ve aparecer una transformación del concepto tradicional de ciudad en la administración oficial. Dado el crecimiento de finales del siglo XIX, la ciudad de Cartagena ya comprende también sus barrios extramuros y los nuevos espacios urbanos, llamados por los cronistas de la época "cercanías". Sobre la expansión de la ciudad de Cartagena, en Casas (1994, pp. 39-68).

⁴⁰ Lemaitre E. Historia general de Cartagena, tomo IV. Bogotá, Banco de la República. 1983.

⁴¹ James T. Ford (1864-1907) llegó a Cartagena como ingeniero y empresario para encargarse de la construcción del acueducto en la que sería su última actividad empresarial. (El Porvenir, Cartagena, mayo 10. 5. 1907, citado en el inédito de Ripoll, 1992, p. 5).

⁴² Mensajes e informes del gobierno Departamental de Bolívar (1916, pp. 28-38).

La reversión del acueducto de Matute al gobierno fue automática al vencimiento del término de cincuenta años. Sin embargo, para la fecha de esta revisión, 1955, ya se hallaba construido el sistema de acueducto de la ciudad tomando como fuente el suministro de agua cruda del Canal Del Dique en Gambote, fuente de agua con capacidad y calidad suficientes, en contraste con el sistema de Matute, que no abastecía de forma suficiente, ni en calidad aceptable a la ciudad.

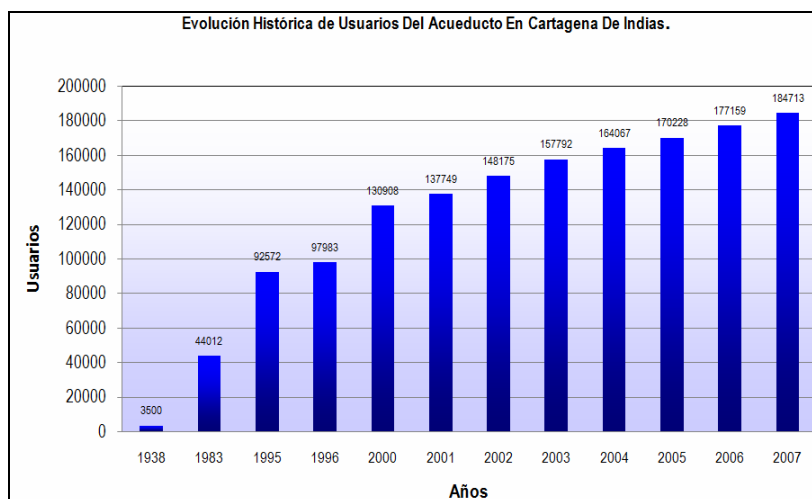
En el año 1983 la cobertura del servicio era del 70% para una población servida de 350.000 habitantes; en cuanto a consumo, vale la pena señalar que cuando se inauguro la planta en 1938 no ascendía a 4000 M3/día y dotaba a 3500 suscriptores; para agosto de 1983 existían 44.012 suscriptores, incluidos aquí medidores en operación y medidores dañados, además de 2100 suscriptores que por algún motivo tenían medidores, pero que se les facturaba por promedios estadísticos del estrato socioeconómico y su ente prestador del servicio eran las Empresas Publicas Municipales.

En el año 1995 la empresa de servicios públicos mixta aguas de Cartagena S.A, era el ente prestador del servicio y realizaba la distribución de agua potable con una cobertura del 73.1%.

En la Actualidad este servicio lo presta la empresa Aguas de Cartagena S.A E.S.P que alcanzó el 99.91% de cobertura en el año 2007, para lo cual se ha requerido la instalación de 550 kilómetros de redes nuevas, para un total de 1.339 km. de redes existentes a la fecha.

El número de suscriptores del acueducto era de 97,983 al inicio de la gestión y 2007 alcanza la cantidad de 184,713. El 56% de los nuevos suscriptores pertenecen al estrato 1, el 28 % al estrato 2 y el 6% al estrato 3, por lo que ha sido un proceso de inversión netamente social. Según se muestra en el grafico 6.

Grafico 6. Evolución de usuarios del acueducto desde el año1938 hasta el 2007.



Fuente. Informe Anual 2007 - Aguas de Cartagena S.A E.S.P.

4.5.4 Servicio de alcantarillado

Antes del año 1983 los cartageneros utilizaban como medio de disposición de sus aguas residuales las pozas sépticas y el vertimiento directo a los cuerpos de agua aledaños, después de esta fecha se conforma el alcantarillado de la ciudad en tres vertientes identificadas según el punto de drenajes así:

- Bahía Interior.
- Ciénaga de la Virgen.
- Ciénaga de Ceballo.

Para esta época según la Empresas Públicas Municipales en el mes de agosto de 1983, el número de suscriptores ascendía a 28.283 para una cobertura teórica de 39.5%

En 1995 la cobertura era del 60.6% y en Junio del 2006 Aguas de Cartagena S.A E.S.P logró una cobertura del 78.55%. En este período más de 350.000 cartageneros están conectados al alcantarillado sanitario, mediante la instalación de 404 kilómetros de nuevas redes, para un total de 946.4 kilómetros.

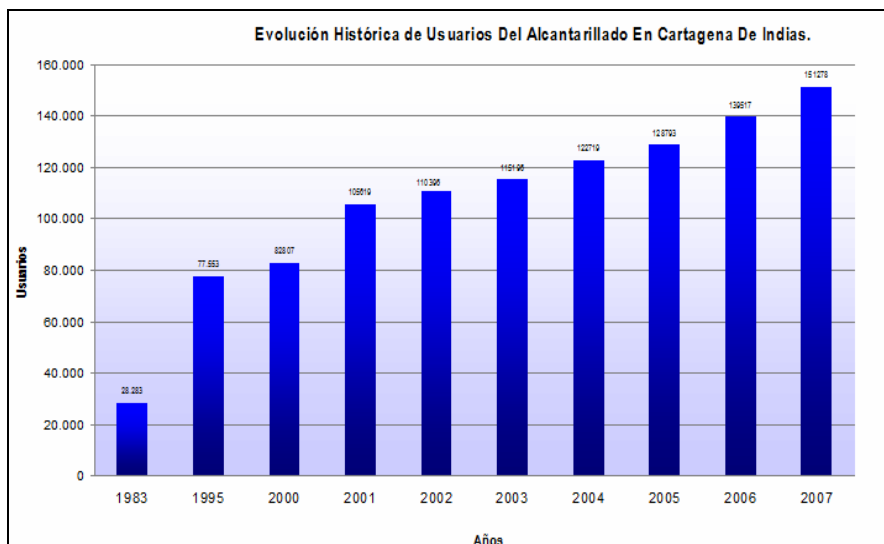
El 36% de los nuevos usuarios pertenecen al estrato 1, el 44.7% al estrato 2 y el 9.4% al estrato 3, lo que muestra que ha sido una inversión netamente social.

El número de suscriptores era de 77.553 al inicio de la gestión y a junio de 2006 alcanza los 135.958.

En el área de Alcantarillado se destaca la extensión y refuerzo de redes de los barrios El Pozón, Villa Estrella, zona sur oriental, La Boquilla, Crespo, Bocagrande, Faldas de La Popa, San José de Los Campanos, Zapatero, Cartagenita, Vista Hermosa, 20 de Julio, Calamares, Albornoz, Antonio José de Sucre, San Pedro Mártir, Sectores unidos de la Zona Sur occidental.⁴³ Según se muestra en el grafico 7.

⁴³ Aguas de Cartagena (ACUACAR), Información de Gestión Ambiental 2007 [artículo de internet]. <http://www.cartagenacomovamos.org/downloads/epc2007/servicios.pdf> [consulta: 01 agosto de 2008]

Grafico 7. Evolución del número de usuarios de alcantarillado desde el año 1983 hasta el 2007



Fuente. Informe Anual 2007 - Aguas de Cartagena S.A E.S.P.

- **Colectores**

En la actualidad la ciudad cuenta con 154 canales, que dan un total de 62 kilómetros, de toda la red, de estos 77 canales le corresponden su mantenimiento a la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, CARDIQUE, por otra parte 53 canales le competen al Establecimiento Público Ambiental EPA y los 13 restantes Aguas de Cartagena S.A E.S.P

Dichos canales realizan sus vertimientos a los cuerpos internos de agua de la ciudad, ciénaga de la virgen y bahía de Cartagena, presentando graves problemas de sedimentación e inadecuada disposición de residuos sólidos, trayendo consigo numerosos vectores y olores ofensivos. Se encuentran localizados de la siguiente manera:

Tabla 15. Localización de vertimientos en área de influencia.

LOCALIZACIÓN DEL VERTIMIENTO			
HACIA LA CIÉNEGA DE LA VIRGEN		HACIA CIÉNEGA LAS QUINTAS	
COLECTORES	CANALES PLUVIALES	Canales Pluviales	
Del Oro	Pedro Romero *	Siete Lenguas	Transversal 26
Pedro Romero	Amador y Cortes Gaitan	Canal Lourdes	Canal Colonial

Zaragocilla –El Cairo	Saim Bechara	Icollantas	Flor del campo
Blaz de Lezo - Olaya	Tabú		
Chapacua	Ricaute	HACIA CAÑO BAZURTO	
Fredonia	Chapundun	Canales Pluviales	
	Pozón	Pizon	Noel
	Gaitan	San Antonio	Garrido
	Maravilla	Maria Conque	Reloj Floral
	Chepa		
	Bomba del tigre	HACIA CHAMBACÚ	
	La Villa	Canales Pluviales	
	Acapulco	Getsemani	
	Calicanto Viejo		
	Calicanto	HACIA EL CABRERO	
	Magdalena	Canales Pluviales	
	Bolívar	Badillo	San Agustín
	Maria Auxiliadora	La India	El Cabrero
	Callejón Milciades	Canal de la Salle	
	Barcelona		
	San Martín	HACIA JUAN ANGOLA	
		Canales Pluviales	
HACIA LA BAHÍA DE CARTAGENA		Clínica Vargas	Laurina
COLECTORES	CANALES PLUVIALES		
San Felipe	Bellavista*		
Chile	Zapatero*		
Chile – Los cerros	Ceballos *		
Bosque Sur Ceballo	Nuevo Bosque - ISS – INEM		
Los Caracoles	Alma Viva		
Carmelo – Campestre-Ceballo	La Licorera		
Nuevo Bosque	IDEMA		
Calamares	Escuela Naval		
	San Roque		
	Planta de Filtros		
	Canal Pastelillo		
	Hospital Naval		
	Castillo grande (Sobre Andenes)		
	Recinto Amurallado		

Fuente. Aguas de Cartagena * Canales que aguas de Cartagena no Utiliza.

En la tabla 16, 17 y 18 podemos observar los canales pluviales que se encuentran en la ciudad de Cartagena y las instituciones que están encargadas del mantenimiento ambiental de dichos canales debido a que se han convertido en receptores de residuos sólidos.

Tabla 16. Jurisdicción de canales pluviales de CARDIQUE.

CARDIQUE					
CANAL	UBICACIÓN	CANAL	UBICACIÓN	CANAL	UBICACIÓN
Policarpa I	Policarpa	La cordialidad	San José de los campanos	Kennedy	Blas de Lezo
Policarpa II	Policarpa	Trupillo – millo – Hace C Bello	Nelson Mandela	Santa Rita	Santa Rita
UE	Policarpa	Caño el veinte	Nelson Mandela	Almaviva	El Bosque
Puerta de hierro	Puerta de hierro	Corvivienda	ceballos	Contecar	Santa clara
Arroz barato	Arroz barato	El pirata	San Isidro	San Fernando – alameda	San fernando
Vista Hermosa	Vista Hermosa	Pinzon	Pie de la popa	Cárcel de ternera	Tenera
Henequén	Henequén	La conzolata	La conzolata	El campestre	El campestre
Barraza – albornos – libertador	Villa barraza – libertador	Nuevo oriente	Barrio Nuevo Oriente	Maria con que	Lo amador
San pedro martir	Sector el reposo	El socorro II	El socorro	La lengua	Los calamares
bellavista	bellavista	Santillana de los patios	Conjunto residencial Santillana de los patios	Los luceros	Mercado de Bazurto
La princesa	La princesa	20 de julio fase I	20 de julio	Chambacu I	Chambacu
Cacao	San José de los campanos	Antonio Jose de Sucre	Antonio Jose de Sucre	Chambacu II	Chambacu
Boxc via marginal torice	torice	Institución educativa de ternera	ternera	Chambacu III	Chambacu
Boxc avenida el lago	Martinez martelo	Manzanillo No 2	Bosque	Coca Cola I	Bosque
Uniroyal	Bazurto	El Carmelo	El Carmelo	Coca Cola II	Bosque
Martinez	Martinez	El cabrero	El cabrero	Quindio	Quindio

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

martelo	martelo				
Cerete	Albornoz	La salle	Paseo de bolívar – torices	Canaleta Purina	Bosque
Sena	Cuatro vientos	Galan	San jose galan	La unión	Torices
Garrido	Pie del cerro	La gloria	La gloria	Los ciruelos	Tenera
Mec	San Isidro	Las brisas	Las brisas	Los almendros	Los almendros
Laurina Emiliani	Torices	Bouxcouvert Av el Lago	Pie de la popa	Recreo cementerio	Ciudad sevilla
Barrio chino	torices	Café salud Avenida el lago	Avenida el Lago	Idema	Bosque
Canaletas del Mercado bazurto	Bazurto	Noel	Pie de la popa	Villa de la victoria	Villa de la victoria
Santa Maria	Santa MariA	Vista Hermosa	Vista Hermosa	Colonial	Las quintas Bazurto
Pedro Heredia los angeles	Los angeles	Siete Lenguas	Av Crisanto lucas	Restaurante Asia	Av Crisanto lucas
Canal Flor del Campo	Flor del Campo				

Fuente. El universal – Artículo: Jurisdicción de los canales de agua fluviales [artículo de internet]. <http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080401/.html> [consulta: 01Abril de 2008]

Tabla 17. Jurisdicción de canales pluviales de EPA

EPA			
CANAL	UBICACIÓN	CANAL	UBICACIÓN
Gaviotas II	Las Gaviotas	Calicanto nuevo	Villa estrellas
Matute	San Jose de los campanos	San pablo	El libano
Simon bolivar	Simon bolivar	Maravillas	Olaya herrera
Hormiga	El pozon	Magdalena	Olaya sector la magdalena
Pedro Salazar	San francisco	Bomba el tigre	Olaya sector sector la magdalena
Santa Monica – socorro I	Santa Monica	Bolivar	Olaya herrera
Imbornales – sector amurallado	Centro amurallado	La villa	Olaya herrera
Imbordales – sector turístico	Bocagrande laguito castillo	Libano – Acapulco	libano
Caracoles – almirante	caracoles	Gaitan	Olaya herrera

colon			
San francisco	San francisco	Cuentas	Zona sur oriental
Badel	Santa Lucia	Calicanto	eL pozon
Los corales I	Los corales	Tabu	Olaya herrera
Los corales II	Los corales	Nuevo paraíso	Olaya herrera
Los corales III	Los corales	Nueva tesca	Nueva tesca
Juan XXII	Olaya sector obrero	Canal Urdaneta	Olaya Herrera
Plaza de toros	Escallon villa	República argentina	Urbanización Anita
Chapundun	Villa rosita – fredonia	Las florez	San francisco
Plazuela	La plazuela	Almirante colon	Almirante colon

Fuente. El universal – Artículo: Jurisdicción de los canales de agua fluviales [artículo de internet]. <http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080401/>.html [consulta: 01Abril de 2008]

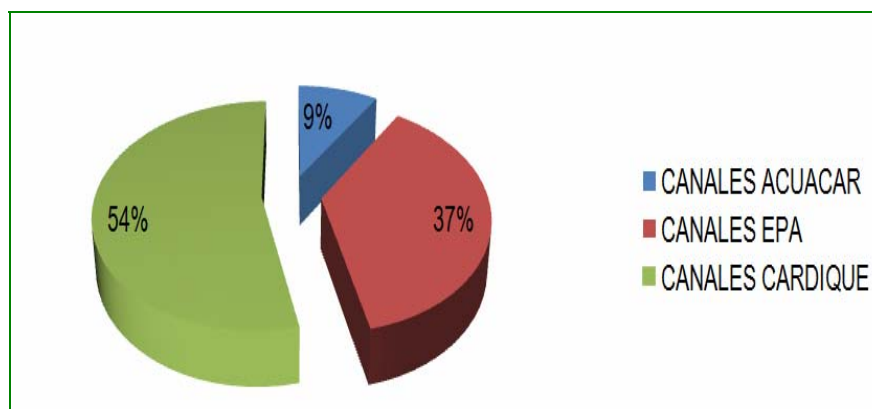
Tabla 18. Jurisdicción de canales pluviales de ACUACAR

ACUACAR	
Canal	Ubicación
Las Gaviotas	Las Gaviotas
Armenia	Puerto de Bolívar A Armenia
Villa Rosita	Urba. Villa Rosita
Amador – Ciénaga – Cruz Roja	Boston
San Martin	Libano
María auxiliadora	Maria auxiliadora
Barcelona	Barrio Boston
Foco rojo	Olaya herrera
Paraguay I	Paraguay
Paraguay II	Paraguay
Paraguay III	Paraguay
Paraguay IV	Paraguay
Nuevo Paraguay	Paraguay

Fuente. El universal – Artículo: Jurisdicción de los canales de agua fluviales [artículo de internet]. <http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080401/>.html [consulta: 01Abril de 2008]

Por lo tanto en el gráfico 8 se logra apreciar que CARDIQUE es el responsable de más de 54% de los canales pluviales que tiene la ciudad de Cartagena de Indias, seguido EPA con un 37% y por ultimo ACUACAR 9%.

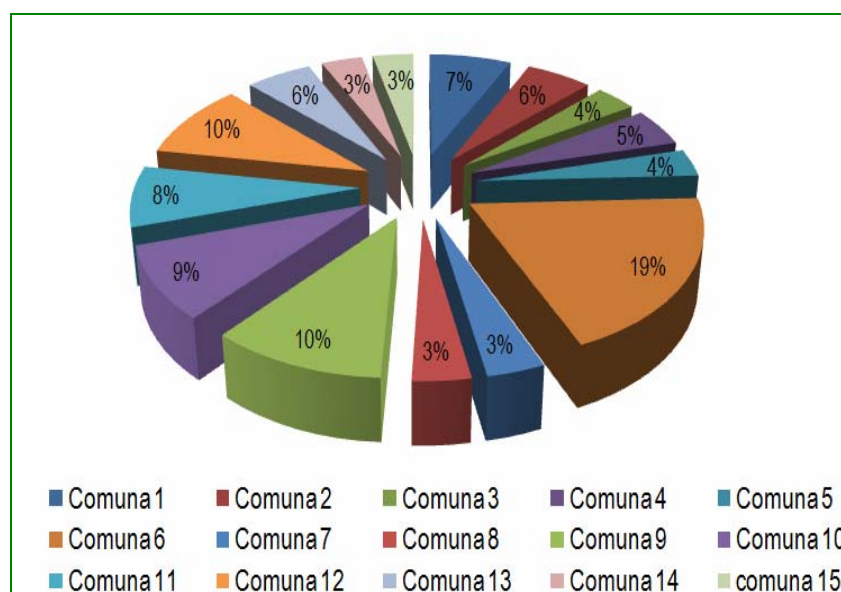
Grafico 8. Jurisdicción de los canales de agua pluviales



Fuente. Las autoras

En el gráfico 9 se observa que el 44% de los canales pluviales que se encuentran en Cartagena de Indias vierten directamente a los cuerpos de agua internos y estos son los que se encuentran en las unidades comuneras 1, 2, 3, 4, 9 y 10 del área de influencia.

Gráfico 9. Cantidad de canales pluviales por Unidad Comunera de Gobierno (UCG)



Fuente. Las autoras

4.5.5 Aseo urbano

En 1983 las empresas públicas municipales de Cartagena por medio de la dirección operativa y su dependencia de superintendencia de servicios varios prestaban el servicio de aseo urbano de la

ciudad, ellos recogían desechos domésticos, comerciales e industriales de 44.000 suscriptores aproximadamente.⁴⁴

En el año 2006 la alcaldía a partir del nuevo contrato de concesión, se dividió la ciudad en Áreas de Servicio Exclusivo (ASE), correspondiendo a cada empresa un área específica de recolección de residuos sólidos esta prestada por dos empresas privadas concesionarias como son: URBASER S.A y PACARIBE S.A.⁴⁵

- **PACARIBE:** Unidades Comuneras de Gobierno 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 13, y los corregimientos de Arroyo de Piedra, Boquilla, Punta Canoa, Arroyo Grande, Pontezuela y Bayunca.
- **URBASER:** Unidades Comuneras de Gobierno 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15, y Pasacaballos, Barú, Santa Ana, Boca chica, Caño del Oro, Tierra bomba e Isla Fuerte.

En la tabla 19 se muestran el número de usuarios pertenecientes a los diferentes consorcios de aseo de la ciudad de Cartagena y se denota que PACARIBE S.A presta sus servicio a aproximadamente 38.768 suscriptores, que es mayor a la carga laboral que presta la empresa URBASER S.A con 28.480 usuarios.

Tabla 19. Suscriptores por consorcio de aseo y estrato

Entidad	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total
PACARIBE S.A ⁴⁶	38768	20225	9021	6533	5803	6054	86404
URBASER S.A ⁴⁷	10318	28480	24142	3919	432	-----	67291
Total de Usuarios							153695

Fuente. Sistema Único de información de servicios públicos SUI – enero 2008. Modificación de los autores.

4.5.6 GAS NATURAL

Este servicio público es prestado por la empresa Surtigas S.A. E.S.P. se inicio en agosto de 1968 sus operaciones con la comercialización de gas propano a clientes residenciales, comerciales e industriales, en ese entonces el gas se distribuía en cilindros y en carotankes en la ciudades de

⁴⁴ Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE) e HIDROTEC Ltda., "Proyecto de caños, lagunas de Cartagena de indias". [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1983.

⁴⁵ Urbaser Colombia S.A. ESP. , datos corporativo [artículo de Internet] <http://www.urbasercartagena.com/AreadeServicio.htm> [consulta: 01 agosto de 2008]

⁴⁶ Sistema Unico de información de servicios Públicos SUI., [artículo de Internet] http://www.reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_003 [consulta: 29 de Julio 2008]

⁴⁷ Sistema Unico de información de servicios Públicos SUI., [artículo de Internet] http://www.reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_003 [consulta: 29 de Julio 2008]

Cartagena. Durante 10 años, Surtigas se dedicó a esta actividad y en 1979 la empresa puso en funcionamiento la distribución y comercialización del gas natural, por ser este un combustible más económico, seguro y ecológico.

Los barrios beneficiados con esta iniciativa, en la ciudad de Cartagena, fueron Alto Bosque, Pie de la Popa, Bocagrande, Castillo Grande y Laguito, con tan excelentes resultados, que el servicio se hizo extensivo a gran parte de la ciudad, logrando en esa fecha una cobertura del 87% de la población con niveles de atención a los sectores Comercial, Industrial y otros usos del gas como el relacionado con aire acondicionado. ⁴⁸En 1984 se construyó el Gasoducto de la ciudad de Sincelejo que permite hoy en día un cubrimiento del 98%⁴⁹

4.5.7 Servicio de energía eléctrica

La cobertura del servicio de energía en 2006 reportada por Electrocosta fue de 100.0%; sin embargo, la empresa no presta el servicio en los corregimientos de Islas del Rosario, Isla Fuerte, San Bernardo, Arroyo de Piedra y Arroyo Grande que representan aproximadamente el 1% de la población total de Cartagena y el 17% de la población rural, según datos poblacionales de Planeación Distrital. La empresa además reporta que en ciertas zonas de la ciudad se está prestando el servicio a aproximadamente 19.700 clientes subnormales que se facturan como una sola frontera comercial en barrios como La María, San Francisco, La Boquilla, Bayunca, El Pozón, Olaya Herrera, Nelson Mandela, San José de los Campanos y Villa Hermosa. Este tipo de clientes representan aproximadamente el 11% del total de clientes de la empresa.

Tabla 20: Total Suscriptores Residenciales de Energía Eléctrica

Entidad	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total
Electrocosta S.A. E.S.P. ⁵⁰	89.779	49.607	31.458	10.480	6.566	6.880	194.770

Fuente. Sistema Único de información de servicios Públicos SUI – Enero 2008

4.5.8 Telecomunicaciones

La ciudad cuenta con compañías prestadoras de servicio telefónico y de internet como es Telefónica Telecom, UNE y Telmex y las empresas privadas de telefonía celular como son Comcel, Movistar y Tigo.

⁴⁸ Surtigas [artículo de Internet] <http://www.surtigas.com.co/portal/page/portal/WebsiteSurtigas/Sutigas001/surtigas037> [consulta: 29 de Julio 2008]

⁴⁹ [artículo de Internet] <http://www.expocol.com/vbecontent/NewsDetail.asp?ID=7082&IDCompany=16> [consulta: 29 de Julio 2008]

⁵⁰ Sistema Único de información de servicios Públicos SUI., [artículo de Internet] http://www.reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_003 [consulta: 29 de Julio 2008]

4.6 SÍNTESIS

Cartagena de Indias tiene una división política administrativa en 3 localidades conformadas por 15 Unidades Comuneras de Gobierno (UCG) y por Corregimientos, las UCG a su vez están conformadas por agrupaciones de barrios y algunos de estos están conformados por sectores.

En el área de estudio de los cuerpos internos de agua, se remiten a Localidad Histórica y Caribe Norte específicamente en las unidades comuneras de gobierno numero 1,2,3,9,10 y en la Localidad la Virgen y Turística específicamente en una parte de la unidad comunera de gobierno numero 4.

A Cartagena se le considera una ciudad estratégica por su posición geográfica, permitiéndole tener diferentes actividades de tipo portuaria, comercial, industrial y turística, por lo tanto se genera una demanda de optimización de los servicios públicos.

En la zona de influencia de los cuerpos internos de agua, los barrios de carácter formal cuentan con todos los servicios básicos, y se resaltar que en los últimos años se ha aumentado las coberturas urbanas y rurales de acueducto, alcantarillado y aseo urbano. Mientras que en los barrios de origen informal, existen conexiones fraudulenta de ciertos servicios públicos, como son el acueducto y la electricidad.

El aseo urbano se extendió por contrato a toda el área urbana de Cartagena y por primera vez, a los corregimientos, mientras que el acueducto y alcantarillado están en proceso de extensión a través de varios proyectos de infraestructura.

CAPITULO 5

DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO



En este capítulo se logran apreciar los resultados obtenidos del procesamiento del muestro de agua, la aplicación del índice de calidad (ICA) y la zonificación de los cuerpos internos de agua con base al decreto 1594 de 1984.

Teniendo en cuenta que la problemática de la contaminación de los cuerpos de agua afecta de manera directa sobre la salud de la población, disminuyendo o la sostenibilidad de las actividades económicas en especial el turismo, actividad que reposa principalmente sobre la base de los recursos naturales costeros y los sistemas lagunares.

Como se ha expuesto anteriormente, se determinan cinco fuentes principales de contaminación de los cuerpos internos de agua, las cuales se describen a continuación:

- **Aguas servidas urbanas**

En la investigación realizada por CARDIQUE y AMBIENTRONIKA LTDA⁵¹ en 1998, establecen que las aguas servidas humanas en la ciudad de Cartagena de Indias, alcanza un volumen de 200.000m³ diarios (hasta 1990, se cree que en la actualidad sea mayor)⁵² y se vierte un 50% - 60% a la ciénaga de Tesca mediante un conjunto de alcantarillas enterradas y caños de drenaje a cielo abierto en la zona sur y sur occidental de la misma.

El otro 35%- 40% descarga en la Bahía de Cartagena, mayormente a través de un emisario submarino de 800 m de largo Frente a la isla manzanillo⁵³. Finalmente un porcentaje difícil de estimar entre el 5% y el 15%, se vierte en el sistema de caños, lagos y lagunas de la ciudad.⁵⁴

- **Vertimientos industriales**

En Cartagena existen unos 620 establecimientos comerciales, de los cuales se estima que el 50% de ellos son productores de efluentes líquidos en volúmenes significativos. Todos ubicados en la costa oriental de la bahía denominada "Zona Industrial de Mamonal" hacia la que se vierten el 100% de los efluentes industriales, algunos de los cuales sin previo tratamiento.⁵⁵

Fuera del área de Mamonal, se encuentran pequeñas industrias (talleres mecánicos, pinturas, muebles, gaseosa, etc.) cuyos vertimientos no se han cuantificados pero pueden ser de importancia por lo que estos van al alcantarillado sin tratamiento previo llegando finalmente a los cuerpos receptores como la Bahía y la Ciénaga de la Virgen.

- **Canal del Dique**

⁵¹ Colombia. Ministerios de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE) y AMBIENTRONIKA LTDA., "Diagnostico De La Red De Calidad De Agua Del Distrito De Cartagena Convenio SECAB-090/98, Contrato 003/99 Reporte Final". Cartagena de indias, 1998

⁵² Ibid., p.15

⁵³ Ibid., p.15

⁵⁴ Ibid., p.15

⁵⁵ Ibid., p.15

El Canal del Dique ha cambiado profundamente todo el sistema acuático de la Bahía de Cartagena transformándola de una bahía de arrecifes coralinos con aguas de mar claras, a estuario con grandes aporte de agua dulce y materiales en suspensión, que alteran estacionalmente la salinidad, la oxigenación y numerosos parámetros fisicoquímicos y biológicos de la bahía.

Los aportes promedio del Canal del Dique a la bahía ha sido cuantificados como un caudal promedio de 7 millones m³/día, una DBO de 5.9 ton/día y sólidos en suspensión de 1800 ton/día.⁵⁶ Entre otros aspectos se encuentra el aumento de la turbiedad y la caída de la salinidad que han producido la muerte de los arrecifes coralinos⁵⁷, la reducción en la productividad primaria de la bahía y una sensible disminución de zonas que podrían ser usadas para recreación y baño.

- **Derrames de buques y operaciones de muelles**

Cartagena es uno de los puertos más importantes de Colombia, en la actualidad existen 56 muelles entre privados y oficiales, mucho de ellos petroleros y otros facilitan la carga y descarga de combustible y productos químicos. También se encuentran muelles pesqueros, astilleros, químicos, turísticos, cabotaje, carga general y actividades varias.

- **Lixiviados agrícolas**

El hecho de que exista una zona agrícola en los alrededores de Cartagena de Indias, se usa indiscriminadamente en algunos casos el uso de plaguicidas altamente persistentes como son los órganos clorados, constituyen una fuente mas de contaminación.

Estos llegan por los drenajes existentes a través de arroyos o por lavados del suelo, especialmente en la época de invierno hacia la Ciénaga de Tesca y a través del Canal del Dique hacia la Bahía de Cartagena.

5.1 CALIDAD DEL SISTEMA LAGUNAR DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

El uso del agua para propósitos particulares está determinado por la calidad del agua. Si las actividades humanas alteran sus características naturales, se dice que no es apta para el fin que está destinada, implicando su contaminación que puede definirse de muchas formas; sin embargo, la mayoría de las definiciones contemplan las máximas concentraciones de sustancias concretas durante períodos de tiempo suficiente para provocar efectos identificables. La calidad del agua puede definirse con base en su caracterización física, química y biológica.

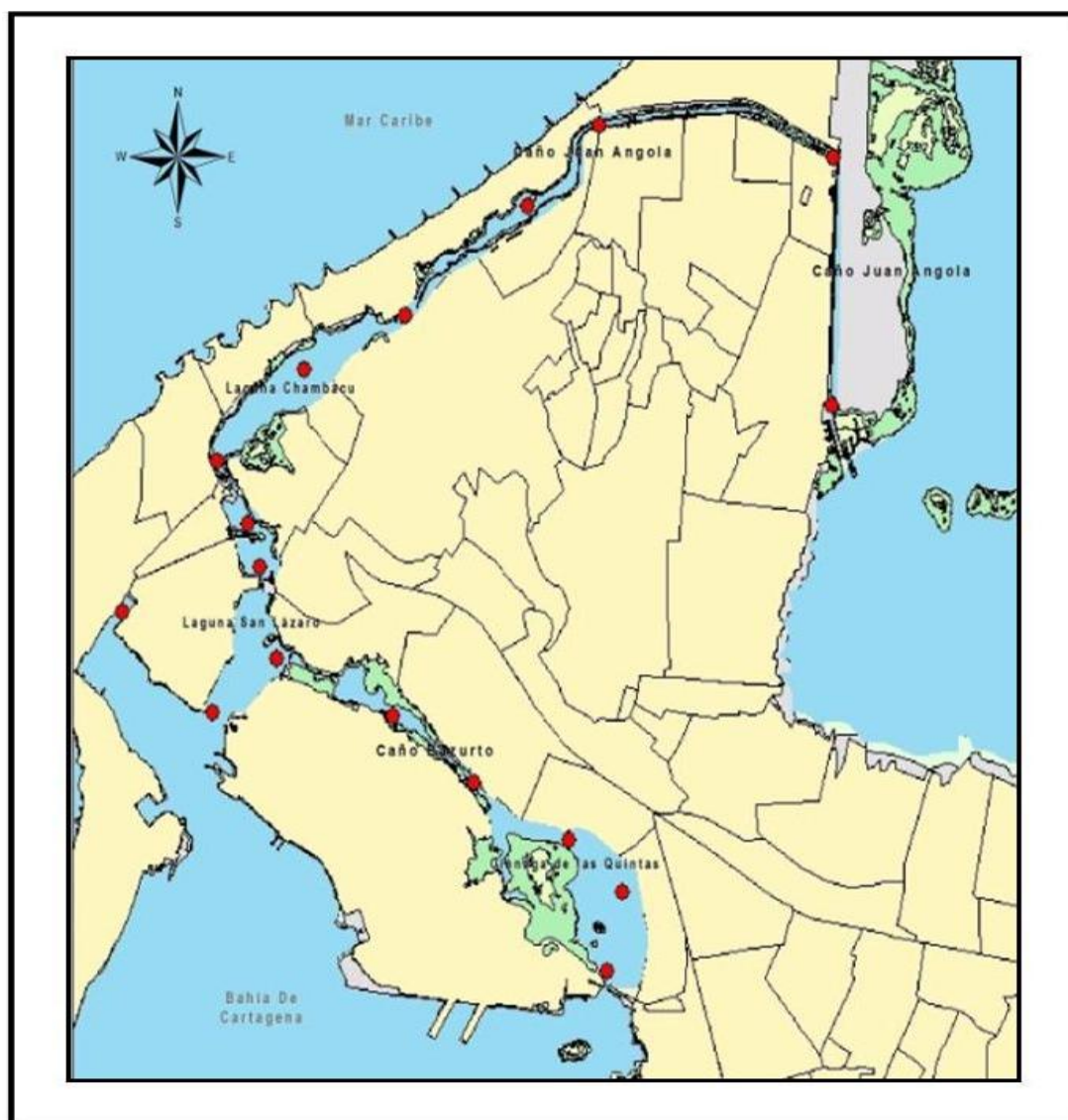
Para la elaboración de este trabajo en el año de 2007, se monitorearon 17 puntos en 6 cuerpos de agua de la ciudad de Cartagena según se muestra en la figura 17. El monitoreo se ejecuto en 3

⁵⁶ Ibid., p.15

⁵⁷ Ibid., p.15

campañas que comprendieron las dos estaciones que posee el lugar (verano e invierno), estas temporadas se caracterizan por tener predominio de brisas fuertes del noreste (NE) y nor-noreste (NNE), sin embargo se mantuvo un aporte directo de agua salada de la ciénaga de la Virgen, de forma general los niveles de agua de los diferentes caños y lagunas eran bajos en época de verano y relativamente altos en la época de invierno.

Figura 17. Localización los 17 puntos seleccionados para el monitoreo



Fuente. Autoras con base a cartografía del IGAC.

5.2 APLICACIÓN DE ICA

Para determinar el valor del índice de calidad ambiental (ICA), es necesario sustituir los datos en la ecuación:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Obteniendo los Sub_i de distintas graficas como según se muestra en el **Anexos B**, dicho valor se multiplica por sus respectivos w_i según se muestra en la tabla 7 de los pesos relativos para cada parámetro del ICA y se multiplican los 9 resultados obtenidos y de esta manera se logra la clasificación por colores.

La información proveniente de los análisis fisicoquímico y biológicos realizado en el laboratorio de CARDIQUE, se procesaron en *Microsoft office Excel* y se obtuvieron 44 tablas, de las cuales el Caño Juan Angola, Laguna del Cabrero, Laguna San Lázaro y Caño Bazurto obtuvieron 4 tablas para época seca y la misma cantidad para época de invierno, en cuento a Laguna Chambacú y Ciénaga de Las Quintas se obtuvo 3 tablas para época de invierno y la misma cantidad para verano. Según se muestra en la tabla 21.

Tabla 20. Tablas de procesamiento de ICA

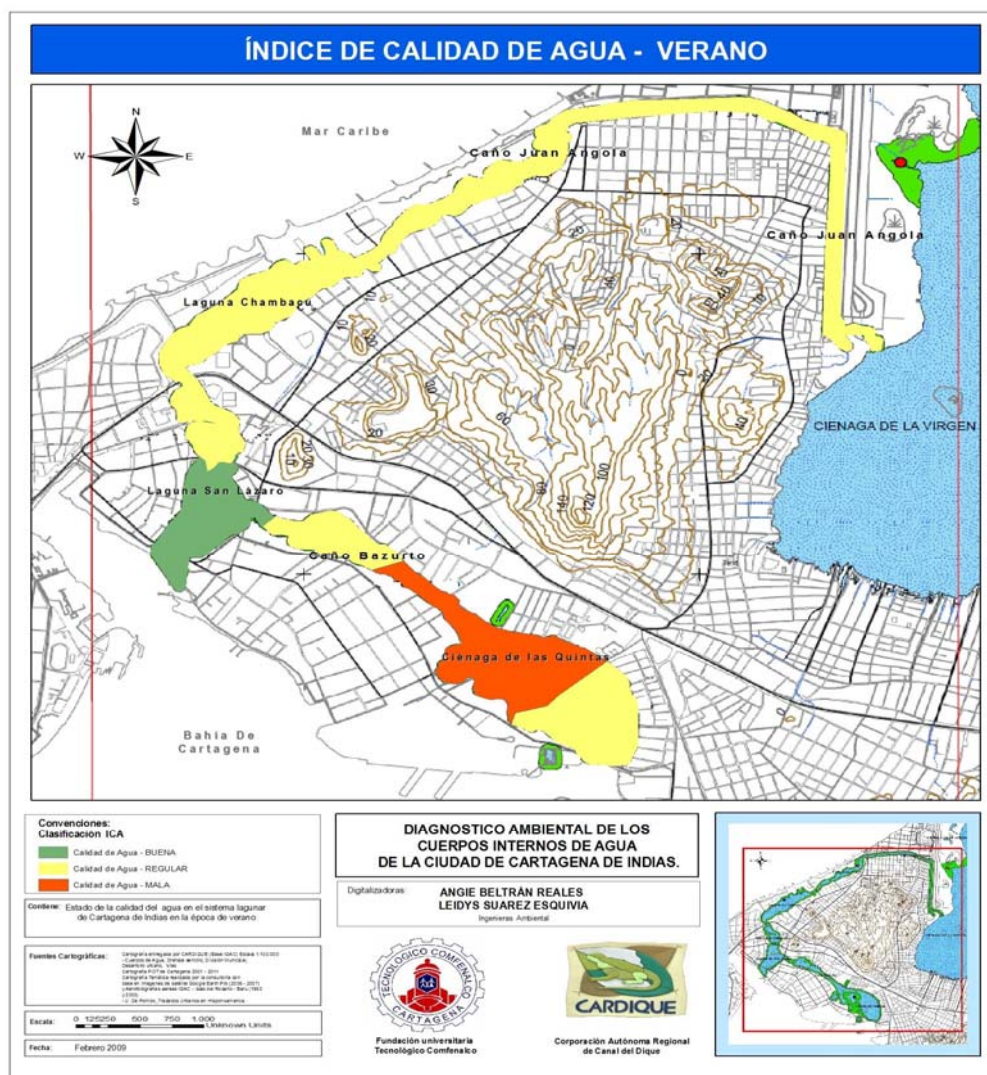
Hoja de calculo Indice de Calidad						
Campaña 1						
Caño Juan Angola						
punto 1						
Parametro	Valor	Valor	unidades	Sub(i)	W(i)	Total
Coliforme Fecales		11000	NMP/100 ml	0,9	0,15	0,135
pH		7,77	unidades de pH	91	0,1	9,1
DBO5		6,02	mg/L	51	0,1	5,1
NKT		0	mg/L	100	0,1	10
Fosfatos		0,11	mg/L	93,1	0,1	9,31
Cambio de la Temperatura	30,1	0,87375	°C	90,79	0,1	9,079
Turbidez		25	FAU	57,2	0,08	4,576
Solidos Totales		40254	mg/L	3	0,08	0,24
Oxigeno	5,4	70,40	% Saturacion	83,2	0,17	14,144
Valor del ICA				Regular	Σ	61,684

Fuente. Las autoras 2008.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

Con el objeto de sistematizar el cálculo del ICA, se procedió a realizar dos índices de calidad, uno para época seca y otro para época de lluvia, como ejemplo de aplicación, se presenta a continuación las figuras 18 y 19 donde se logra visualizar de forma didáctica el comportamiento ambiental de las lagunas y ciénagas de la ciudad de Cartagena de Indias para el año 2007.

Figura 18. Resultados del -ICA- para temporada de verano de las lagunas y ciénaga de la ciudad de Cartagena de Indias



Fuente. Las Autoras, 2009

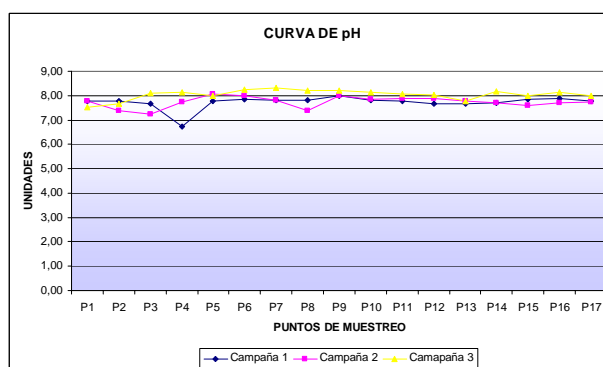


5.3 CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Según la legislación Colombiana en Decreto 1594 de 1984, para que un agua sea admisible en la destinación del recurso con fines recreativo mediante contacto primario y secundario en los valores de pH deberán estar comprendidos entre 5.0 a 9.0 unidades, y para la destinación de recurso confines de conservación de flora y fauna en aguas estuarinas oscilar entre 6.5- y 8.5 unidades.

En la medición de las aguas recolectadas los valores de **pH**, se encuentran dentro de lo admisible por la norma. En el primer muestreo los valores variaron entre 6.72 y 7.98 unidades, el menor valor se encontró en el punto 4 (Caño Juan Angola-Sector Marbella) y el mayor en el punto 9 (laguna San Lázaro – Puente Heredia), en la segundo muestreo los valores variaron entre 7.24 y 8.08 unidades, el menor en el punto 3 (Caño Juan Angola Sector puente Romero Aguirre) y el mayor en el punto 5 (Laguna del Cabrero Sector Puente Benjamín Herrera), en ultimo muestreo los valores variaron entre 7.53 y 8.30 unidades, el menor valor se encontró en el punto 1 (Caño Juan Angola – Pista Aterrizaje Aeropuerto Rafael Nuñez) y el mayor en el punto 7 (Laguna Cabrero- Sector Chambacú). Según se muestra en el grafico 10.

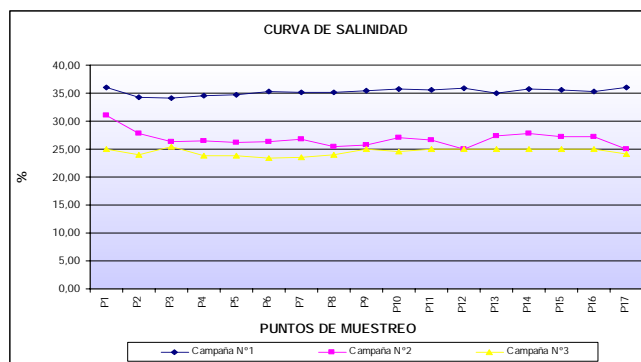
Grafico 10. Curva de pH



Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

La **salinidad** en los muestreos 1 se encuentra en niveles de 35.3% a 36 % en los cuerpos cercanos a la Bahía Interna de Cartagena los cuales son Laguna San Lázaro y Ciénaga de Las Quintas estos valores constituyen un índice de renovación de las aguas, en otros cuerpos de agua internos tienen un promedio de 34.1%, con respecto a los muestreos 2 y 3 que se realizaron en épocas de lluvia la salinidad bajo a un promedio de un 25% debido a la dilución por las precipitaciones. Según se muestra en el grafico 11.

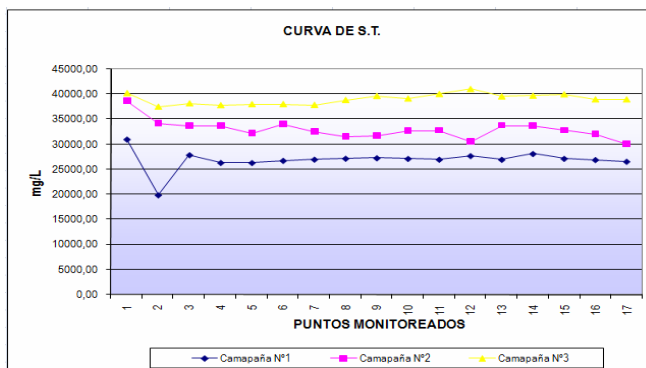
Grafico 11. Curva de Salinidad



Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

Los **sólidos totales** incluyen partículas de suelo insolubles, sedimentos material solido, orgánico e inorgánico que está suspendido en el agua y que en términos de masa total es la mayor fuente de contaminación acuática, en los cuerpos de agua internos de la ciudad en el 3 muestreo realizado en época de lluvia los valores oscilaron entre 37'548 y 41'062 mg/L, siendo estos los más altos debido a la presencia de basureros satélites y las descargas de aguas residuales, lo cual traería como consecuencia la poca penetración de la luz en aguas. Por otra parte en el 1 y 2 muestreo los sólidos totales tuvieron un promedio de 30'000 mg/L. Según se muestra en la grafica 12.

Grafico 12. Curva de Sólidos Totales

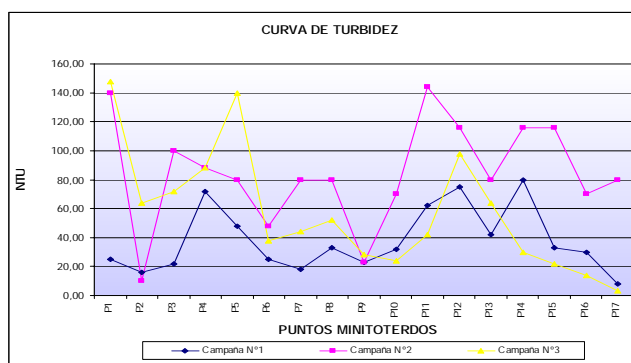


Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

La **turbidez** se debe a sustancias insolubles en suspensión, coloides y microorganismos. Un agua turbia dificulta el paso de la luz impidiendo la fotosíntesis y disminuyendo el aporte de oxígeno.

En los cuerpos de agua internos de la ciudad en los muestreos 2 y 3 realizado en época de lluvia el valor promedio fue de 70.94 NTU, siendo estos los más altos debido al lavado del suelo, por otra parte en el 1 muestreo la turbidez tuvo un promedio de 37.38 NTU. Según se muestra en la grafica 13.

Grafico 13. Curva de Turbidez

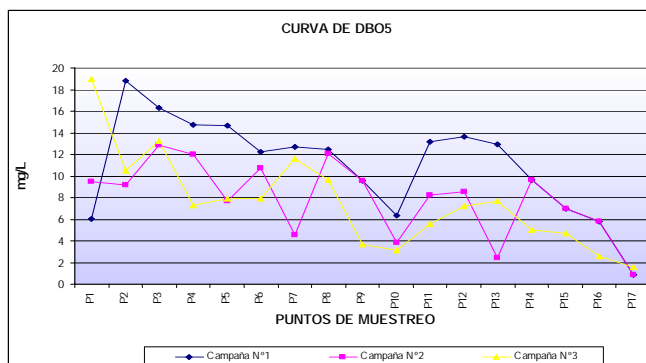


Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

La **DBO** es una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica, establece la cantidad de Oxígeno requerido para lograr la descomposición microbiológica de la materia orgánica. Los niveles de DBO encontrados señalan como puntos críticos el Caño Juan Angola con valores que oscilan de 18.84ppm a 6.02ppm porque ser el receptor de las descargas de emergencias de agua residuales de la estación del Oro perteneciente a la empresa Aguas de Cartagena S.A ESP., lo que sugiere que se encuentra contaminada, ya que el valor máximo aceptable para la conservación de especies según la bibliografía consultada debe ser 5 ppm.⁵⁸ La DBO tiende a disminuir a medida que se acerca a la Bahía Interna de Cartagena como se observa en los puntos 15,16 y 17. Como se muestra en la grafica 14.

⁵⁸ KIELY, Gerard. Ingeniería Ambiental "Fundamento, entorno, tecnología y sistemas de gestión". Tomo I, Pág. 105.

Grafico 14. Curva de DBO5



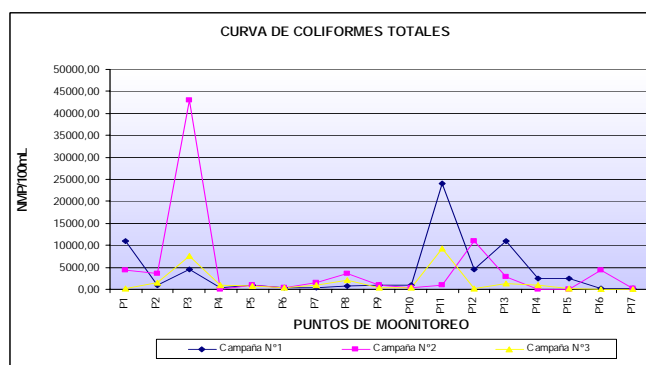
Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

Los **coliformes totales y fecales**, no son generalmente patógenas de por sí, estos son indicadores de presencia de microbios potencialmente patógenos, y por lo tanto son un índice de deficiencias sanitarias en la fuente de agua.

Según la legislación Colombiana en Decreto 1594 de 1984, para que un agua sea admisible en la destinación del recurso con fines recreativo mediante contacto primario los valores deberán estar comprendidos entre 200 NPM/100ml y 1000 NPM/100ml para Coliformes Totales y Fecales respectivamente.

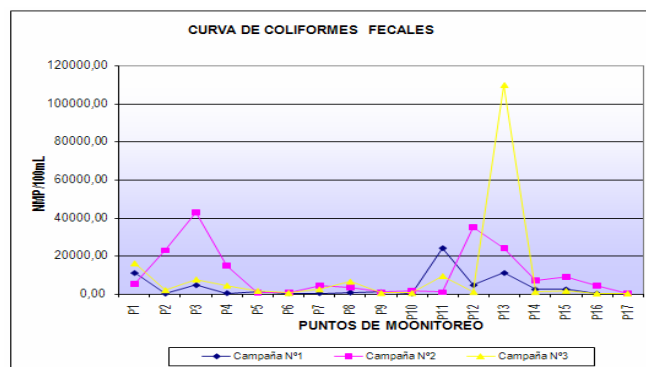
En la medición de las aguas recolectadas los valores de Coliformes Totales y fecales, no se encuentran dentro de lo admisible por la norma. Debido a que en los 3 muestreos los Coliformes Totales tienen un promedio 3492.82 NPM/100ml y los Coliformes Fecales tiene 7997.96 NPM/100ml. Según se muestra en los gráficos 15 y 16.

Grafico 15. Curva de Coliformes Totales



Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

Grafico 16. Curva de Coliforme Fecales



Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

Los coliformes totales los valores máximos se encuentran en el Caño Bazurto y los valores mínimos se encontraron en los cuerpos cercanos a la Bahía Interna de Cartagena, ya que la salinidad que tiene este cuerpo de agua ayuda como un depurador de los microorganismos patógenos, en cuanto a los Coliformes Fecales el Caño de Bazurto es el más afectado.

Las muestras que presentaron una elevada población de coliformes, sugieren una posible contaminación fecal. Los suelos o aguas que reciben ingresos de efluentes cloacales o material fecal muestran una relación directa entre coliformes totales y coliformes fecales. Las causas de esta contaminación pueden ser atribuidas a las distintas actividades que se dan en el lugar, específicamente los vertimientos directos de agua residual.

El **oxígeno disuelto** (OD) es la cantidad de oxígeno que esta disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuanto contaminada esta el agua y si esta agua soporta la vida vegetal o animal, generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indican aguas de mejor calidad, gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua.

Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas. Es importante saber que la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de la temperatura, en aguas más frías pueden guardar mas oxígeno que en aquellas con el agua más caliente.

Los niveles de oxígeno típicamente pueden variar de 0 - 18 ppm, aunque la mayoría de cuerpos superficiales requieren un mínimo de 5 a 6 para soportar una diversidad de vida acuática, en muchos casos los niveles de OD se expresan en porcentaje de saturación. ⁵⁹

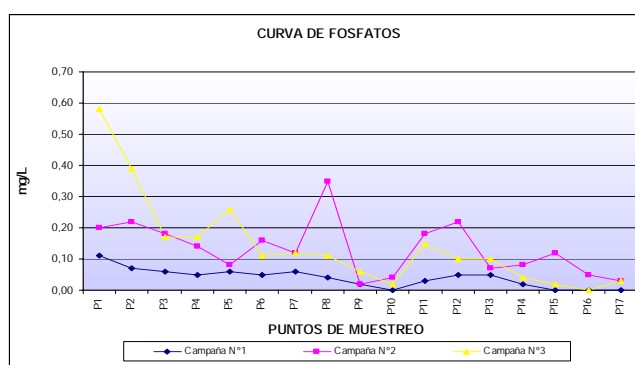
⁵⁹ <http://www.K12science.org/curriculo/dipproj2/es/fieldbook/ph.shtml> Hora: 9:35 Am - 15-05-07

Los niveles de OD "in situ" son aceptables en el caño de Juan Angola, mientras que en caño Bazurto y Ciénaga de Las Quintas presenta una disminución considerable estos valor llagan hasta 0.2 mg/L Lo que trae consigo que algunas concentraciones de peces y macroinvertebrados empezaran a bajar sus poblaciones y presencia de olores ofensivos.

El **fósforo** generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Estos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes, pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas residuales.

Según la legislación colombiana la legislación Colombiana en Decreto 1594 de 1984 los fosfatos no se tienen en cuenta como criterio de calidad para ningún uso, sin embargo el promedio obtenido en los 3 muestreos fue de 0.11mg/L que según la bibliografía encontrada los cuerpos de agua internos no se encuentran eutrofizados. Como se muestra en la grafica 17.

Grafico 17. Curva de fosfatos



Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

A continuación mostraremos los resultados de los parámetros monitoreados en los tres muestreos realizados.

Tabla 21. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de los caños, lagunas y ciénagas de la ciudad de Cartagena de Indias

I CAMPAÑA											
PARÁMETROS	UNIDADES	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	7,77	7,79	7,68	6,72	7,79	7,86	7,83	7,82	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	30,10	29,70	29,80	30,60	30,40	31,20	29,70	30,50	**	**
Conductividad	mS/cm	53,90	51,60	51,70	52,20	52,60	54,40	52,60	53,50	**	**
Salinidad	%	36,10	34,20	34,10	34,60	34,70	35,30	35,20	35,10	**	**
DBO5	mg/L	6,02	18,84	16,32	14,74	14,68	12,22	12,70	12,44	**	**
Fosfatos	mg/L	0,11	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	**	**
Alcalinidad	mg/L	60,80	61,60	58,60	57,80	59,70	64,30	62,40	60,80	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	30948,00	19894,00	27840,00	26318,00	26294,00	26720,00	26968,00	27150,00	**	**
Turbidez	NTU	25,00	16,00	22,00	72,00	48,00	25,00	18,00	33,00	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,05	0,07	0,06	0,24	0,06	0,03	0,05	0,04	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	11000,00	930,00	4600,00	430,00	930,00	430,00	430,00	750,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	11000,00	230,00	4600,00	430,00	930,00	430,00	430,00	750,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

I CAMPAÑA												
PARÁMETRO	UNIDAD	Punto 9	Punto 10	Punto 11	Punto 12	Punto 13	Punto 14	Punto 15	Punto 16	Punto 17	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	7,98	7,81	7,77	7,67	7,67	7,72	7,86	7,88	7,77	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	30,60	29,70	30,30	30,10	30,00	29,80	30,20	29,80	30,00	**	**
Conductividad	mS/cm	53,40	52,60	53,30	53,00	51,40	51,50	52,80	52,70	52,60	**	**
Salinidad	%	35,40	35,70	35,60	35,90	35,00	35,80	35,60	35,30	36,00	**	**
DBO5	mg/L	9,56	6,32	13,18	13,68	12,98	9,62	7,00	5,78	0,88	**	**
Fosfatos	mg/L	0,02	<LD	0,03	0,05	0,05	0,02	<LD	<LD	<LD	**	**
Alcalinidad	mg/L	62,30	61,70	54,90	63,20	61,20	55,89	60,50	61,20	48,70	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	27244,00	27114,00	26948,00	27672,00	26936,00	28086,00	27136,00	26886,00	26544,00	**	**
Turbidez	NTU	23,00	32,00	62,00	75,00	42,00	80,00	33,00	30,00	8,00	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,05	0,11	0,15	0,19	0,12	1,92	0,04	0,08	0,12	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	930,00	930,00	24000,00	4600,00	11000,00	2400,00	2400,00	240,00	240,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	930,00	230,00	24000,00	4600,00	11000,00	2400,00	2400,00	240,00	240,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

II CAMPAÑA											
PARÁMETROS	UNIDADES	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	7,76	7,38	7,24	7,74	8,08	7,98	7,81	7,39	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	30,30	30,20	31,80	31,30	30,80	30,70	30,90	31,30	**	**
Conductividad	mS/cm	48,00	43,30	41,70	41,40	41,20	41,30	41,90	40,00	**	**
Salinidad	%	31,10	27,80	26,30	26,40	26,20	26,30	26,80	25,40	**	**
DBO5	mg/L	9,50	9,15	12,85	12,02	7,66	10,72	4,55	12,05	**	**
Fosfatos	mg/L	0,20	0,22	0,18	0,14	0,08	0,16	0,12	0,35	**	**
Alcalinidad	mg/L	132,77	161,34	145,37	142,92	134,56	139,44	135,41	143,25	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	38678,00	34182,00	33678,00	33648,00	32208,00	34022,00	32598,00	31500,00	**	**
Turbidez	NTU	140,00	10,00	100,00	88,00	80,00	48,00	80,00	80,00	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	4400,00	3600,00	43000,00	0,00	910,00	430,00	1500,00	3600,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	5300,00	23000,00	43000,00	15000,00	910,00	750,00	4300,00	3600,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

II CAMPAÑA												
PARÁMETRO	UNIDAD	Punto 9	Punto 10	Punto 11	Punto 12	Punto 13	Punto 14	Punto 15	Punto 16	Punto 17	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	7,98	7,84	7,90	7,88	7,79	7,71	7,61	7,72	7,74	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	30,60	29,80	30,10	30,00	28,30	29,70	29,80	30,80	30,30	**	**
Conductividad	mS/cm	43,48	42,30	41,60	39,20	42,10	43,20	42,30	42,74	39,50	**	**
Salinidad	%	25,70	27,10	26,60	25,00	27,41	27,80	27,20	27,20	25,00	**	**
DBO5	mg/L	9,56	3,86	8,20	8,55	2,40	9,62	7,00	5,78	0,88	**	**
Fosfatos	mg/L	0,02	0,04	0,18	0,22	0,07	0,08	0,12	0,05	0,03	**	**
Alcalinidad	mg/L	62,30	125,19	145,79	176,47	130,13	144,63	152,79	121,39	111,08	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	31680,00	32696,00	32776,00	30582,00	33770,00	33744,00	32814,00	32010,00	30044,00	**	**
Turbidez	NTU	23,00	70,00	144,00	116,00	80,00	116,00	116,00	70,00	80,00	**	**
NKT	mg/L	0,46	0,32	0,52	0,42	0,90	0,11	0,18	0,47	0,40	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,05	0,06	0,11	0,46	0,06	0,05	0,07	0,07	0,08	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	930,00	300,00	930,00	11000,00	2900,00	<3	<3	4300,00	240,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	930,00	1500,00	930,00	35000,00	24000,00	7300,00	9100,00	4300,00	240,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

III CAMPAÑA											
PARÁMETROS	UNIDADES	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	7,53	7,68	8,10	8,15	7,98	8,24	8,30	8,20	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	31,20	30,00	30,70	30,80	30,80	30,80	30,90	31,00	**	**
Conductividad	mS/cm	39,20	44,80	39,40	37,30	37,30	36,80	36,80	37,60	**	**
Salinidad	%	25,00	24,00	25,40	23,80	23,80	23,40	23,50	24,00	**	**
DBO5	mg/L	19	10,5	13,25	7,30	7,96	7,96	11,60	9,64	**	**
Fosfatos	mg/L	0,58	0,39	0,17	0,17	0,26	0,11	0,12	0,11	**	**
Alcalinidad	mg/L	164,20	148,03	153,44	148,43	179,24	167,03	169,19	163,11	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	40254,00	37548,00	38226,00	37846,00	38046,00	38080,00	37912,00	38896,00	**	**
Turbidez	NTU	148,00	64,00	72,00	88,00	140,00	38,00	44,00	52,00	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	150,00	1500,00	7500,00	910,00	750,00	430,00	910,00	2000,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	16000,00	1900,00	7500,00	4300,00	1500,00	430,00	2300,00	6400,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 2007

III CAMPAÑA												
PARÁMETROS	UNIDAD	Punto 9	Punto 10	Punto 11	Punto 12	Punto 13	Punto 14	Punto 15	Punto 16	Punto 17	Valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines recreativos mediante contacto primario	valores admitidos por el Dec. 1594/84 fines conservación de flora y fauna
pH	Unidades	8,20	8,12	8,08	8,02	7,79	8,16	8,00	8,13	7,98	5.0-9.0 unidades	6.5 – 8.5 unidades
Temperatura	C	30,60	30,90	31,40	31,70	31,80	31,00	30,50	30,30	29,40	**	**
Conductividad	mS/cm	38,90	38,40	38,80	38,70	38,90	39,30	39,50	38,70	37,90	**	**
Salinidad	%	25,00	24,60	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	24,10	**	**
DBO5	mg/L	3,72	3,12	5,58	7,20	7,68	5,01	4,68	2,58	1,56	**	**
Fosfatos	mg/L	0,06	0,02	0,15	0,10	0,10	0,04	0,02	0,00	0,03	**	**
Alcalinidad	mg/L	160,68	138,79	174,45	176,82	182,78	154,71	146,64	143,19	140,31	**	**
Aceites y Grasas	mg/L	160,68	138,79	174,45	176,82	182,78	154,71	146,64	143,19	140,31	No se aceptara en el recurso películas visibles de grasas y aceites flotantes	**
S.T	mg/L	39680,00	39196,00	40064,00	41062,00	39600,00	39740,00	40020,00	39016,00	39000,00	**	**
Turbidez	NTU	28,00	24,00	42,00	98,00	64,00	30,00	22,00	14,00	3,00	**	**
Tensoactivos	mg/L	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0.5 mg/L	**
Coliformes Totales	NMP/100 mL	290,00	290,00	9300,00	210,00	1400,00	930,00	280,00	23,00	93,00	1000 NMP/100 mL	**
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	360,00	360,00	9300,00	930,00	110000,00	930,00	1500,00	93,00	93,00	200 NMP/100 mL	**

Fuente. Las autoras, datos obtenidos del laboratorio de CARDIQUE 200

5.4 ZONIFICACIÓN DE LOS USOS DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA

Según el decreto 1594 de 1984 en Colombia el recurso hídrico tiene siete usos descritos a continuación:

- **Consumo humano y doméstico (Artículo 30):** Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico su empleo en actividades tales como:
 - Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.
 -
 - Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato.
 - Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
 - Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares.
- **Preservación de flora y fauna (Artículo 31):** Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.
- **Agrícola (Artículo 32):** Se entiende por uso agrícola del agua, su empleo para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias, que el Ministerio de Salud o la Entidad Encargada del Manejo y Administración del Recurso (EMAR) establezcan.
- **Pecuario (Artículo 33):** Se entiende por uso pecuario del agua, su empleo para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias que el Ministerio de Salud o la EMAR establezcan.
- **Recreativo (Artículo 34):** Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce:
 - Contacto primario, como en la natación y el buceo.
 - Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.

Parágrafo: Por extensión, dentro de los usos del agua a que se refiere el presente artículo, se incluyen los baños medicinales.

- **Industrial (Artículo 35):** Se entiende por uso agrícola del agua, su empleo en actividades tales como:
 - Procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos y complementarios, que el Ministerio de Salud o la EMAR establezcan. Generación de energía.
 - Minería.
- **Transporte (Artículo 36):** Se entiende por uso del agua para transporte su empleo para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales por contacto directo.

Con base en el decreto 1594 de 1984 se realiza la siguientes zonificación teniendo en cuenta parámetros fundamental como Oxígeno Disuelto (OD), pH, los coliformes totales y fecales.

Tabla 22. Zonificación de los usos de los cuerpos de agua

USOS DE LOS CUERPOS DE AGUA	CAÑO JUAN ANGOLA	LAGUNA DEL CABRERO	LAGUNA DE CHAMBACU	LAGUNA DE SAN LÁZARO	CAÑO BAZURTO	CIENAGA DE LAS QUINTAS
TRANSPORTE	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ESTÉTICA	*	*	*	✓	*	*
RECREACIÓN CONTACTO PRIMARIA	*	*	*	✓	*	*
RECREACIÓN CONTACTO SECUNDARIO	✓	✓	✓	✓	*	*
CONSERVACIÓN DE ESPECIES	✓	✓	✓	✓	*	*

Fuente. Las autoras, 2007

✓ Apto
* No Apto

La concentraciones de oxígeno disuelto para la Ciénaga de Las Quintas y el Caño de Bazurto no sobrepasan los valores de 2.0 mg/L lo cual no hace posible la conservación de las especies, según el Decreto 1594 del 1984.

5.5 SINTESIS

La toma de muestras realizadas en el año 2007, se ejecutaron en tres campañas de monitoreo donde se hicieron análisis fisicoquímicos y microbiológicos 17 puntos escogidos previamente, para tener una amplia visión de la calidad ambiental de estos lugares.

A partir de los resultados de laboratorio se aplicó el índice general de calidad de agua (ICA), en la época de verano en el Caño Juan Angola, Laguna Cabrero, Laguna Chambacú y la entrada de la Ciénaga de Las Quintas tiene la categoría "Regular" lo que quiere decir que tiene menos diversidad de organismos acuáticos y están propensas a sufrir eutrofización. Para esta misma época la estrangulación entre el Caño de Bazurto y Ciénaga de Las Quintas tiene la categoría "Mala" debido a que el oxígeno disuelto en el lugar se encuentra por debajo de los 2 mg/L. En la Laguna de San Lázaro se logra apreciar que su categoría es "Buena" por ende posee una alta diversidad de vida acuática además el agua es conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Mientras tanto en la época de invierno el Caño Juan Angola, Laguna Cabrero, Laguna Chambacú y la estrangulación entre el Caño de Bazurto y Ciénaga de Las Quintas adquiere la categoría "Mala" debido a que la precipitación ayuda al aumento de la turbiedad que presente en los cuerpos de agua por el lavado de los suelos. Para esta misma época la Laguna de San Lázaro y la entrada de la Ciénaga de Las Quintas adquiere la categoría "Regular".

Además se percibe que los parámetros de Coliformes Fecales y Totales por estar por encima de los valores admitidos por el Decreto 1594 de 1984 solo se puede usar para recreación y contacto primario la Laguna de San Lázaro y para el uso de contacto secundario no se deben utilizar Caño Bazurto y Ciénaga de Las Quintas.

Según el mismo decreto todos los cuerpos de agua son aptos para el uso de navegación y para el uso de conservación de especies no se encuentran aptos el Caño de Bazurto y la Ciénaga de Las Quintas.

En cuanto al parámetro de DBO_5 el cuerpo de agua que tiene más puntos críticos es el Caño Juan Angola con valores oscilantes entre 19 ppm a 6.02 ppm y este mismo parámetro tiende a disminuir en la Ciénaga de San Lázaro entre 7ppm a 0.88ppm.

Los fosfatos no se tienen en cuenta como criterio de calidad para ningún uso, sin embargo el promedio obtenido en los 3 muestreos fue de 0.11mg/L que según la bibliografía encontrada los cuerpos de agua internos no se encuentran eutrofizados.

CAPITULO 6

ASPECTOS DE LA SALUD EN CARTAGENA DE INDIAS RELACIONADOS CON LA CONTAMINACION HIDRICA



En este capítulo se logra apreciar los resultados del comportamiento de la salud en las comunidades asentadas en el área de influencia de los cuerpos internos de agua con el estado de la calidad de agua de estos.

Un aspecto muy importante de la vida cotidiana que no se toma en cuenta es la relación existente entre el agua y el medio ambiente de los seres humanos, por esta relación se pueden transmitir enfermedades de origen hídrico.

La mayoría de las enfermedades de transmisión hídrica son producidas por focos de contaminación del agua con materia fecal. El uso del agua dependerá del manejo que le demos. Las enfermedades requieren para su diseminación un foco de infección, una ruta de transmisión y la exposición de un organismo vivo susceptible a la enfermedad.

La causa de estas enfermedades pueden tener su origen en bacterias, protozoarios o gusanos y virus, su control y detección tiene como fundamento la naturaleza del agente causante, aunque es más útil tomar en consideración los aspectos relacionados con el agua en la disminución de la enfermedad.⁶⁰ La salud pública mejora a partir de la extensión de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

6.1 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

Las enfermedades hídricas que causan mayor daño a escala global son las que se propagan por aguas contaminadas con heces u orina humanas. Este tipo de enfermedades se propagan por una ruta de transmisión oral-fecal pero no solamente por el consumo de agua sino por otras rutas como la falta de higiene al preparar o manipular alimentos, aunque estos cuadros clínicos se complican mas en enfermedades como la tifoidea en donde el portador no muestra signos exteriores de la enfermedad, pero las excretas contiene los patógenos de este.

Otras enfermedades como *La Weil* (Leptospirosis) se transmiten por la orina de ratas infectadas y el organismo causante es capaz de penetrar la piel; por esta razón esta enfermedad se contrae por contacto externo con agua residual contaminada o de inundación.

Aunque estas enfermedades pueden ser transmitidas por el agua, también se difunden por cualquier otra ruta que permita la ingestión de materia fecal.⁶¹

⁶⁰ T.H.Y Tebbutt., Fundamentos de la calidad del agua., 1994 P.56. Edit. Limusa - México

⁶¹ Ibid., p.58

6.1.1 Enfermedades causadas por el agua para el aseo personal

Estas enfermedades por lo general no son letales, pero provocan varias infecciones en la piel y en los ojos, que tienen efectos debilitantes en las personas. En enfermedades de esta clase se incluyen úlceras bacterianas, la sarna y el tracoma que tienden a estar asociados con climas cálidos secos y su incidencia puede disminuir significativamente si se dispone de suficiente agua para el aseo personal pero con una calidad óptima.⁶²

6.1.2 Insectos vectores relacionados con el agua

La infección de estas enfermedades no está relacionada con el consumo humano de agua o con su contacto sino por insectos que se multiplican o se alimentan cerca del agua y su incidencia se relaciona con la proximidad a las fuentes de agua.⁶³

Las aguas de los caños, lagunas y ciénagas no son de características aptas para el consumo humano por sus concentraciones de salinidad, pero esto no significa que entre las poblaciones aledañas al sector no hagan uso de ellas, ya que en estas se disponen excretas humanas, se utiliza con fines recreativos, transporte y pesca artesanal lo cual evidencia un contacto directo con el recurso. La tabla 23 muestra las principales enfermedades relacionadas al recurso hídrico según su medio de transmisión.

Tabla 23. Principales enfermedades relacionadas con el agua

PRINCIPALES ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA.	
ENFERMEDADES	TIPO DE RELACIÓN CON EL AGUA
Cólera	Transmitidas por el agua
Hepatitis infecciosa	
Leptospirosis	
Paratifoidea	
Tularemia	
Tifoidea	
Disentería Amebiana	Agua para el aseo personal
Disentería bacilar	
Gastroenteritis	

⁶² Ibid., p.58

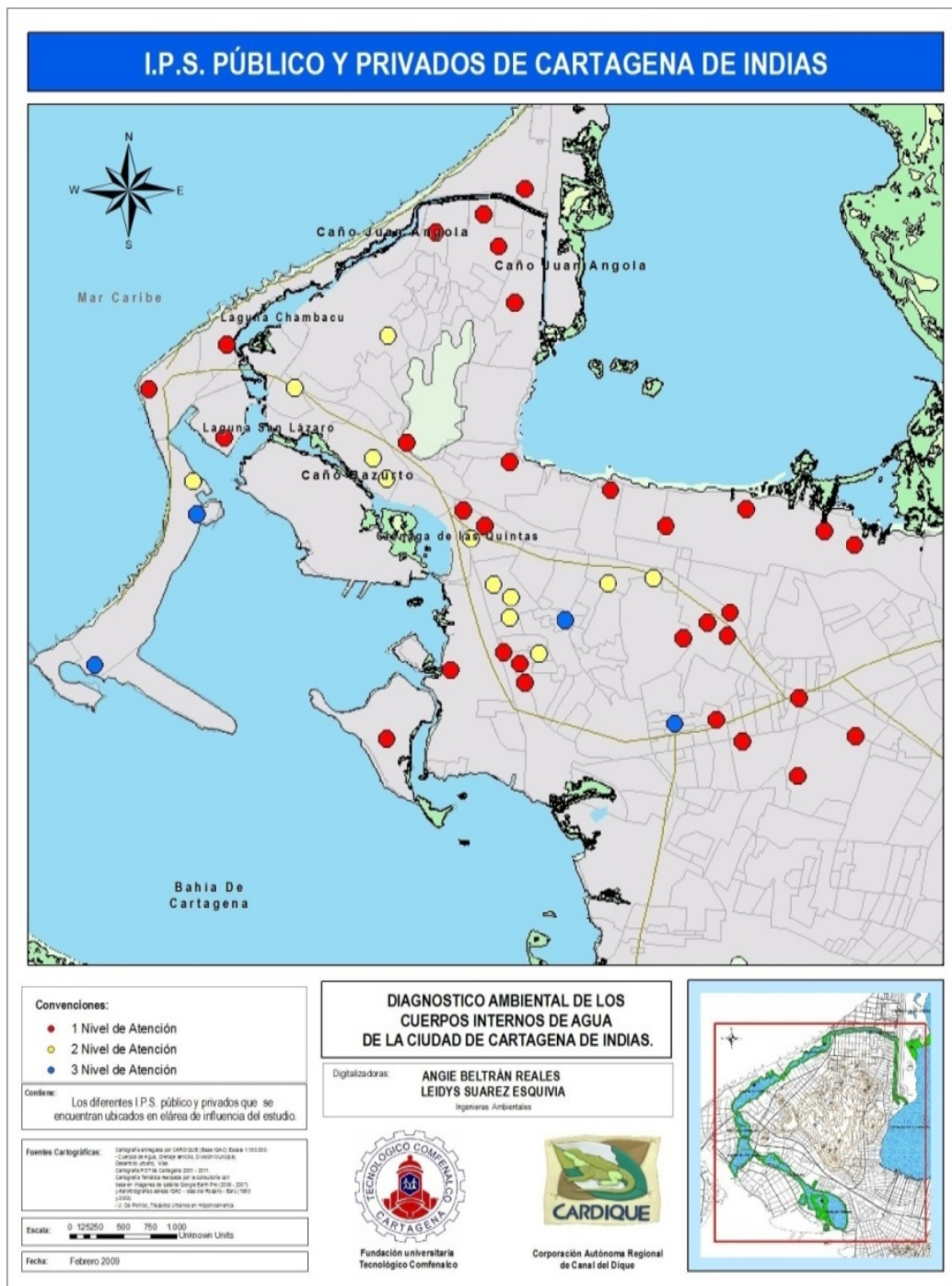
⁶³ Ibid., p.59

Ascariasis	Agua para el aseo
Conjuntivitis	
Enfermedades diarreicas	
Lepra	
Sarna	
Sepsias y Ulceras de la piel	
Tiña	
Tracoma	
Gusano de Guinea	Desarrolladas en el agua
Esquistosomiasis	
Paludismo	Insectos vectores relacionados con el agua
Oncocercosis	
Enfermedad del Sueño	
Fiebre Amarilla	

Fuente. Las autoras, 2007

6.2 RESULTADOS

El Distrito de Cartagena de Indias cuenta con 74 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, 46 publicas de primer nivel (Puestos y centros de Salud), 28 de segundo nivel (Clínicas públicas y privadas), y 4 de tercer Nivel (Hospital Universitario, Clínica San Juan de Dios, Hospital Naval, Hospital de Boca grande), según se muestra en la figura 20.



Fuente. Las autoras, 2009

En la ciudad la capacidad resolutive del primer nivel de atención no alcanza a cubrir la demanda, por lo que eventos que pueden ser manejados a este nivel, son diferidos hacia el 2 y en algunos casos 3 niveles, lo que ocasiona congestión de estos, así como mala utilización de recursos humanos y técnicos.

Mediante el decreto 0421 de junio 29 de 2001 expedido por el alcalde mayor de Cartagena de Indias, por facultades dadas por el consejo distrital mediante el decreto 008 del 13 de marzo del 2001, con categoría especial entidad del derecho público, se crea una empresa social del estado conformado por 46 instituciones prestadoras de servicio del primer nivel de atención denominadas Unidades Periféricas de Atención U.P.A ubicadas en las tres localidades que conforman las divisiones administrativas de Ciudad.

La Empresa del Estado Local Cartagena de Indias tiene como objetivo observar las características de cada localidad determinando los factores del ambiente biológico, físico, social, cultural y económico que modelan sus condiciones de vida y su nivel de bienestar y el grado de exposición de estos grupos humanos a riesgos de diferentes tipos condicionando los perfiles de salud.

En cuanto al perfil de salud, según el director de Epidemiología del Departamento Administrativo Distrital de Salud (DADIS), se dispone de información sobre las enfermedades de notificación obligatoria y el perfil de morbi-mortalidad de la población según incidencia por zonas, sexo y edad, pero en la investigación no se obtuvo información detallada sobre la mortalidad referente a enfermedades de origen hídrico ya que en la institución no se tiene de forma detallada por centro asistencial el número de casos que se presentan a esta problemática. Salvo en el documento expedido por esta institución de forma anual y en formato de resumen denominado Perfil epidemiológico.

Estas deficiencias en la información del sistema de vigilancia epidemiológica de la ciudad se reestructuro y hasta el momento está en proceso de sistematización y recuperación de datos.

Además de las falencias encontradas en el envío oportuno de la información por parte de las otras entidades asociadas al sector salud, hace que los casos no sean reportados de en forma inmediata.

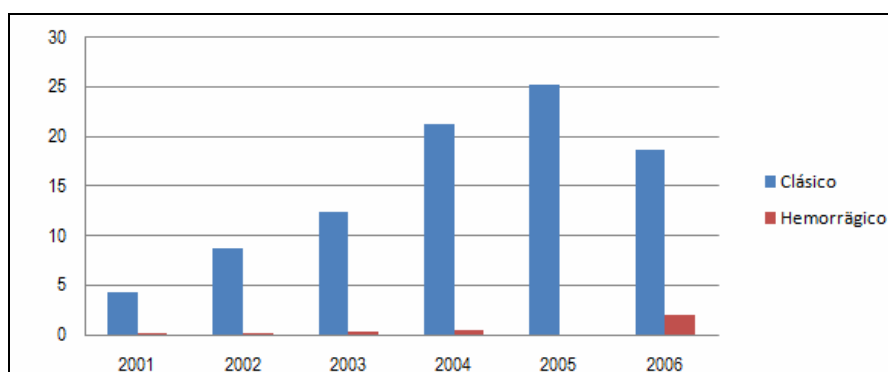
Referente a las actividades de promoción y prevención de enfermedades de origen hídrico no se evidencia un esquema o estrategias de mitigación claras, a pesar de que hay una gran ocurrencia de casos, no hay documentación referente a la realización de campañas de salud.

A continuación se muestra los perfiles de las enfermedades de origen hídrico que mayor afectan a la ciudad, entre las cuales el dengue, la enfermedad diarreica agua (EDA) y la Infección respiratoria aguda (IRA).

6.2.1 Dengue

Según reporte del DADIS en los últimos años se ha apreciado un aumento de la incidencia de este evento en el Distrito, es así como en el año 2001 la tasa de incidencia fue de 4.3 por 100.000 hab, en el 2002 fue de 8.7 por 100.000, en el 2003 fue 12.1 por 100.000 hab, en el 2004 fue 21.2 y en el año 2005 se reportó una incidencia de 25.33 por 100.000 habitantes. El dengue hemorrágico ha mantenido una incidencia baja hasta el año 2004, de 0.2 a 0.4 por 100.000 hab. Según se muestra en el grafico 18.

Grafico 18. Incidencia de Dengue en Cartagena según su clasificación años 2001 al 2006

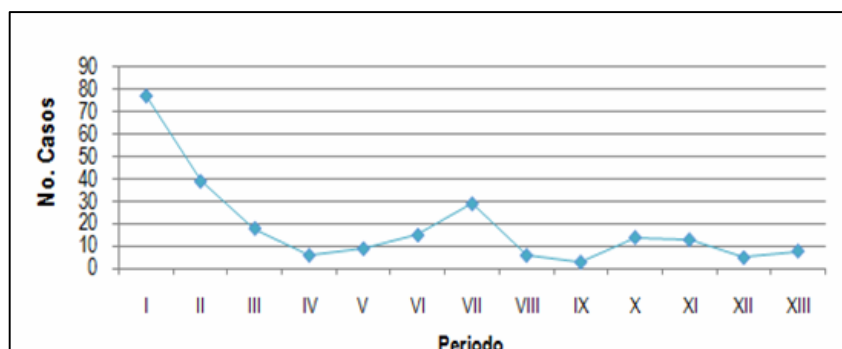


Fuente. Oficina de epidemiología (DADIS) 2007

En el año 2006 se noto una importante disminución de la incidencia total del evento, pero un aumento importante en la incidencia de dengue hemorrágico aún cuando sigue predominando la forma clásica de la enfermedad. 220 casos de fiebre Dengue para una incidencia de 20.56 por 100.000 habitantes, de los cuales el 88.4% (199 casos) corresponden a dengue clásico y el 9.33% (21) a dengue hemorrágico.

En el gráfico 19 se puede observar que no existe un patrón regular de la incidencia de los casos de la enfermedad, lo cual puede explicarse por las variaciones climatológicas de la zona, que alteran en diferentes momentos los patrones de comportamiento y reproducción del vector. Sin embargo vemos como al inicio del año 2006 aumentan los números de casos y hacia el final del año la tendencia es a la disminución.

Grafico 19. Distribución de casos de dengue por periodos epidemiológicos en el año 2006



Fuente. Oficina de epidemiología (DADIS) 2007

De acuerdo con la ubicación geográfica, la mayor tasa de incidencia de dengue se presentó en la Localidad III, (73casos) con una incidencia total de 26.24 por 100.000 habitantes, en la localidad II se reportaron 44 casos para una incidencia de 11.85 por 100.000 habitantes y en la localidad I se documentaron (83 casos) para una incidencia de 19.74 por 100000 habitantes.

Aunque en números absolutos las localidades I presenta un número mayor de casos, la localidad III agrupa un número menor de población, por lo cual la incidencia es mayor en esta localidad.

La localidad I que corresponde al área de influencia de los cuerpos internos de agua donde los problemas ambientales relacionados con la calidad del agua potencializan la reproducción del vector y la transmisión de la enfermedad, lo cual se está traduciendo en mayor morbilidad por dengue, a pesar que la enfermedad se presenta, como vemos, en todo el distrito.

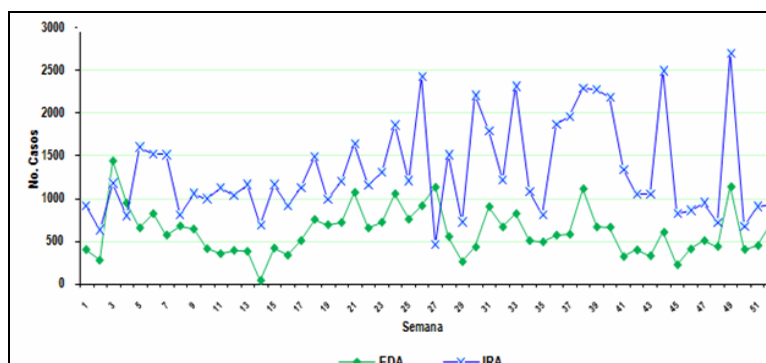
6.2.2 Infección Respiratoria Aguda (IRA) – Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)

La infección respiratoria aguda osciló en 2699 casos en el mes de diciembre del año 2006, mostrando una incidencia alta durante todo el año. Esta enfermedad se evidencia como un problema de salud pública en el Distrito, debido a que en el año 2005 representó la primera causa de morbilidad entre la población de la ciudad.

Con respecto a la enfermedad diarreica aguda (EDA) oscilo en 1500 casos en el mes de marzo del año 2006, además se ubica entre las primeras causas de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco años.

En el grafico 20 se logra observar la comparación de los números de casos de la enfermedad Respiratoria Aguda (IRA) y enfermedad diarreica aguda (EDA) de la cual se evidencia que los niveles de esta última es más baja que el IRA.

Grafico 20. Casos de EDA e IRA en Cartagena año 2006



Fuente. Oficina de epidemiología (DADIS) 2007

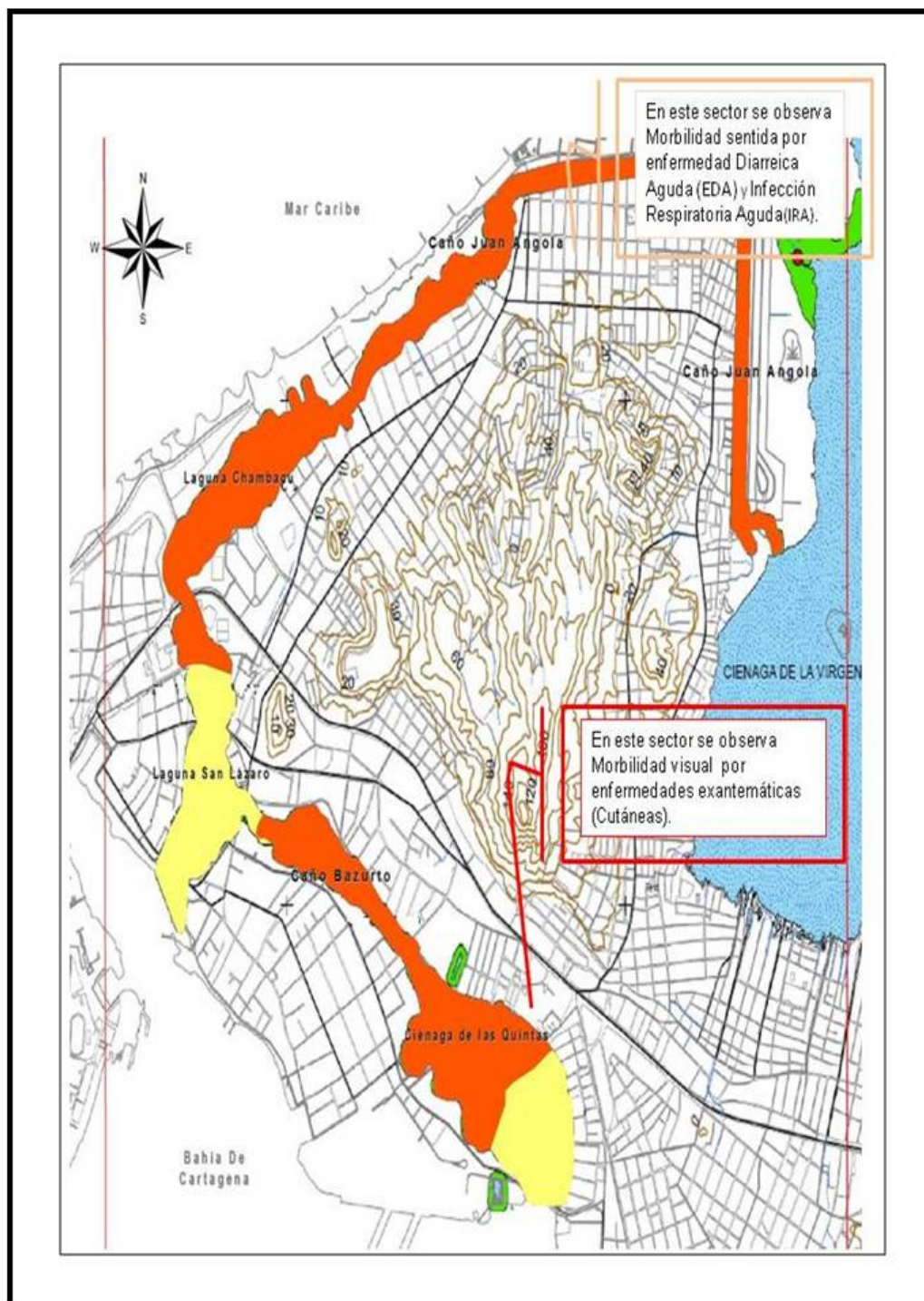
según las entrevistas realizadas a los coordinadores de las UPAs se determinó que los habitantes de la ciudad de Cartagena de Indias por lo general no acuden a estos centros de salud por sintomatología de enfermedades exantemática (enfermedades cutáneas) que se relacionan como enfermedad de origen hídrico, las personas afectadas en la mayoría de los casos consideran que son enfermedades comunes y solo los afectan en el momento, este tipo de caso se le denomina *morbilidad visual* debido a que son detectadas de manera visual por el médico al momento de realizar la consulta por alguna u otra afección.

Mientras tanto las enfermedades de origen hídrico entiéndanse Dengue, EDA o IRA se diagnostican como enfermedades que producen una morbilidad sentida.

A nivel de CAP para la zona del Caño Bazurto y Ciénaga de Las Quintas la morbilidad visual de mayor incidencia es de tipo exantemática, por las cercanías que estos cuerpos de agua tienen al Mercado de Bazurto lugar de acopio de artículos de primera necesidad generalmente alimentos que tienden a generar desechos orgánicos que al momento de descomponerse se da la proliferación de vectores, mientras que en el sector del nororiental de la ciudad que tiene cercanías al Caño Juan Angola se aprecia una morbilidad sentida por enfermedades como IRA y EDA por los canales de aguas pluviales que se encuentran en la zona sin olvidar la Ciénaga de la Virgen lugar donde confluyen todos los canales.

En la figura 21 se correlaciona el estado epidemiológico de la zona de influencia de cuerpos internos de agua con la calidad del agua en la época de invierno, que según el ICA es la época que se encuentran más afectados, dando como resultado que los cuerpos de agua con categoría "Mala" son los que directamente están relacionados con la morbilidad visual y sentida de la población.

Figura 21. Correlación del estado epidemiológico de la zona de influencia de cuerpos internos de agua con la calidad del agua en la época de invierno



Fuente. Las autoras, 2009

6.3 SÍNTESIS

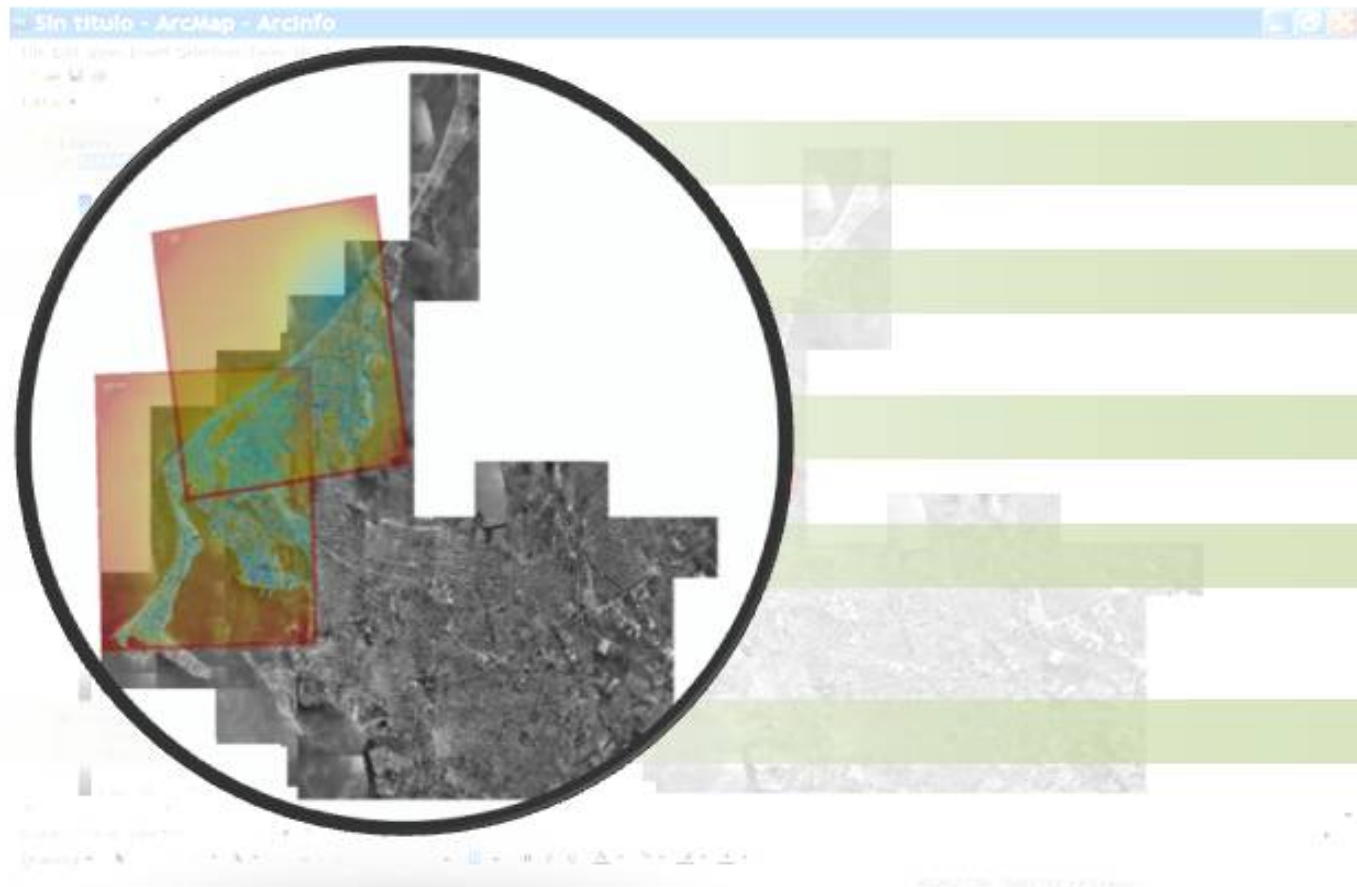
Uno de los problemas que se presentan en las áreas de influencias a los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias es el deterioro del hábitat de la población, el cual en su mayoría vive en la marginalidad donde se derivan problemas sociales como el hacinamiento que da como resultado el deterioro de la salud.

Se debe tener en cuenta que en algunos barrios encontrados en las rondas de los cuerpos internos de agua son de origen informal y por lo tanto existe deficiencia en el abastecimiento de agua potable, sumado a las disposiciones inadecuadas de agua y residuos sólidos, traen como consecuencia la aparición de enfermedades como la EDA y la IRA.

En las zonas de influencia de los cuerpos internos de agua existen 13 entidades prestadoras de salud y todas estas instituciones tienen la responsabilidad de realizar las acciones de Promoción de la salud, prevención de la enfermedad, tratamiento y rehabilitación en el primer nivel de atención.

CAPITULO 7

ANÁLISIS Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE



En este capítulo se logran apreciar los resultados obtenidos de la lectura del paisaje a través de las fotografías aéreas procesadas en el programa ArcGis 9.1. y fotos de diferentes años.

Teniendo en cuenta la perspectiva del territorio, entendido como el espacio construido por los grupos sociales a través del tiempo, a la medida y a la manera de sus tradiciones, pensamientos, sueños y necesidades.

Para las ciencias naturales el territorio sería el área de influencia y dominación de una especie animal, la cual lo domina de manera más intensa en el centro y va reduciendo esta intensidad en la medida en que se aproxima a la periferia, donde compete con dominios de otras especies

El territorio es espacio construido por el tiempo, cualquier región o cualquier localidad es producto del tiempo de la naturaleza y del tiempo de los seres humanos y los pueblos; es decir, en lo fundamental, el territorio es producto de la relación que todos los días entretejemos entre todos nosotros con la naturaleza y con los otros.

7.1 LOS CAMBIOS EN EL PAISAJE

La mayoría de los paisajes sufren cambios con el paso del tiempo. Algunas veces los cambios son muy lentos, otros son muy rápidos. Existen cambios en el paisaje cuando algunos de sus elementos naturales se modifican o desaparecen. Los motivos de estos cambios pueden ser de orígenes natural o antrópicas.

7.1.1 Los cambios naturales en el paisaje:

- **Cambios lentos:** Son aquellos que van cambiando con los factores climatológicos.
- **Cambios bruscos:** Se dice que un paisaje cambia de forma brusca cuando se produce una catástrofe natural. Tales como las inundaciones, terremotos o **erupciones volcánicas**.

7.1.2 Los cambios Antrópicas del paisaje:

El hombre interviene en el paisaje modificándolo de formas diversas. Por ello, podemos diferenciar estos cambios en dos tipos:

- **Cambios lentos:** A lo largo de la historia, el hombre ha tenido que sobrevivir en el medio que le rodeaba. Por ello, tuvo que intervenir sobre él para poder satisfacer sus necesidades como plantar, talar la madera para construir viviendas y hacer caminos, etc. Todas estas acciones humanas fueron cambiando de forma lenta el entorno convirtiéndolo en un paisaje modificado.

- **Cambios rápidos:** En la actualidad, los hombres siguen modificando el paisaje pero de una forma más rápida, llevando a cabo grandes obras de ingeniería como puentes, presas, túneles y edificaciones etc.

A continuación se podrá evidenciar los diferentes cambios que existieron en el área de influencia de los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias a lo largo del siglo XX hasta nuestros días.

7.2 ANÁLISIS INTEGRADO DEL TERRITORIO

El análisis integrado del territorio requiere de una serie de evaluaciones previas al nivel de referencia de interdisciplinariedad y aproximación a la realidad en relación con la escala de funcionamiento del territorio.

Esta investigación se basó en la transformación y análisis del los cuerpos de agua de la ciudad referenciada en la dinámica territorial la cual aborda tres grandes procesos interrelacionados como son:

- **Lectura del paisaje**
- **Procesos dinámicos de impacto**
- **Análisis de las problemáticas ecológicas y ambientales**

7.2.1 Lectura del paisaje

Desde el punto de vista estructural el paisaje funciona cuando presenta tres elementos: La matriz, los corredores y los parches. La agrupación de estos elementos determina la dominancia y heterogeneidad de cada paisaje con las propiedades características pertenecientes a cada uno de estos. Juntos proveen y determinan las funciones del paisaje que comprenden un ecosistema que funciona efectivamente.⁶⁴ Según se muestra en la tabla 24 la definición de las estructuras y funciones del paisaje.

⁶⁴ Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) universidad nacional de Catamarca. (<http://www.editorial.unca.edu.ar/PUBLICACIONES%20ON%20LINE/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf>) [Consulta: 11 Marzo de 2009].

Tabla 24. Estructura y funciones de la zona de manejo del paisaje

ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL PAISAJE		
MATRIZ	CORREDORES	PARCELAS O PARCHES
<p>Es el tejido que conecta la tierra con el fondo, dentro del cual encajan todos los elementos del paisaje, incluyendo parcelas, orillas, y corredores.</p> <p>La matriz es el elemento dominante, englobante y que contiene las manchas o parches (también llamadas parcelas) y los corredores o elementos lineales</p>	<p>Son generalmente longitudinales, adoptando la forma de franjas angostas, alargadas de forma irregular, cuya vegetación cumple un papel de protección o de comunicación, uniendo o separando elementos en una matriz geográfica.</p> <p>Las áreas o parcelas conectadas por ellos son frecuentemente llamadas nodos.</p>	<p>Son áreas de tierra relativamente homogéneas internamente con respecto a la estructura y a la edad vegetativa.</p> <p>Las parcelas son diferentes a la matriz que las rodea.</p> <p>Algunos ejemplos de parcelas son los claros de los paisajes forestados, las tierras pantanosas, las áreas de pastizales y los lugares rocosos.</p>

Fuente. Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) universidad nacional de Catamarca. (<http://www.editorial.unca.edu.ar/PUBLICACIONES%20ON%20LINE/Ecologia/imagenes/p/f/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf>) [Consulta: 11 Marzo de 2009]. y Etter, A., 1990. Ecología del Paisaje: un marco de integración para los Levantamientos rurales. IGAC, Bogotá.

Con base a las anteriores definiciones y al documento de trabajo de la Corporación Autónoma Regional Del Canal del Dique denominado "Actualización de la zonificación de mangle en la jurisdicción de CARDIQUE", para el área de estudio se puede considerar entre las unidades lectoras del paisaje los siguientes componentes. Según se muestra en la tabla 25 y se ilustra en la figura 25.

Tabla 25. Estructura y función del paisaje para el área de estudio

ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL PAISAJE

MATRIZ	CORREDORES	PARCELAS O PARCHES
<p>Cuerpos de Aguas Internos:</p> <p>La Ciénaga Las Quintas El Caño Bazurto Laguna de San Lázaro Laguna de Chambacù, La Laguna del Cabrero El Caño Juan Angola.</p>	<p>Manglares</p> <p>Las vías como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perimetral Ciénaga de la Virgen. - Avenida del Lago - Avenida Santander - Carretera de Torices – Paseo bolívar - Tramo Avenida Pedro de Heredia Sector Chambacù. <p>Murallas Sectores Chambacù, San Lázaro, Puerto Duro.</p>	<p>Isla de los Pájaros</p> <p>Manglar sector ciénaga de las quintas – Barrio Manga.</p> <p>Por ser una extensión que supera una hectárea.</p>

Fuente. Las autoras, 2009

7.2.2 Procesos dinámicos de impacto

A continuación se describen los diferentes modos como evolucionaron los grupos socioeconómicos, la forma como se apropian y transforman el territorio en la ciudad de Cartagena de Indias, descrito en la consolidación de la urbanización en el siglo pasado hasta la actualidad.

- **PERIODO DE 1890 A 1940**

A finales del siglo XIX, muchas familias de pescadores invadieron la franja del terreno entre la muralla y la escollera, conformando tres barrios llamados Boquetillo, Pekín y Pueblo Nuevo. Como se puede observar en la figura 23, estos tugurios duraron hasta 1939, cuando el alcalde Don Daniel Lemaitre los desalojó trasladándolos a Canapote, para así dar paso a la Avenida Santander.

A finales del siglo XIX se dio inicio al barrio el Cabrero, caserío formado por dos calles: una de un kilómetro de largo paralela al mar y a la ciénaga del Cabrero, otra perpendicular y de menos longitud. Por otro lado existía un caserío denominado El Fiscal de propiedad del señor Federico Romero Gómez donde habitaba un grupo de pescadores.⁶⁵

En el año 1894 se inicio la formación del barrio Lo Amador y La Quinta y en el año 1913, aparecen los primeros asentamientos en Torices.

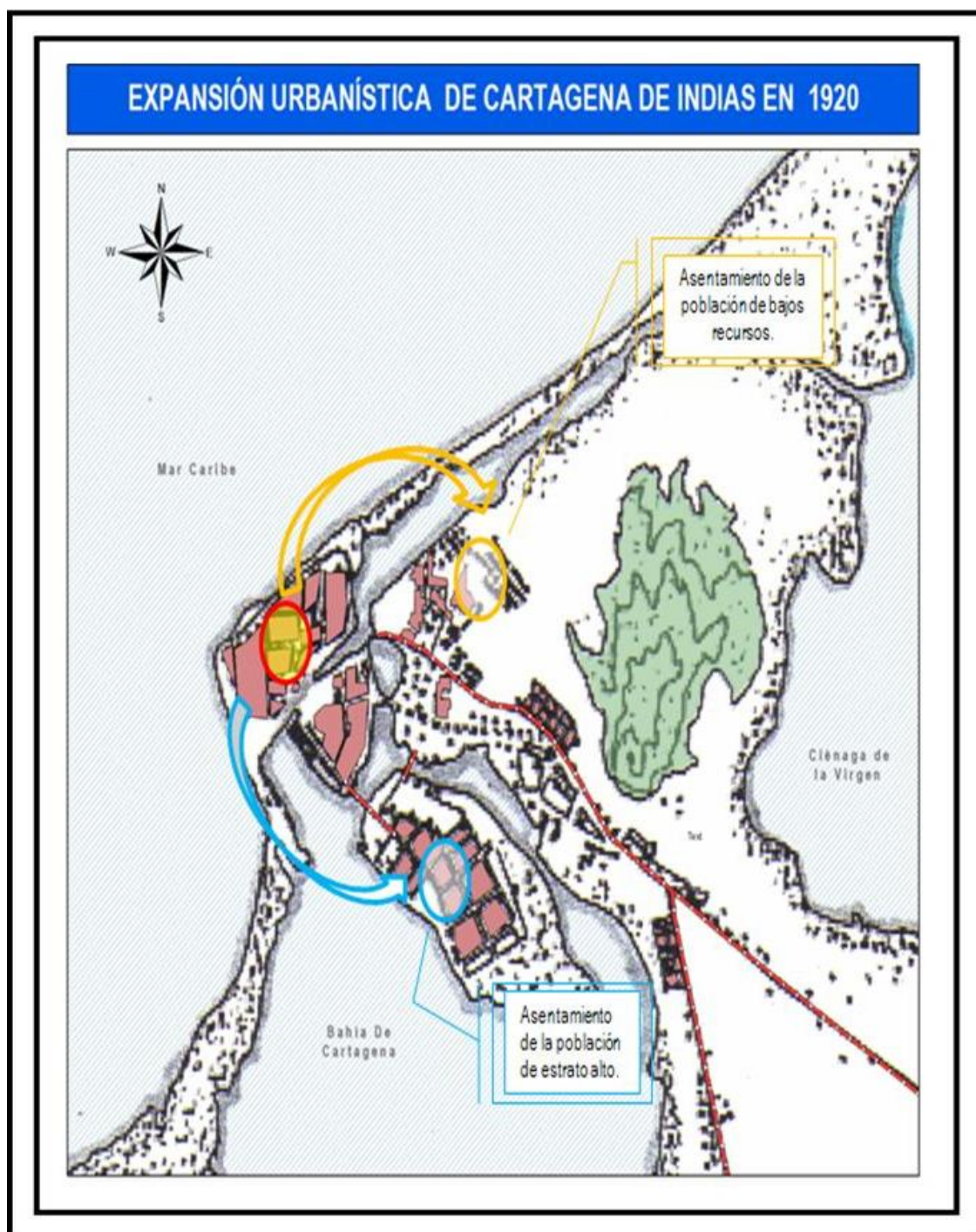
Entre finales del siglo XIX y XX, se inicia la expansión de la ciudad amurallada hacia los barrios periféricos.

En los barrios de Manga, Pie de la Popa y el Cabrero se asentó la clase alta Cartagena y en El Pie del Cerro y El Espinal, se ubico una franja poblacional de menores recursos, aun que también se asentaron en los barrios de estrato alto.

Otras zonas de crecimiento en el periodo, fueron los barrios de la Esperanza en el año 1920, Zaragocilla en 1927, Amberes y Bruselas en 1930, el Prado en 1935, Armenia, Boston y Tesca como pequeños asentamientos aproximadamente por los años 1938 y 1939.

Grandes cambios tuvo Cartagena de Indias para esta época, especialmente aquellos que se refieren a la construcción de vías y edificaciones, que de una u otra forma modificaron el territorio alterando la dinámica espacial y de concepción del territorio.

Figura 23. Expansión urbanística periodo 1920



Fuente. Las autoras, 2009

Estas alteridades se dan en lugares puntuales, que en la actualidad solo se logran apreciar mediante registros fotográficos presentes en la Fundación Fototeca Histórica de Cartagena de Indias y el libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy editado por el mismo en el año 2007.

Según se muestra en la figura 24 los cambios significativos tomando como referencia los años 1919 y 2007.

Figura 24. Cambios en el sector de la Laguna Chambacù y la Laguna del Cabrero



Foto 1919



Foto 2007

Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

En él se aprecia el relleno significativo que se le hizo a la Laguna del Cabrero para la construcción de la Avenida del Mar, conocida también como la Avenida Rafael Núñez que cuyo objetivo es conectar la Avenida Pedro de Heredia con la Avenida Santander.

En la figura 25 se aprecia el sector del Muelles de los Pegasos donde se encontraba el antiguo mercado de víveres de la ciudad inaugurado en 1905 y demolido en 1978, éste se traslado al sector de

Bazurto y en su lugar se construyó el centro internacional de Convenciones Cartagena de Indias inaugurado en 1982, con estas construcciones se dio la rectificación del cuerpo de agua de la Bahía de Las Animas. Al mismo tiempo se logran apreciar los rellenos realizados en el sector que hoy en día comprende el Parque la Marina, Base Naval y entrada al Barrio Bocagrande.

Figura 25. Cambio del Paisaje en el sector de la Bahía de las Ánimas



Foto 1928



Foto 2006

Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

En las figuras 26 es una vista hacia el centro histórico, donde se aprecia el paseo de Heredia cuya construcción se da por rellenos en 1883 formando uno de los primero puntos críticos de la ciudad por el estrangulamiento de los cuerpos de agua de la Laguna de San Lázaro y Chambacù. Ya en el año 2007 se observa el nuevo puente Pedro de Heredia construido para aumentar la movilidad vial de la ciudad.

Figura 26. Cambio Paisajístico en el sector de la Laguna de san Lázaro y Chambacù.



Foto 1921



Foto 2006

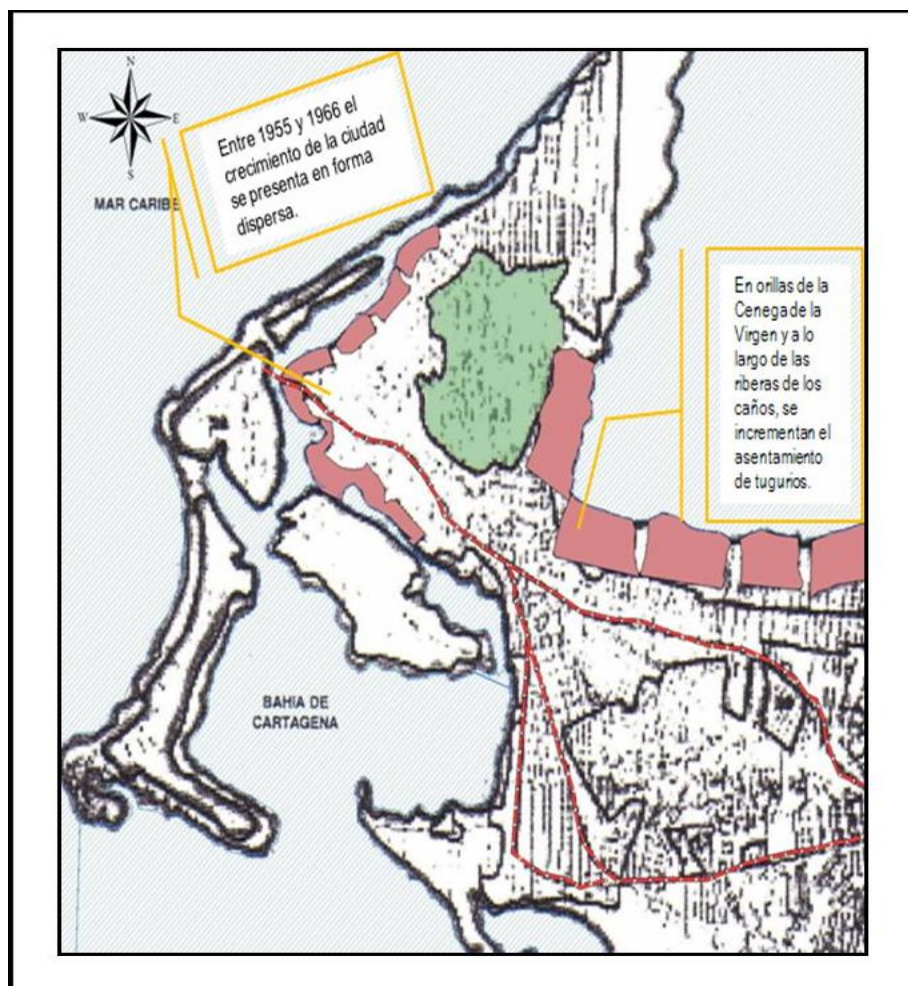
Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

- PERIODO DE 1941 AL PRESENTE:

Para este periodo se comienza la construcción de barrios de interés social financiados por el gobierno, uno de los primeros fue el barrio Crespo y el Bosque en el año 1949, entre 1951 a 1953 se construyó el barrio Martínez Martelo con 220 viviendas y en 1952 el barrio Daniel Le maître con 60 casas.

Entre 1955 y 1966 el crecimiento de la ciudad se presenta en forma dispersa. En orillas de la Ciénaga de la Virgen y a lo largo de las riberas de los caños, se incrementan el asentamiento de tugurios. Según se muestra en la figura 27.

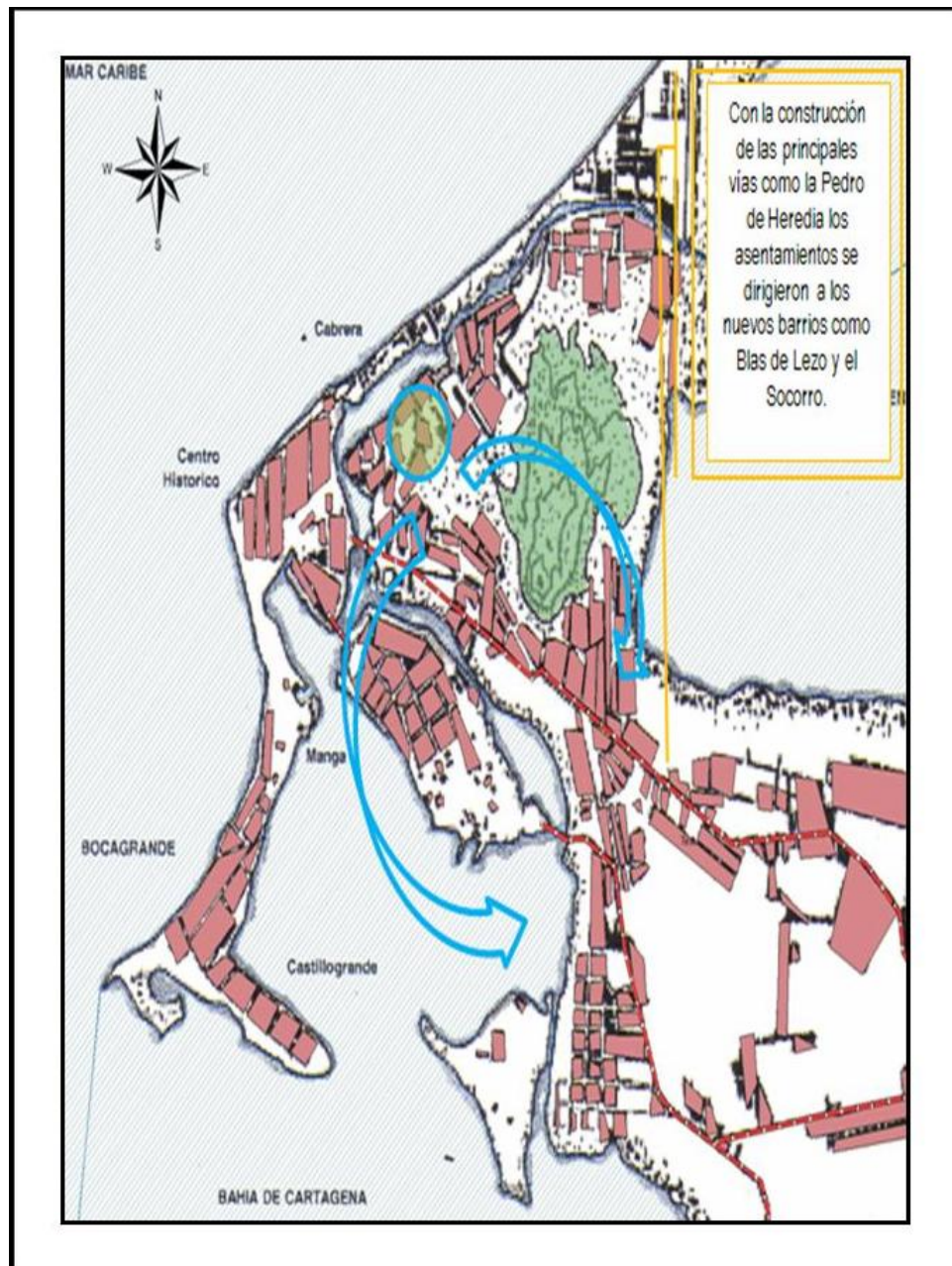
Figura 27. Expansión urbanística de Cartagena de Indias en 1955 a 1966



Fuente. Las autoras, 2009

En 1960 se intenta erradicar a Chambacú con el traslado de algunas familias al barrio Blas de Lezo, pero por múltiples razones este proyecto fracasa. Según se muestra en la figura 28.

Figura 28. Expansión urbanística de Cartagena de Indias en 1960



Fuente. Los Autores, 2009

En 1964 la ciudad contaba con 217.910 habitantes según el censo del DANE. En este periodo se construye la primera etapa del alcantarillado sanitario de la ciudad.

En el periodo de 1967 a 1973 Cartagena experimenta un gran crecimiento urbanístico aumentando su población al final del mismo a 311.664 habitantes, según el DANE. La zona de tugurios de Chambacú es erradicada definitivamente en 1973.

El crecimiento de la ciudad a partir de los años 80, se caracterizó por la densificación de las zonas con mayores pendientes ubicadas entre la avenida Pedro de Heredia, carretera del bosque y transversal 54, comenzando a surgir las tramas desarticuladas que pudiera insertarse favorablemente dentro del sistema general de la ciudad.

Como se puede visualizar en la figura 29 de la izquierda en primer plano las primeras construcciones ubicadas en el caserío del Pie del Cerro. En la siguiente figura se logra ver el crecimiento de la ciudad con las construcciones de nuevos barrios con gran cantidad de edificios ejemplo de ello Manga, el club de pesca y al fondo los barrios de Castillogrande y Bocagrande.

Figura 29. Cambio paisajístico en la Laguna de San Lázaro.



Foto 1980



Foto 2007

Fuente: Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

En la figura 30 en la izquierda se logra ver el antiguo barrio de Chambacú asentado hacia 1950 y trasladado iniciando la década de 1970 por el Instituto de Crédito Territorial (ICT) organismo nacional que manejaba para ese entonces la política de vivienda social. A la derecha de la figura, en primer plano se observa el puente de la Transformación Nacional, construido en el año de 1968 que empalmó la Avenida Pedro de Heredia con el centro histórico formando así el segundo punto crítico que se refiere a los rellenos de los cuerpos de agua, en este caso el de la Laguna del Cabrero y la Laguna de Chambacú

En la actualidad parte de estos terrenos han sido acondicionados para El Parque Espíritu del Manglar unos de los principales pulmón verde de la ciudad.

Figura 30. Puente de la Trasmofación Nacional sector Chambacú



Foto 1968



Foto 2007

Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

Se aprecia la Avenida del Lago inaugurada hacia el año de 1980 que ayudo al freno del relleno de este cuerpo de agua y por ende al aumento del mangle en la zona. Según se muestra en la figura 31.

Figura 31. Ciénaga de Las Quinta



Foto 1970



Foto 2006

Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

En Cartagena de Indias el crecimiento urbano se ha limitado por sus diferentes accidentes geográficos como el Mar Caribe, la Ciénaga de la Virgen además por la zona industrial de Mamonal, trayendo como consecuencia la invasión de terrenos en la falda del Cerro de la Popa y los diferentes rellenos en la Ciénaga de la Virgen y los diversos sistemas lagunares de esta.

Otro factor de vital importancia en el estudio es los rodales de manglar, este es importante para el sistema pero ha variado de una u otra forma en los diferentes años donde ha desaparecido en ciertos lugares y en otros se ha aumentado poblacionalmente.

No se sabe con exactitud a que se debe este fenómeno, en gran parte se podría relacionar con los rellenos y al aprovechamiento forestal que ha realizado la población al establecerse en las rondas de los cuerpos de agua y a su vez en el boom de la construcción especialmente en la zona de Marbella.

Figura 32. Cambios paisajísticos sector Laguna San Lázaro y Chambacù



Foto 1928

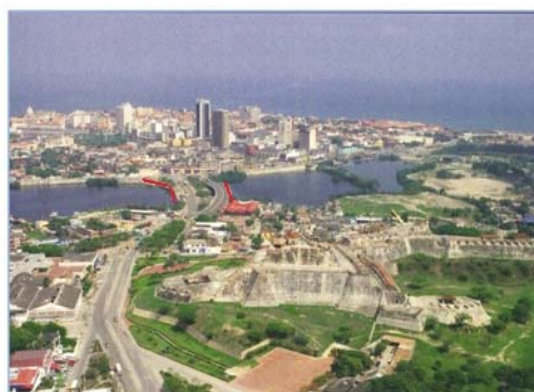


Foto 2007

Fuente. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

Figura 33. Cambios del paisaje sector Laguna del Cabrero



Foto 1915



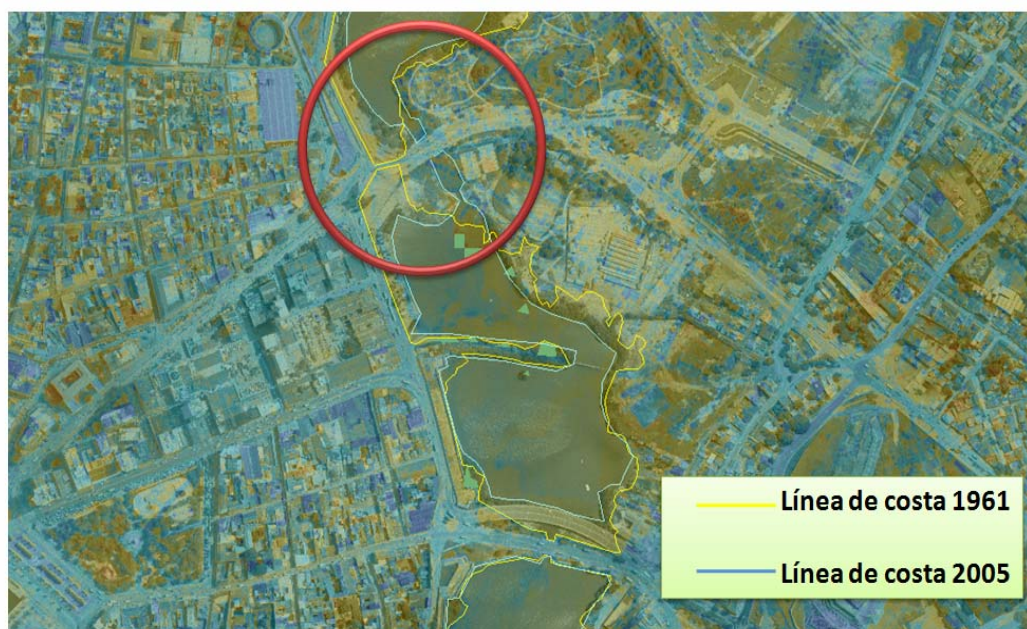
Foto 2006

e. Libro Cartagena de Indias Ayer y Hoy, 2007

Al sobreponer las fotografías aéreas de los años 1961 y 2005, se permite conocer la evolución del paisaje en las últimas décadas, donde se apesía la reducción de 30,3 Hectareas del espejo de agua, debido a la presiones urbanísticas que se expusieron anteriormente.

En el analisis realizado con el programa ARGIS se determinó la existencia de dos puntos críticos que cambiaron la dinamica territorial del area de estudio, el primero se ubica en el sector Chambacú cuando el cuerpo de agua del mismo nombre fue desviado de su curso original mediante la construcción del puente de la Transformación Nacional. Según se muestra en la figura 34.

Figura 34. Sobreposición de las fotografías aéreas de los años 1961 y 2005 sector Chambacú.



Fuente. Las autoras, 2009

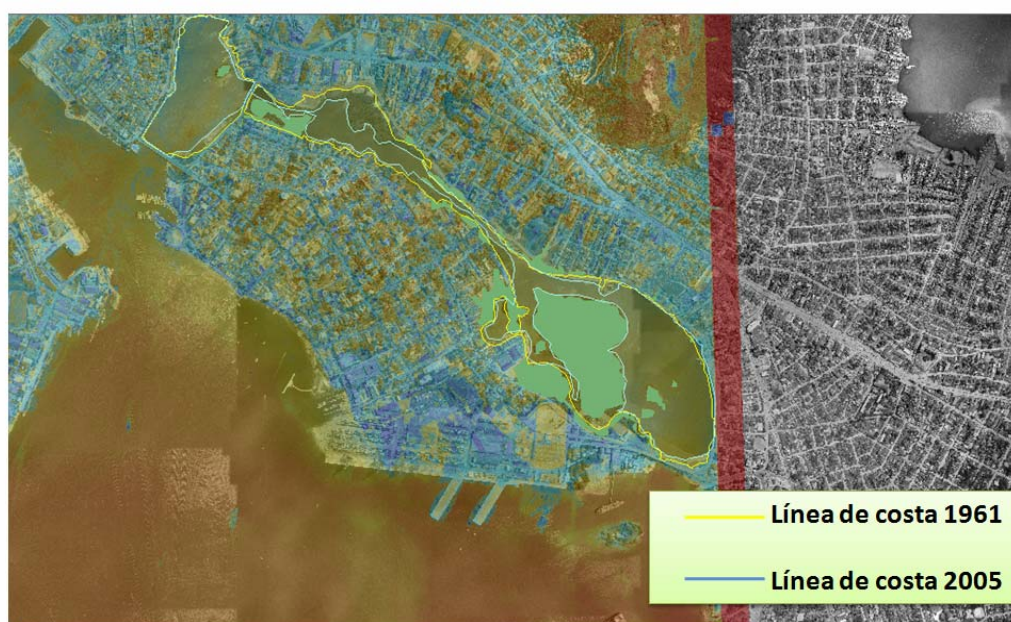
En lo que corresponde a la Ciénaga de Las Quintas y Caño Bazurto la ronda y el cuerpo de agua no han sido objeto de rellenos ilegales e invasiones, loteo y construcción de viviendas, pues se construye la avenida del lago en la margen que corresponde a estos cuerpos de agua y frena los asentamientos que se podrían dar en la zona. En esta zona existió un caso atípico con respecto a un asentamiento denominado la islita ubicada en la Ciénaga de las Quintas cerca del mercado de Bazurto, este fue erradicado por la alcaldía en el año 2008.

En la figura 35 en el margen superior izquierdo donde se localiza la Laguna de San Lazaro, se determino que es el cuerpo de agua que menos modificaciones ha tenido por la existencia del borde

de la Muralla del Baluarte Santa Barbara y San Jose. Su modicacion solo corresponde a un 4% que equivale al 1,57 Hetareas de espejo de agua en comparacion al resto del sistema lagunar. Haciendo un enfoque en la Cienaga de Las Quintas y el Caño Bazurto se determina que los cambios han sido significativos ya que la modificacion que se dio en la zona es de un 30% que equivale a 8,99 Hectareas, debido a la construccion del peaje, la Concesión Vial y el Complejo de Raqueta.

A pesar de la magnitud del cambio en el espejo de agua la cobertura vegetal por mas de 40 años no ha tenido una reduccion aparente como se observa en la figura 32, sin embargo debe quedar claro que con los rellenos que se estan realizando para la construccion de la quinta avenida de manga se puede impactar de cierto modo este ecosistema por la tala del mangle.

Figura 35. Cambios en el sector de Manga



Fuente. Las autoras, 2009

En la figura 36 podemos observar el segundo punto crítico el cual se ubica en el sector del Cabrero y Marbella siendo precisamente sus cuerpos de agua homónimos los que más rellenos ha tenido, la modificación de estos corresponde a 36% equivalentes a 11 Hectáreas y 18% equivalentes a 5,32 Hectáreas respectivamente, por la expansión urbanística que se da a partir de 1990. También se logra apreciar que se modifico de una forma significativa el cauce original, existe aprovechamiento de la cobertura vegetal para la industria de la construcción.

Figura 36. Cambios en el sector del Caño Juan Angola



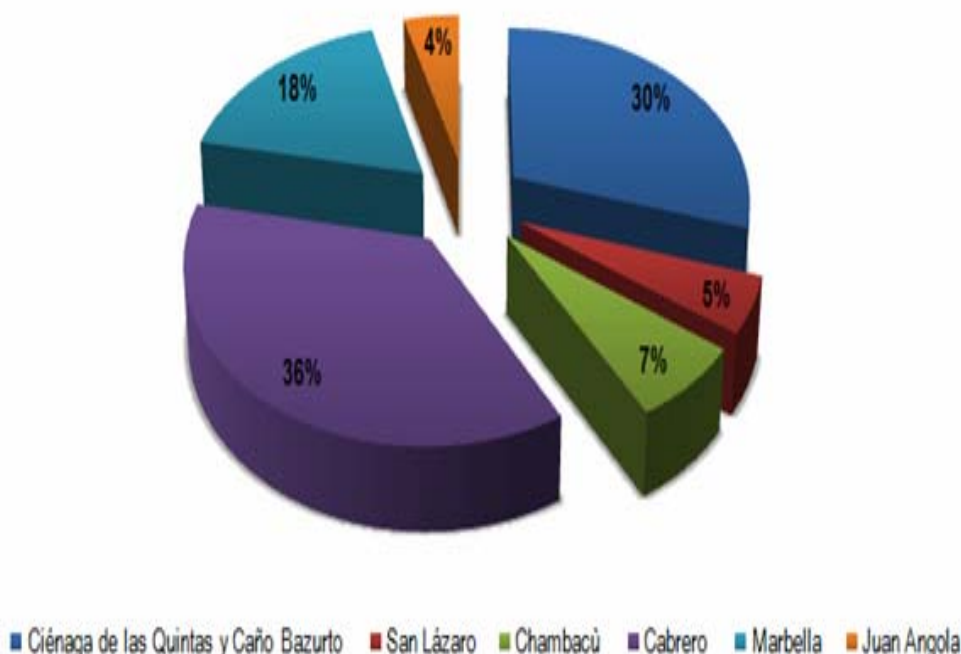
Fuente. Las autoras, 2009

Como ejecución del análisis espacial realizado con base en la Sobreposición de las fotografías aérea se ha observado que el esquema de desarrollo de la ciudad ha ocasionado una considerable presión del complejo urbano sobre las aéreas naturales, generando acelerados procesos de deterioro del espejo de agua y un progresivo aumento del manglar en algunas zonas sin embargo desde 1990 a 2005 se ha desfragmentado parte de esta cobertura.

Como diagnóstico final se condirá que Cartagena está perdiendo su identidad como ciudad acuática pues no se le da un valor a los cuerpos de agua y se ha olvidado que la ciudad básicamente es insular y se ha tratado de homogenizar a través de rellenos en el territorio urbano.

Según se muestra en la grafica 21 los porcentajes de modificación del espejo de agua con respecto al sistema lagunar.

Grafico 21. Porcentaje de disminución del espejo de agua entre los años 1961 y 2005



Fuente. Las autoras, 2009

- **Proyectos Coyunturales**

Cartagena de Indias por su posición estratégica en la actualidad es considerada la puerta de las Américas y con esto se ha desarrollado a nivel portuario, turístico e industrial consolidándose entre la comunidad nacional e internacional.

Para poder desarrollar nuevos mercados ha sido necesario la agrupación de gremios local y nacionales todo en busca de la expansión productiva de la ciudad en aras de crear proyectos coyunturales que permitan organizar el territorio y hacer la ciudad más productiva.

Para la realización de este apartado se tuvo en cuenta información secundaria del ordenamiento territorial de la ciudad por parte de las entidades que actualmente se encuentran ejecutando programas en el área de influencia de los cuerpos internos de agua como son las entidades gubernamentales como EDURBE, CARDIQUE y EPA que vienen efectuando proyectos de mejora en el saneamiento básico de estos, además entidades privadas como Aguas de Cartagena que vienen desarrollando su "Plan maestro de acueducto y alcantarillado" y por el macroproyecto de solución de movilidad de la ciudad Transcribe.

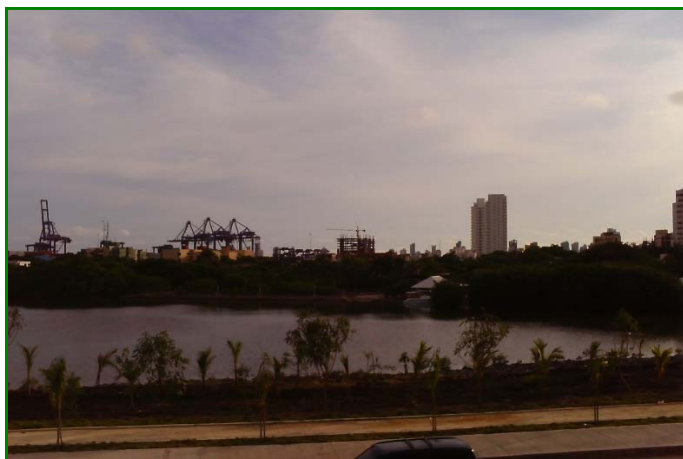
- **Proyector urbanísticos**

La ciudad se encuentra actualmente en un auge de proyectos inmobiliarios con fines turísticos y multifamiliares que en la zona de influencia es más notorio en el sector de Marbella, además de la creación de nuevos centros comerciales como son Caribe Plaza en el Caño Bazurto, el Centro Comercial la Serrezuela y Portal de Heredia al lado de Chambacú.

- **Proyectos de espacio público y vías urbanas**

En éste se ha contemplado la proyección del progreso de la ciudad, se puede decir que en materia de espacio público se está desarrollando la creación de los parques lineales y paseos peatonales alrededor de los cuerpos de agua como el de la Ciénaga de Las Quintas, Caño Bazurto y Ciénaga de la Virgen estos se dan a raíz de los proyectos puntuales como el eje 1 y 2 que su ejecutor ha sido EDURBE, así como la Avenida Tercera del Cabrero, la Vía Troncal Ciénaga de la Virgen y el último tramo de la Vía Perimetral .

Figura 37. Parque lineal del Caño de Bazurto



Fuente. Las autoras, 2009

- **Proyectos viales**

La ciudad, en aras de mejorar su sistema de movilidad, actualmente está desarrollando el macroproyecto de transporte masivo Transcribe que permitirá reorganizar espacios y algunas áreas urbanas, la recuperación del espacio público se generará a lo largo del corredor troncal principal constituido por la Avenida Pedro de Heredia, Avenida Venezuela, Avenida Blas de Lezo y Avenida San Martín.

Figura 38. Construcción de la 3 Avenida de Cabrero.

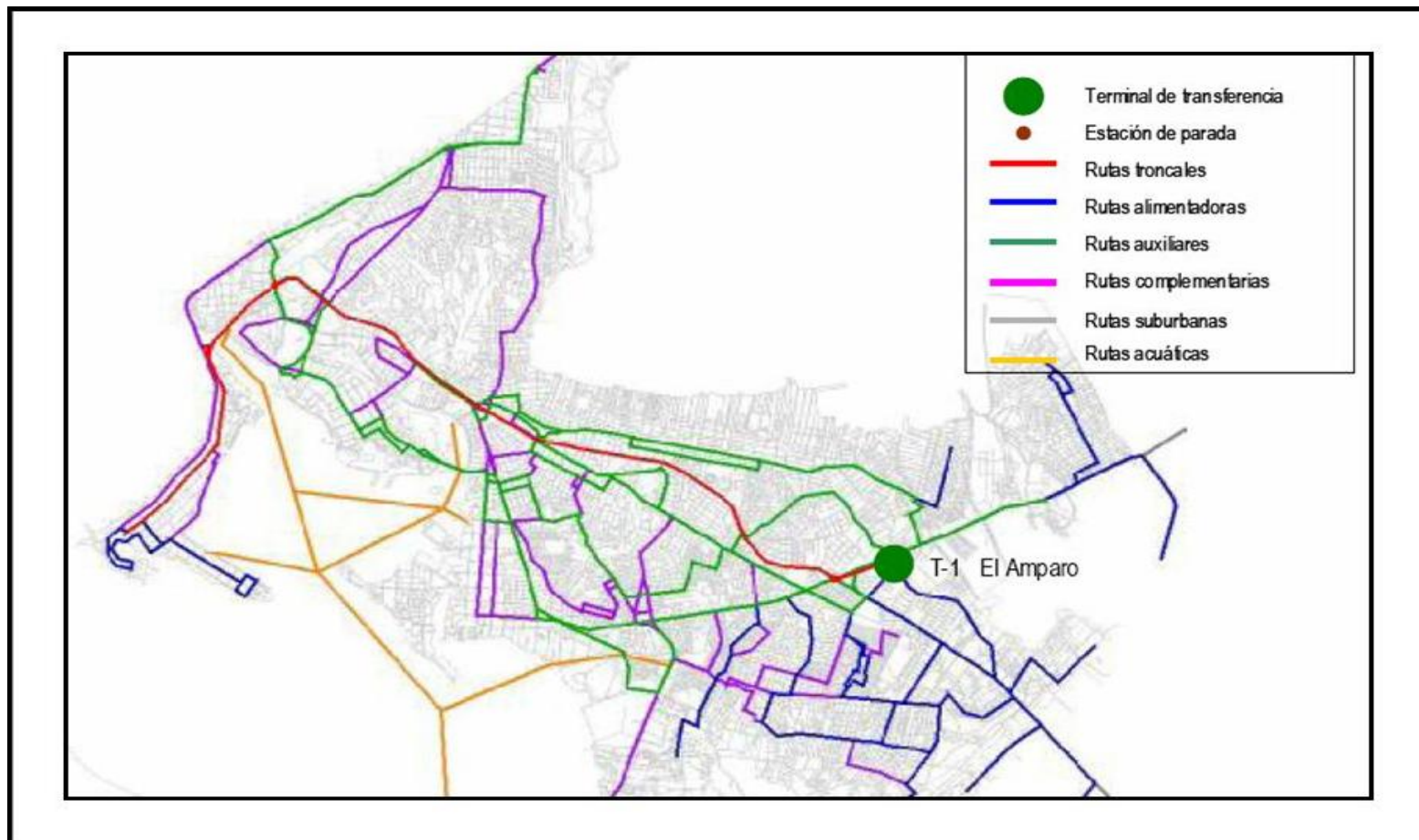


Fuente. Las autoras, 2007

Transcribe tendrá un conjunto de corredores viales, con terminales de transferencias, estaciones de paradas y todo el mobiliario urbano del espacio público que sirve de apoyo para presentar el transporte público.

Este proyecto no está directamente relacionado con las vías adyacentes a los cuerpos de agua, pero están directamente relacionadas con los ejes de desarrollo 1 y 2 de EDURBE. Lo cuales contemplan la construcción y ampliación de vías como la marginal de Canapote, Avenida del Cabrero y la Quinta Avenida de Manga que se encuentra en la ronda de los cuerpos de agua, además se realizará la reconstrucción de puentes como el de las Palmas y el puente Jiménez para ayudar al saneamiento del caño Bazurto y permitir en un futuro integrarse con el transporte acuático que está desarrollando Transcribe. Como se muestra en la figura 39.

Figura 39. Vías adecuadas para el Sistema Integrado Masivo de Transporte



Fuente. Transcaribe 2007

7.2.3 Análisis de problemáticas ecológicas y ambientales

Como se ha descrito anteriormente Cartagena de Indias, cuenta con diversos problemas que afectan de forma considerable el equilibrio del recurso hídrico, estos se han expresado en términos de tensores ambientales que son factores capaces de producir perturbaciones es decir cambios positivos o negativos en los ecosistemas, estos pueden ser de mayor o menor intensidad y permanencia.

Entre los principales tensores ambientales se logran identificar los siguientes:

- **Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales a los Cuerpos de Agua:**
A pesar que la ciudad de Cartagena cuenta con una cobertura superior de 78.55% para el año 2006 en alcantarillado, las aguas residuales siguen siendo vertidas al sistema lagunar, estos se dan a través de los canales pluviales ubicados en todo el sector y de forma puntual en la ronda del caño Juan Angola, que según el Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T) son zonas no urbanizable, a pesar de esta categorización existe asentamientos poblacional en el área, de tal forma ACUACAR está limitado a no construir redes de alcantarillado y los habitantes de la zona para satisfacer sus necesidades básicas han adecuado tuberías rudimentarias y baños comunes, como se puede observar en las figura 40, según la caracterización realizada en este estudio que se describe en el capítulo 14 se muestra a los Coliformes como agente indicador por contaminación de materia fecal.

Figura 40. Vertimientos de aguas residuales domestica en Caño Juan Angola y Ciénaga de las Quintas.



Fuente. Las autoras, 2007



- **Rellenos de los cuerpos de agua:** La ronda y los cuerpos de agua de la ciudad en los últimos 80 años han tenido un proceso acelerado de rellenos ilegales e invasiones, loteo y construcción de viviendas que en la actualidad no ha cesado. Esta problemática se evidencia en el caño Juan Angola, Laguna del Cabrero, Laguna Marbella, Caño Bazurto y de una forma atípica en la Ciénaga de Las quintas por la Islita hoy ya desalojada.

Los rellenos realizados a los cuerpos de agua modifican los cauces permanentes o temporales de estos, originando incidencias sobre el recurso. Estas desviaciones producen cambios en los sistemas de escurrimientos, ayudando a que exista punto o focos de contaminación por la concentración de los nutrientes al disminuir el caudal, por ende afecta la calidad del agua y el uso del suelo, además origina procesos locales de erosión, sedimentación, inundación y deforestación de mangle. Según se observa en la figura 41, 42 y 43.

Figura 41. Estrangulamiento del Caño Bazurto por la construcción del puente Las Palmas



Fuente. Las autoras, 2007

Figura 42. Rellenos hechos en el sector Cabrero - Marbella



Fuente. Las autoras, 2007

Figura 43. Relleno hecho en el Bazurto por la construcción del Complejo de Raquetas



Fuente. Las autoras, 2007

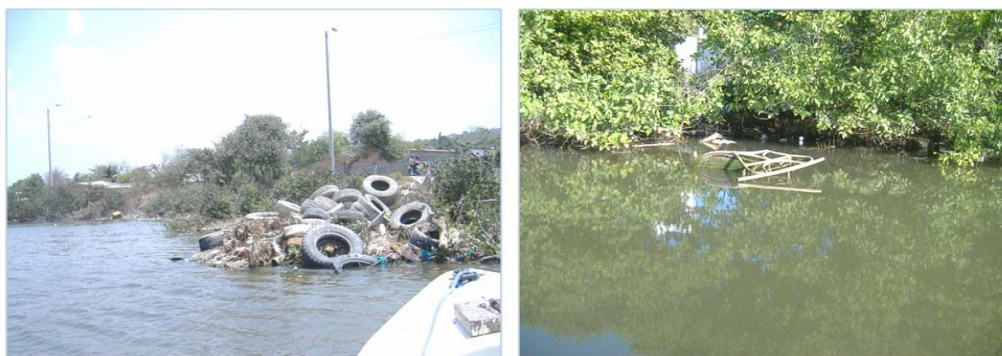
- Disposición inadecuada de residuos sólidos en cuerpos de aguas:

Aunque la ciudad de Cartagena cuenta con un buen servicio de aseo y con una cobertura casi completa, en algunas zonas marginales de la ciudad que son producto de invasión de terrenos baldíos es difícil brindar un servicio de recolección de residuos sólidos.

Debido a que el acceso por camino es difícil para los vehículos recolectores de estos residuos y como se ha podido evidenciar en el registro fotográfico realizado por las autoras los residentes no saben cómo cooperar con el sistema de recolección, ya que los usuarios no cumplen con los horarios establecidos por las empresas para sacar los residuos sólidos de sus hogares. Además en la mayoría de los casos los residuos no ordinarios como podas, escombros, muebles entre otros, son arrojados al sistema lagunar en vez de llamar a las empresas prestadoras del servicio porque saben que deben pagar un extra cargo que no están dispuestos a asumir y le pagan a terceros para que hagan esta labor mucho más económico, como se aprecia en la figura 44.

Debido a estas condiciones es un factor común que en las zonas marginales ver la eliminación clandestina de desechos en su periferia, así como en lotes baldíos entre las casas. Al acumularse los montones de residuos sólidos, es frecuente que los residentes los quemen en el transcurso del día.

Figura 44. Disposición de residuos sólidos en los cuerpos de agua



Fuente. Las autoras, 2007



Fuente. Las autoras, 2007

7.3 PONDERACIÓN DE LOS TENSORES AMBIENTALES

Para la identificación de dichos tensores se ha aplicado la matriz adaptada de Leopold como base, esta se pueden utilizar en funciones de transformación del paisaje, donde los impactos se valoran en las denominadas "Unidades de Impacto", en general se pueden clasificar por rangos de acuerdo a la importancia de cada uno.

La importancia se determinó por el grado de incidencia que cada acción realiza en los cuerpos de agua, el cual tiene un efecto producido, tratando de calificar cualitativamente y cuantitativamente la intensidad de variación del efecto; en general como criterio de valoración los siguientes parámetros:

Valoración de Impactos:

Alto: 3
Moderado: 2
Bajo: 1
No ponderable: 0

Ponderación de Impactos

Alto: 20-29
Moderado: 10-19
Bajo: 1-9
No ponderable: 0

Tabla 26. Código de colores de Calificación de Impactos

CODIGO	
EFFECTO	NEGATIVO
ALTO	
MODERADO	
BAJO	

Fuente. Las autoras, 2007

Con base a la matriz implementada a continuación se pudo determinar que el sistema de alteridad que más produce impacto en la ciudad son barrios de origen informal como ya se expuso previamente por las actividades presentes en la zona, según se muestra en la figura 27.

Tabla 27. Evaluación de tensores ambientales

		MEDIO RECEPTOR														
		AGUA				SUELO			AIRE		COMPONENTES BIÓTICOS				IMPACTO SOCIAL	Ponderación final
SISTEMAS DE ALTERIDAD	TENSORES	Calidad físico-química	Calidad biológica	Eutrofización	Drenaje superficial	Calidad	Compactación - relleno	Erosión	Calidad	Presión sonora	Deforestación	Fragmentación del rodal	Fauna a ambiente asociado	Paisaje		
CIUDAD	BARRIOS DE ORIGEN INFORMALES.	Pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2B
		Vertimiento directos	3	3	2	2	3	3	0	3	2	1	2	2	3	29A
		Disposición de residuos sólidos	3	3	0	3	3	3	0	3	0	0	0	2	3	25A
		Construcción de viviendas	1	0	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	3	22A
		Accesibilidad vial y tránsito vehicular	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	1	9B
		Tala de mangle	0	0	0	0	3	2	1	1	3	3	3	2	0	18M
		Total:105														
	BARRIOS TRADICIONALES.	Pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1B
		Vertimiento directos	3	3	2	2	3	3	0	3	2	1	2	2	1	27A
		Disposición de residuos sólidos	3	3	0	3	3	3	0	3	0	0	0	2	3	25A
		Construcción de viviendas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1B
		Accesibilidad vial y tránsito vehicular	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	1	8B
		Tala de mangle	0	0	0	0	3	2	1	1	3	3	3	1	2	19M

		Total:81															
COMERCIO	DESARROLLO PORTUARIO	Vertimiento directos	3	3	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	1	1	14M
		Disposición de residuos sólidos	2	2	0	0	2	1	0	0	0	1	0	2	1	1	12M
		Construcción	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	2	2	2	15M
		Tránsito marítimo	2	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	9B
		Total:50															
INFRAESTRUCTURAS	VÍAS	Construcción	2	2	0	0	3	3	1	1	2	3	0	1	1	1	20A
		Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ACUEDUCTO	Cobertura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3B
	ALCANTARILLADO	Cobertura	2	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	12M
	DRAGADOS		3	3	0	0	3	3	0	1	1	3	1	2	3	2	27A
		Total:62															

Fuente. Matriz de Leopoldo adaptada por los autores, 2009

7.4 SINTESIS

La estructura y la funcionalidad del paisaje está determinada por una matriz compuesta por todos los cuerpos internos de agua, los corredores están conformados por las vías y mangles que componen el sistema y los parches existentes son la Isla de Los Pájaros y el manglar del sector Ciénaga de Las Quintas ya que su extensión supera 1 Ha.

La transformación del territorio en Cartagena de Indias estuvo determinada por dos periodos el primero se da 1890 a 1940 y el segundo se da de 1940 hasta nuestros días porque estuvieron ligados a cambios socioeconómicos dados en la ciudad.

El crecimiento de la ciudad a partir de los años 80, se caracterizó por la densificación de las zonas con mayores pendientes ubicadas entre la avenida Pedro de Heredia, carretera del bosque y transversal 54, comenzando a surgir las tramas desarticuladas que pudiera insertarse favorablemente dentro del sistema general de la ciudad

Con el análisis de las fotografías aéreas se logro identificar dos puntos críticos que están altamente relacionados con la construcción de puentes que no cumplen con las medidas mínimas que permitan una adecuada hidrodinámica del sistema, estos puntos se ubican en los puentes transformación nacional sector Chambacú y en sector del cabrero y Marbella. Permitiéndose un estrangulamiento localizado por puentes en dichos cuerpos.

El cuerpo de agua con más relleno ha sido el del Laguna del Cabrero con un 36%, mientras tanto el Caño Juan Angola es el que tiene la menor modificación porque se le agrega el canal paralelo, seguido de la Laguna de San Lázaro que ha sido limitado por las murallas.

Alrededor de los cuerpos de agua como la Ciénaga de Las Quintas y Ciénaga de La Virgen se están realizando la construcción de parques lineales y paseos peatonales gracias a proyectos puntuales como el eje 1 y 2 cuyo ejecutor es EDURBE.

La ciudad, en aras de mejorar sus sistema de movilidad, actualmente está desarrollando el macroproyecto de transporte masivo Transcaribe que están relacionado con los ejes 1 y 2, los cuales contemplan la construcción de vías que se encuentran en las rondas de los cuerpos internos de agua.

Los problemas que afectan considerablemente el equilibrio del recurso hídrico son el vertimiento de aguas residuales domesticas e industriales, rellenos, disposición inadecuada de los residuos sólidos a los cuerpos internos de agua.

CONCLUSIONES

La eliminación de la cobertura vegetal, la migración de especies, fragmentación de ecosistemas, la disminución en la productividad de los ecosistemas y cambio en su dinámica con la consecuente pérdida de biodiversidad y conflictos por agotamiento de recursos se puede decir que son los problemas que afectan directamente el sistema lagunar de Cartagena de Indias.

Por lo tanto los problemas ambientales de la ciudad se encuentran relacionados con las condiciones biofísicas del territorio, que, en buena medida, determinan la disponibilidad de recursos naturales.

Así mismo, estos problemas se relacionan con el proceso de ocupación y poblamiento del territorio y con las condiciones de desarrollo histórico, cultural y socioeconómico.

En conclusión la problemática ambiental de la ciudad esta derivada de acción directa de la población sobre el sistema lagunar.

A continuación se muestran las conclusiones relevantes del diagnostico ambiental realizado y la correlación de los componentes estudiados:

- Con frecuencia se escucha decir que los cuerpos de agua de la ciudad de Cartagena son ecosistemas bastante estudiados y con mayor diagnóstico en la ciudad, que por lo tanto ya es suficientemente conocido y que por ello no es necesario realizar más estudios o diagnósticos sobre estos, sino que es preciso pasar al terreno de la toma de decisiones a fin de iniciar su recuperación.

Sin embargo el presente estudio demuestra que es necesario articular de una forma más concreta las inversiones y desarrollos planteados para la zona de estudio, es cierto que existen una gran cantidad de estudios referentes a este tema, pero estos esfuerzos han sido en su mayoría descripciones o aproximaciones descriptivas y puntuales en el tiempo y/o espacio que, son de objetivos diversos, muchos no han tenido integridad y no brindan soluciones de continuidad, algunas presentan vacíos evidentes y por último no se puede correlacionar, originando como consecuencia no tener una información histórica consolidada desde el punto de vista gubernamental por las constantes aberturas y clausuras de organismos del Estado.

- La calidad de las aguas se deteriora en épocas de invierno, se considera que el lavado de los suelos es el causante de ello.
- Uno de los parámetros más relevantes que afectan sustancialmente la calidad de las aguas del sistema lagunar son los aportes de los sólidos suspendidos y los desechos orgánicos, productos de las aguas residuales domésticas que provienen de la ciudad, los cuales actúan directamente sobre ecosistemas muy frágiles como son los mangles.
- Uno de los factores ambientales más preocupantes es la presión urbanística que hay en el lugar debido a la presencia de invasiones en límites de dichos cuerpos de agua, que han reducido el manglar por tala indiscriminada para consumo doméstico (vivienda, leña entre otros usos).
- Los cuerpos de agua Caño Juan Angola, Laguna del Cabrero, Laguna de Chambacú son los más utilizados como sanitarios y playones sin cobertura vegetal.
- Las áreas de mayor afectación de la calidad de las aguas coinciden con los puntos de estrangulamientos de los flujos, donde se encuentran la mayoría de los puentes.
- Los sistemas cenagosos de la ciudad de Cartagena estudiados en este proyecto, se encuentran en estado de deterioro ambiental, convirtiéndose en vehículo de transmisión de diferentes especies de microorganismos patógenos, causantes de varias enfermedades, y de reproducción de vectores que sirven de intermediarios entre un agente patógeno y un huésped receptible para producir una enfermedad, en los últimos años las enfermedades de origen Hídrico de mayor concurrencia ha sido las enfermedades diarreicas agudas (EDA) y de infecciones en la piel exantemática.
- Pero existe la problemática que muchas veces las personas enfermas por este tipo de patología no acuden a las Unidades Periféricas de Atención (UPA) o a los Centros de Atención Permanentes (CAP) por la sintomatología de éstas, porque son enfermedades que para ellos son comunes y no los afectan en su momento, este tipo de caso se le denomina morbilidad visual porque la detecta de manera visual el médico al momento de realizarle una consulta por alguna u otra afección que se le conoce como morbilidad sentida.
- A nivel de CAP para la zona del Caño Bazurto y Ciénaga de Las Quintas la morbilidad visual de mayor incidencia es de tipo exantemática, por las cercanías que estos cuerpos de agua tienen al Mercado de Bazurto lugar de acopio de artículos de primera necesidad generalmente alimentos que tienden a generar desechos orgánicos que al momento de descomponerse se da la proliferación de vectores, mientras que en el sector del nororiental de la ciudad que tiene cercanías al Caño Juan Angola se aprecia una morbilidad sentida por enfermedades como IRA y EDA

por los canales de aguas pluviales que se encuentran en la zona sin olvidar la Ciénaga de la Virgen lugar donde confluyen todos los canales.

- Se puede determinar que los cuerpos de agua donde hay mayor contaminación hídrica, como el Caño Juan Angola y Caño Bazurto se observa mayor incidencia de enfermedades de origen hídrico como el EDA, IRA y Dengue.
- Entre los aspectos que no están claros en las visitas realizadas a las UPAS no se encontró existencia de una caracterización precisa de la población desde el punto de vista demográfico, epidemiológico, socioeconómico, cultural, étnico y de las necesidades en salud percibidas por la propia comunidad.
- Aunque la comunidad identifica a la contaminación de los cuerpos de agua como la causa de las enfermedades, se percibe una baja capacidad para resolver problemas de salud, por ejemplo, en la actitud frente al manejo de los residuos sólidos y desperdicios.
- Con las diferentes visitas de campo a los caños y lagunas de la ciudad de Cartagena de Indias se encontró que predominan el mangle rojo, el mangle negro y el Blanco.
- El esquema de desarrollo de la ciudad ha sido la causa para que en corto tiempo, se produzcan grandes alteraciones en alguno de los elementos ecológicos naturales más importantes de la ciudad como son la Ciénaga de La Virgen, el sistema de cuerpos internos de agua y la Bahía Interna, los cuales han sufrido un proceso gradual de deterioro ante el avance incontrolado del perímetro urbano.
- En la actualidad la cobertura de mangles se encuentra intervenida y recibe escaso valor como elemento natural dentro de los habitantes de la ciudad.
- El mangle desafortunadamente es calificado por muchos como maleza, adicionalmente existe el ímpetu descontrolado de urbanizar hacia el mar y hacia el interior de los cuerpos de agua sacrificando este elemento protector. Se evidencia que la parte gubernamental de la ciudad aún no ha establecido un límite al impulso urbanizador y a las actividades portuarias con respecto a la frontera que establece el manglar, que es un límite natural que debe empezar a valorarse.
- El manejo de los residuos sólidos en el perímetro urbano, no es deficiente por falta de control directo sobre la recolección y la disposición final de esto, sin embargo por la poca cultura ambiental de los habitantes de la ciudad, se generan zonas de conflicto que afectan la calidad del agua, calidad paisajística y atmosférica e introducen factores de riesgos para la salud.

- El desarrollo urbano de la ciudad se ha producido dentro de unas limitaciones de espacio, lo cual conduce a que se creen zonas de alta densidad poblacional generando una presión sobre el espacio, reduciendo las áreas libres para esparcimiento y un conflicto de armonía en el paisaje. Este problema introduce en el conjunto de la ciudad áreas de administración complicada como zonas tuguriales, que normalmente corresponden a terrenos de invasión que se extraen de las reservas naturales, generando áreas de conflicto ambiental, ya que estos asentamientos no reúnen condiciones básicas de servicio, entrando en contradicción con la capacidad de carga del medio natural y son por lo tanto escenarios de graves conflictos sociales.
- Según el análisis espacio ambiental realizado con fotografías aéreas el mayor grado de deterioro ambiental se ha dado en los últimos cincuenta años, con una reducción de 30, 28 Hectáreas de espejo de agua entre 1961 y el 2005. Se estima que esta cantidad puede ser hoy en día mayor, pues se han realizado construcciones desde el año 2005 hasta la actualidad y como no se tiene registro fotográfico vigente, fue imposible tener un dato exacto.
- En pro de modificar las dinámicas originales de los espacios se ha desencadenado procesos de deterioro y desgaste natural en los cuerpos de agua y en las rondas de manglar, ya que el desconocimiento que tienen sobre las dinámicas de los flujos y las implicaciones que existen en los espacios habitados hacen más compleja la problemática integral en su conjunto considerándola como un sistema independiente.
- Se ha presentado disminución del mangle por la inadecuada disposición de residuos sólidos y presencia de basureros satélites en áreas como la Ciénaga de Las Quintas, Caño Bazurto, Laguna San Lázaro y Caño Juan Angola. Debido al efecto de viento y las corrientes los residuos son arrastrado hasta depositarse en las raíces de los mangles. Cuando residuos como los desechos orgánicos en especial llegan a la Ciénaga de Las Quintas comienzan su proceso de degradación natural produciendo olores ofensivos y son focos de vectores como ratas, ratones, ácaros e insectos (mosquitos).
- El paisaje se ve directamente afectado por la gran cantidad de residuos sólidos que son depositados en las rondas de los cuerpos de agua de la ciudad afectando la calidad del agua, también se ve afectado indirectamente con la degradación de la materia orgánica genera olores ofensivos que dan una mala percepción de entorno, esto puede ser subjetivo de persona a persona, pero trae como resultado común molestia entre los habitantes que viven aledaño a los cuerpos internos de agua.
- El crecimiento de la ciudad a partir de los años 80, se caracterizó por la densificación de las zonas con mayor pendientes, ubicadas entre la Avenida de Pedro de Heredia, carretera del Bosque y Transversal 54; comenzando a surgir así, las tramas

desarticuladas sin ningún eje ordenador que pudiera insertarse favorablemente dentro del sistema general de la ciudad.

- A partir del rápido y fuerte crecimiento demográfico de los últimos años, la ciudad se expande hacia la periferia en forma incontrolada, inducida por los ejes de expansión a lo largo de las carreteras, generando asentamiento aislados y baldíos que multiplican el área urbana, agregando vulnerabilidad y los riesgos que algunas aéreas presentan para el uso urbano.

RECOMENDACIONES

- Monitorear permanentemente los cuerpos de agua para notar cambios en su calidad en las diferentes épocas del año.
- Controlar las disposiciones de residuos, formular proyectos como carreteras y parques lineales que permitan ponerle freno a las actividades de índole de invasión a las orillas de dichos cuerpos de agua.
- Erradicar los basureros satélites que se encuentran en las áreas de influencia en especial el de la Ciénaga de las Quintas, Laguna San Lázaro y Caño Juan Angola.
- Divulgar mediante campañas de educación ambiental a la población civil, la problemática sanitaria en la cual se encuentra la ciudad de Cartagena, para que conozcan el problema y actúen en consecuencia y el Distrito tome medidas de contingencia y compensación.
- A pesar de que se evidencia que en años anteriores al 2005 la cobertura del mangle no era tan extensa, como en la actualidad, su existencia debe incorporarse a los criterios de diseño urbano y favorecer como componente compensatorio de otras alteraciones ambientales.
- Muchas de las enfermedades de origen hídrico no solo se dan por contacto primario de agua, como es el consumo de estas, también se pueden originar por la inadecuada manipulación de alimentos, por lo tanto es necesario realizar un estudio higiénico-sanitario de los habitantes de la zona de influencia.
- Crear una base de datos confiable que le permita a los organismos o entidades que se encargan de la gestión de la salud en Cartagena tener la información accesible, donde se depositen los números de casos, centro asistencial, persistencia y que la información sea de tipo confiable y en tiempo real.
- Los proyectos coyunturales deben ser integrados con los proyectos turísticos que se están dando en la zona.
- Se sugiere a las autoridades competentes restringir la construcción de muelles o marinas en zonas que interfieran con la hidrodinámica principalmente en la Laguna de San Lázaro por ser el cuerpo de agua con mejor calidad ambiental la cual puede verse afectada al construir estas obras.

BIBLIOGRAFÍA

✚ CALDERÓN L., Gomez L., Romero L., Salud Ambiental y Desarrollo, editorial; Universidad Nacional de Colombia Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), santa fe de Bogotá, 1995.

✚ Cámara de comercio de Cartagena, Cartagena en cifras diciembre de 2007 - Serie No. 12 [artículo de Internet]. http://www.cccartagena.org.co/economica/cartagena_en_cifras_diciembre_2007.pdf. [consulta: 01 agosto de 2008]

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE) y CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA, " Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de La Ciénaga de la Virgen (Bolívar-COLOMBIA)", [documento de trabajo], Cartagena de indias, 2005, p. 72.

✚ Colombia, Ministerio De Transporte y HASKONING, " Bocana de marea en la Ciénaga de la virgen. Anexo B". [documento de trabajo], Cartagena de indias, 2001, p. 1.

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Aprendamos del ambiente con CARDIQUE", Cartagena de indias, 2005.

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Diseño De A) Sistema De Manejo Y Disposición Final De Residuos Patológicos, B) Sistema De Control Y Monitoreo De La Calidad Del Aire Y C) Plan De Manejo Uso Y Control De Canteras" [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1997.

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE) y AMBIENTRONIKA LTDA., "Diseño De La Red De Calidad De Agua En El Distrito De Cartagena - SEBAC 090/98, Contrato 003/99 " [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1999

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "El Estudio De La Bocana Estabilizada En La Ciénaga De La Virgen Cartagena Colombia" [documento de trabajo], Cartagena de indias, 2001.

✚ Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT),

Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Estudio De Los Procesos Costeros En El Área De El Laguito- Cartagena", [documento de trabajo], Cartagena de indias,1997.

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Control Y Monitoreo Del Ecosistema Hídrico De La Ciénaga De La Virgen, El Canal Del Dique Y Caños Y Lagos De Cartagena" [documento de trabajo], Cartagena de indias,1997.

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Establecimiento Publico Ambiental de Cartagena (EPA), "Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro urbano de la ciudad de Cartagena de indias" [documento de trabajo] Cartagena de indias, 2006, p. 15.

Colombia. Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias," Decreto No 0977 de 2001, Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias".

Colombia. Congreso Nacional de la República, "decreto –ley 2811 del 18 de diciembre de 1974, Código Nacional De Los Recursos Naturales Renovables Y Protección Al Medio Ambiente, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en Diario Oficial No 34.243, del 27 de enero de 1975.

Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE) , Fondo Financiero de Proyecto de desarrollo(FONADE) y Universidad de Cartagena (UDC)., "Estudio del comportamiento hidráulico – ambiental de los caños y lagos de Cartagena", [documento de trabajo], Cartagena de indias, 1992, p. 3

Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE) e HIDROTEC Ltda., "Proyecto de caños, lagunas de Cartagena de indias". [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1983.

Colombia. Empresa desarrollo Urbano de Bolívar S.A. (EDURBE)" Guía Para La Elaboración Del Plan De Monitoreo De Calidad Ambiental Del Proyecto De Caños Y Lagos De Cartagena" [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1994.

Colombia. Ministerio Del Medio Ambiente, Lineamientos De Política Para El Manejo Integral Del Agua [artículo de Internet]. http://www.ideam.gov.co/apcaa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/Lineamientos_Agua.pdf1996. [consulta: 15 agosto de 2008]

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Guías para el monitoreo de los vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, Impresora Nacional; 2003, p. 17.

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Estudio Para La Caracterización Y Evaluación De La Calidad Ambiental De Los Recursos Aire, Agua Y Suelo Del Área De Influencia De La Zona Industrial De Mamonal" [Documento de trabajo], Cartagena de indias, 1999

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "El Monitoreo De La Calidad Ambiental De La Bahía De Cartagena Y La Zona Industrial De Mamonal" [documento de trabajo], Cartagena de indias, 1998.

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "Estudio Microbiológico Y Físicoquímico De Las Aguas De La Bahía De Cartagena- Sector Manzanillo-Castillo Grande" [documento de trabajo], Cartagena de indias, 1996.

Colombia. Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Corporación Autónoma Regional de Canal de Dique (CARDIQUE), "OFERTA Y DEMANDA DE SERVICIO DEL LABORATORIO DE CALIDAD – CARDIQUE" [documento de trabajo], Cartagena de indias, 1997.

ENSUNCHO L., García C., Mouthon J., Ustariz G., "PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE CAÑOS Y LAGOS INTERNOS DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS" [memorias de conferencia] XII semanario Nacional de hidráulica e hidrológica, Universidad de los Andes, Sociedad colombiana de ingenieros, santa fe de bogota, 17 – 19 de julio, 1996.

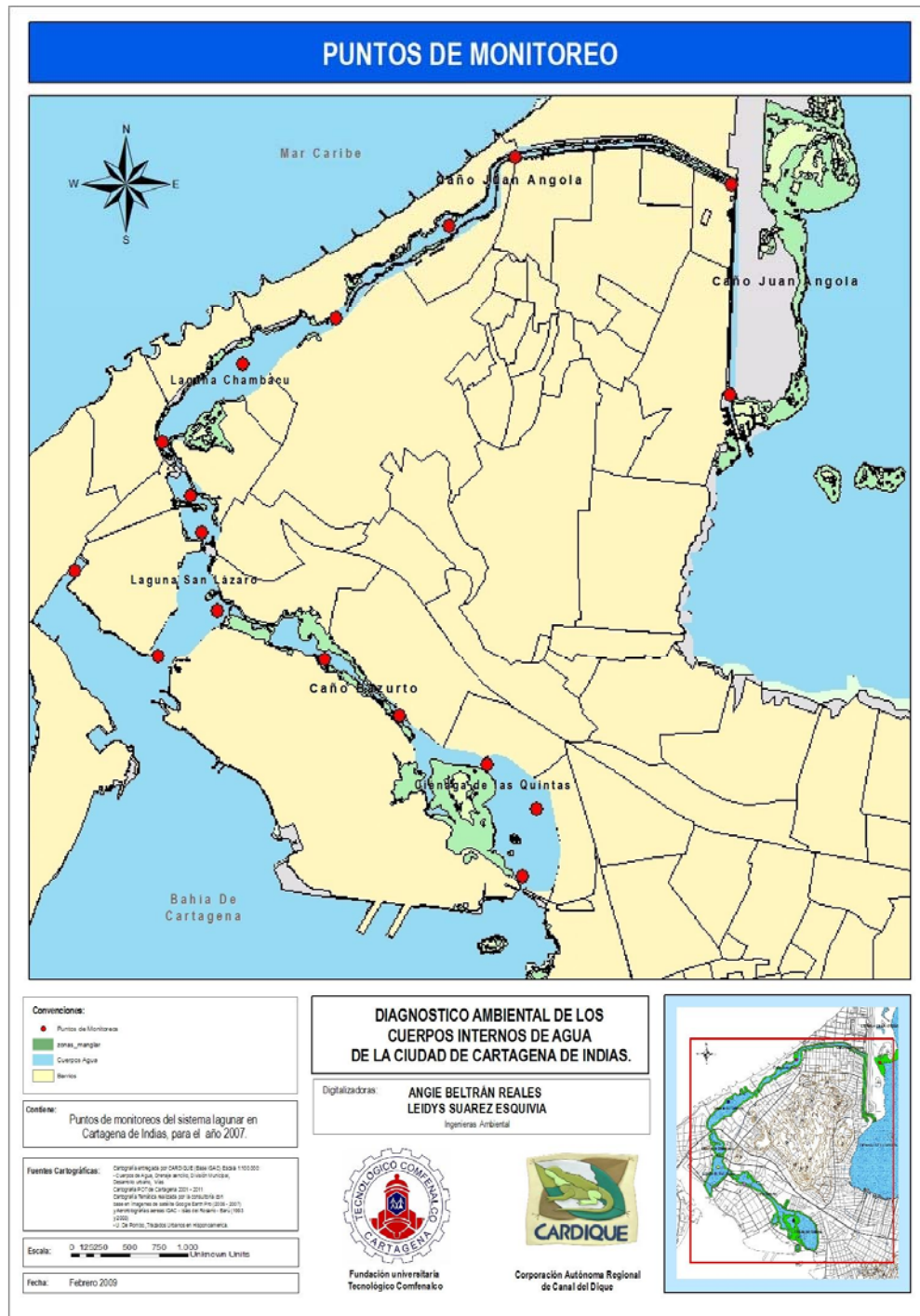
KEMMER F., McCall ion John. Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones; Editorial McGraw Hill. Tomo I, Tomo II, 1996.

ANEXOS



DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

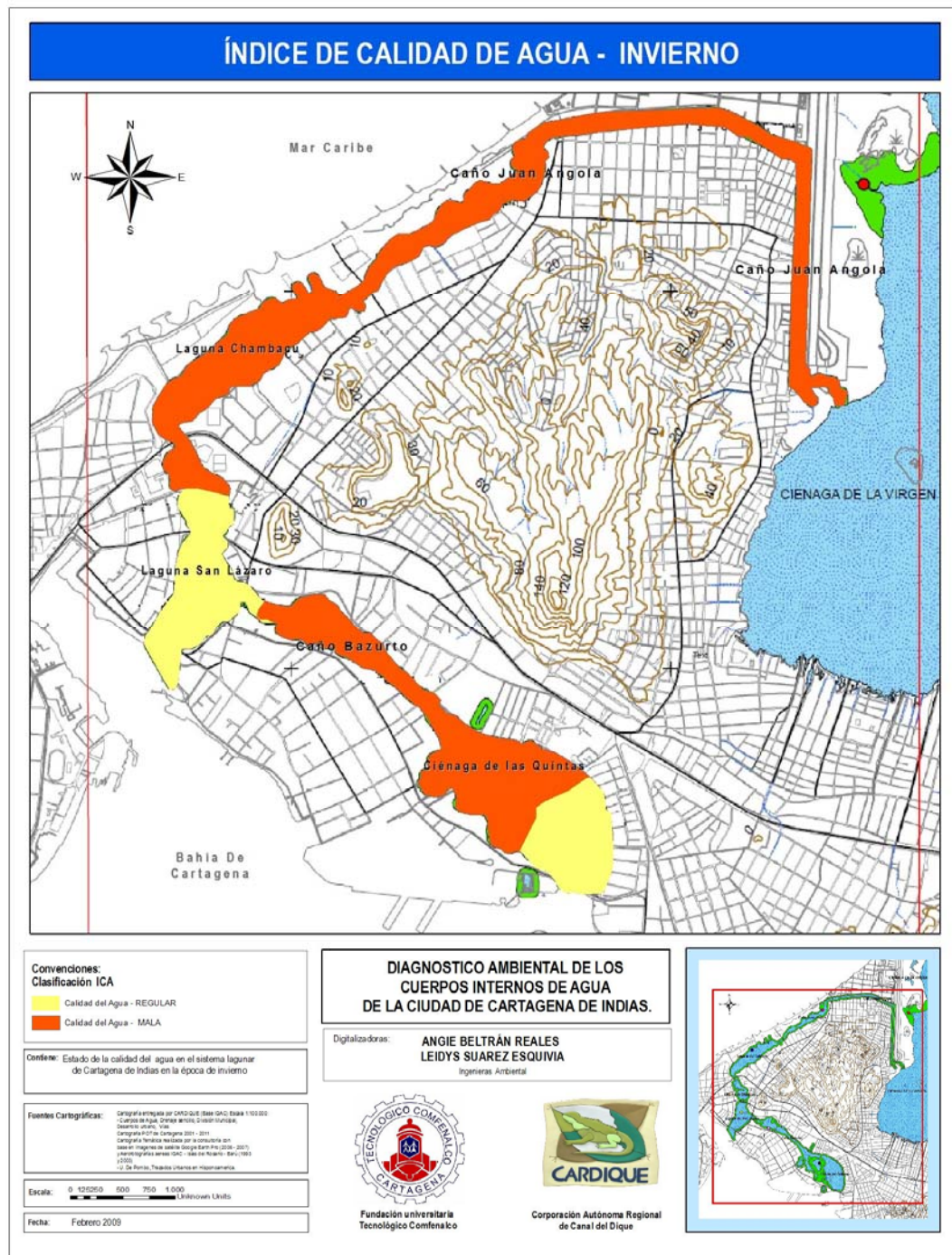
ANEXO A. PUNTOS DE MONITOREO



Fuente. Las autoras, 2009

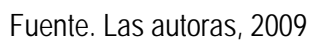
DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

ANEXO C. ÍNDICE DE CALIDAD –INVIERNO



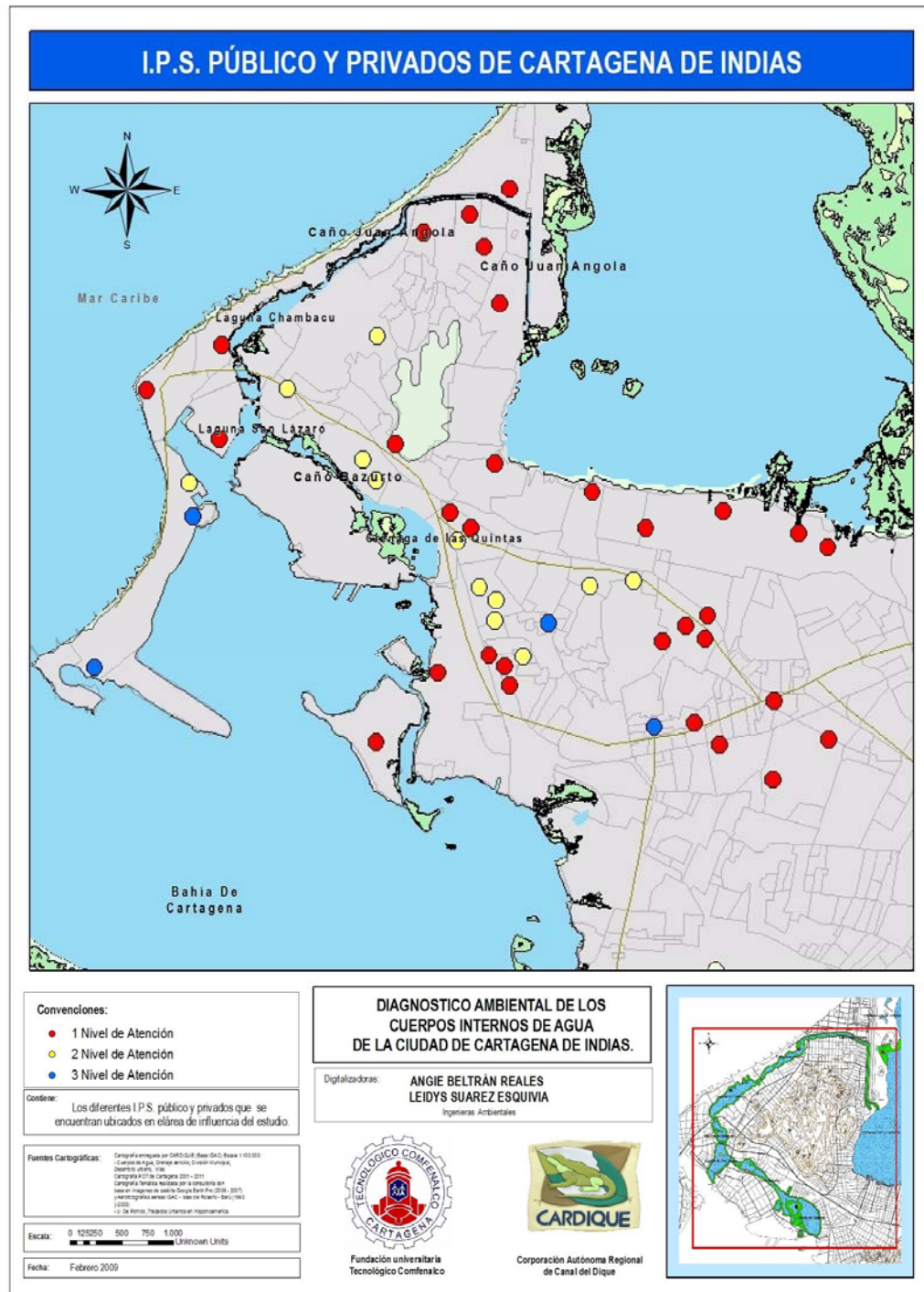
Fuente. Las autoras, 2009

ANEXO D. ÍNDICE DE CALIDAD –VERANO



DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

ANEXO E. I.P.S PÚBLICOS Y PRIVADOS DE CARTAGENA DE INDIAS



Fuente. Las autoras, 2009

ANEXO H. EXPANSIÓN URBANÍSTICA DE CARTAGENA DE INDIAS EN 1940

