

**FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y
ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
DE CARTAGENA DE INDIAS**

CAPÍTULO 4

**ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y
FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN
DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES**

**REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE
LA VIRGEN**

CAPÍTULO 2

**ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO
PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN**

**ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS
POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN**



CONSORCIO IBEROAMÉRICA



CARTAGENA DE INDIAS

DICIEMBRE 2015

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
 INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
 FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | ESTUDIOS AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGUNA Y CIÉNAGAS INTERIORES Y CIÉNAGA DE LA VIRGEN DE CARTAGENA DE INDIAS | 10 |
| 1.1. | ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL GLOBAL DEL QUE HACE PARTE EL CONJUNTO DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS. | 10 |
| 1.1.1. | Sector de la zona Norte de la Ciudad de Cartagena. | 11 |
| 1.1.2. | Sector de las cuencas hidrográficas que drenan aguas sobre la ciénaga de la Virgen y que están localizadas en su margen oriental | 14 |
| 1.1.3. | Sector del núcleo central de la Ciudad de Cartagena..... | 14 |
| 1.1.4. | El Medio Marino..... | 15 |
| 1.2. | CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA Y SU ÁREA CONTIGUA Y ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA. | 16 |
| 1.2.1. | Delimitación del ecosistema donde se circunscriben la ciénaga de la Virgen y el sistema de Caños y Lagos | 17 |
| 1.2.2. | Descripción de los componentes biofísicos que conforman el ecosistema. | 18 |
| 1.2.2.1. | Cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen. | 18 |
| | • Arroyo Caño Mesa | 19 |
| | • Arroyo Tabacal..... | 20 |
| | • Arroyo Hormiga | 20 |
| | • Arroyo Chiricoco | 21 |
| | • Arroyo Chiamaría..... | 21 |
| | • Arroyo Tomatal (Limón) | 21 |
| | • Arroyo Matute..... | 22 |
| 1.2.2.2. | Cuencas hidrográficas urbanas localizadas al sur y parte del occidente de la ciénaga de la virgen..... | 23 |
| | • Arroyo Fredonia (Canal Calicanto Viejo) | 23 |
| | • Canal Playa Blanca | 24 |
| | • Canal Maravilla | 24 |
| | • Canal Ricaurte..... | 25 |
| | • Cuenca Las Flores | 25 |
| | • Cuenca Arroquera | 25 |
| | • Canal Once de Noviembre | 26 |
| | • Canal El Villa | 26 |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

- Canal El Tabú 26
- Canal Salím Bechara..... 27
- Cuenca Primero de Mayo..... 28
- Canal San Martín 28
- Canal Amador y Cortés 28
- Canal Barcelona 29
- Canal San Pablo 29
- Canal María Auxiliadora 29
- Canal Bolívar..... 30
- Cuenca La Esperanza..... 30
- Cuenca del Barrio La María 30
- Cuenca Sector Los Corales Barrio La María..... 31
- Canal San Francisco 31
- Canal Pedro Salazar 32
- 1.2.2.3. Cuecas hidrográficas urbanas que drenan hacia el sistema de caños y lagos
internos (Cerro de la Popa)..... 32
- Cuenca Sector La Loma Barrio San Francisco 33
- Cuenca Calle 77 Barrio San Francisco 34
- Cuenca Barrio Daniel Lemaitre..... 34
- Cuenca Barrio 7 de Agosto 34
- Cuenca Barrio Crespito 35
- Cuenca Barrio Canapote 35
- Cuenca Calle 50 Barrio Torices 35
- Cuenca Calle 44 Barrio Torices 36
- Cuenca Calle 42 Barrio Torices 36
- Cuenca Calle 37 Barrio Torices 37
- Cuenca Carrera 16-A Barrio Pie del Cerro 37
- Cuenca Carrera 21-B Barrio Pie de la Popa 37
- Canal Barrio Chino (Cuenca Bazurto)..... 38
- Canal Icollantas (Cuenca Bazurto) 38
- Canal Colonial (Cuenca Bazurto) 38
- Canal los Luceros (Cuenca Bazurto)..... 39
- Canal Martínez Martelo (Cuenca Bazurto)..... 39

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| | |
|--|----|
| 1.2.2.4. Manglar localizado en las rondas de la ciénaga de la virgen y caños y lagos internos..... | 40 |
| • Estructura..... | 41 |
| 1.2.2.5. Bosques de las rondas hídricas de los arroyos de las cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen..... | 42 |
| • Vegetación de Playa..... | 43 |
| • Bosques Tropófilo..... | 44 |
| • Matorrales Subxerófiticos..... | 44 |
| • Cordón Ripario..... | 44 |
| • Potreros Arbolados..... | 44 |
| 1.2.2.6. Mar Caribe..... | 46 |
| • <u>Corrientes</u> | 47 |
| • <u>Mareas</u> | 47 |
| • <u>Oleajes</u> | 48 |
| • Calidad Físicoquímica y Microbiológica..... | 49 |
| 1.2.2.7. <u>Bahía interna</u> | 52 |
| 1.2.2.8. Ciénaga de la Virgen..... | 58 |
| • <u>Corrientes</u> | 58 |
| • <u>Mareas</u> | 59 |
| • <u>Calidad de agua</u> | 59 |
| 1.2.2.9. Sistema de Caños y Lagos Internos..... | 62 |
| 1.2.2.10. Suelo que soporta a los componentes biofísicos del ecosistema (geomorfológicas, geológicas, tipos de suelo y de cobertura de la tierra)..... | 65 |
| • Geología y Geomorfología..... | 65 |
| • Tipos de suelo..... | 68 |
| • Coberturas de la Tierra..... | 71 |
| 1.2.2.11. Climatología..... | 80 |
| • Temperatura..... | 80 |
| • Precipitación..... | 81 |
| • Humedad Relativa..... | 81 |
| • Brillo Solar..... | 82 |
| • Evaporación..... | 82 |
| • <u>Régimen de Vientos</u> | 83 |
| • Calidad atmosférica..... | 84 |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| | | |
|----------|--|-----|
| 1.2.3. | Análisis de los procesos de interdependencia del ecosistema. | 88 |
| 1.2.3.1. | <u>Relación entre el Mar caribe y la ciénaga de la virgen (R-01) y entre la Bahía Interna y Laguna de San Lazaron y Ciénaga de las Quintas (R -02).</u> | 90 |
| • | <u>Influencia del mar Caribe y Bahía Interna sobre las características hidrodinámicas del sistema.</u> | 91 |
| • | <u>Influencia del mar Caribe y Bahía Interna sobre las características fisicoquímicas de la calidad del agua.</u> | 95 |
| 1.2.3.2. | Relación entre la escorrentía de las cuencas hidrográficas que drenan al costado oriental y sur de la ciénaga de la Virgen y la Ciénaga de la Virgen (R-03 y R-04) y Relación entre los Bosques riparios de las cuenca orientales de la ciénaga de la Virgen y la Ciénaga de la Virgen (R-08)..... | 97 |
| • | Condicionamiento hidrodinámico. | 97 |
| • | Alteración de la Calidad del Recurso hídrico..... | 99 |
| • | Interconexión biológica que se presenta entre el manglar que rodea la ciénaga de la Virgen y los bosque de las rondas hídricas de los arroyos que desembocan en ella. | 100 |
| 1.2.3.3. | Relación entre la escorrentía de la cuenca urbana del cerro de la Popa y el Sistema de caños y lagos (R-05). | 100 |
| 1.2.3.4. | Relación entre el Manglar con los cuerpos de agua de la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos internos (R-06)..... | 102 |
| 1.2.3.5. | Relación entre la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos (R-07) ... | 109 |
| 1.2.3.6. | Relación de las condiciones climáticas con el ecosistema (R-09). | 111 |
| 1.2.4. | Síntesis de la Línea base Ambiental (Conclusiones sobre el funcionamiento del ecosistema)..... | 113 |
| 1.3. | IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE SE PUEDAN PRESENTAR HACIA LA VEGETACIÓN Y FAUNA EXISTENTES EN LA ZONA, CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AIRE Y AUMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO Y GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES. | 123 |
| 1.4. | FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES Y CIÉNAGA DE LA VIRGEN. | 129 |
| 2. | BIBLIOGRAFÍA | 131 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Delimitación del entorno ambiental del que hace parte el sistema territorial de la ciénaga de La Virgen y el conjunto de caños y lagos internos de la ciudad de Cartagena. Autores, 2015 | 11 |
| Ilustración 2. Zonificación de Manglares en Jurisdicción de CARDIQUE | 13 |
| Ilustración 3. Medio Marino del entorno del que hace parte el sistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos..... | 15 |
| Ilustración 4. Procedimiento para determinar la línea base ambiental del área de influencia directa. | 16 |
| Ilustración 5. Plano Base del Ecosistema donde se circunscribe la Ciénaga de la Virgen y el Sistema de Caños y Lagos internos. | 18 |
| Ilustración 6. – Cuencas Hidrográficas que drenan al Oriente de la Ciénaga de la Virgen | 19 |
| Ilustración 7. Cuencas hidrográficas que drenan al sur y parte del occidente de la ciénaga de la Virgen | 23 |
| Ilustración 8. Cuecas hidrográficas urbanas que drenan hacia el sistema de caños y lagos internos (Cerro de la Popa) | 33 |
| Ilustración 9. Coberturas de manglar de la ciénaga de la Virgen y del sistema de Caños y Lagos Internos | 40 |
| Ilustración 10. Bosques riparios de las rondas hídricas de los arroyos de las cuencas hidrográficas localizadas que drenan al oriente de la ciénaga de virgen | 43 |
| Ilustración 11. Franja del Mar Caribe..... | 47 |
| Ilustración 12. Comportamiento de la Altura Significante de la Ola medida en la Boya de oleaje direccional ubicada en aproximaciones a Barranquilla durante el 2007, mostrada como mediciones In Situ más cercanas a Cartagena. Fuente: Informe diagnóstico de mareas. CIOH, 2007. | 49 |
| Ilustración 13. Estaciones de Monitoreo Mar Caribe | 51 |
| Ilustración 14. Localización de la Bahía Interna..... | 52 |
| Ilustración 15. Comportamiento hidrodinámico de la Bahía de Cartagena. Resultados del modelo hidrodinámico HD, marea entrante. FUENTE: FONADE & CONSORCIO AFA- INGENIEROS LTDA, 2009 | 54 |
| Ilustración 16. Comportamiento hidrodinámico de la Bahía de Cartagena. Resultados del modelo hidrodinámico HD, marea saliente. FUENTE: FONADE & CONSORCIO AFA- INGENIEROS LTDA, 2009 | 55 |
| Ilustración 17. Niveles medidos en el Canal de Bocachica, 2009. FUENTE: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, 2009 | 56 |
| Ilustración 18. Localización de estaciones para Medición de Calidad de Agua. FUENTE: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, CARDIQUE Y ACUACAR..... | 57 |
| Ilustración 19: Puntos de muestreo de la REDCAM en la ciénaga de La Virgen. REDCAM, 2014 | 60 |
| Ilustración 20. Caños y lagunas en el Distrito de Cartagena. Fuente: Universidad de Cartagena. Con información de Google Earth, 2010 | 63 |
| Ilustración 21: (a) Condiciones de calidad del agua en la época seca, (b) Condiciones de calidad del agua en la época húmeda generado por Beltrán & Suárez, 2010 | 64 |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| | |
|---|----|
| Ilustración 22: unidades geológicas del área de influencia delimitada. Fuente: CARDIQUE, 2004.. | 67 |
| Ilustración 23: unidades geomorfológicas en el área de influencia delimitada. Fuente: CARDIQUE, 2004 | 68 |
| Ilustración 24. Características físicas del suelo del ecosistema..... | 69 |
| Ilustración 25: Mapa de cobertura de la tierra del área de influencia del proyecto. Fuente: Autores, 2015 | 73 |
| Ilustración 26: Registros de Temperatura promedio generados por el CIOH, 2015..... | 81 |
| Ilustración 27: Registros de precipitación generados por el CIOH, 2015..... | 81 |
| Ilustración 28: Registros de humedad relativa generados por el CIOH, 2015..... | 82 |
| Ilustración 29: Registros de brillo solar generados por el CIOH, 2015..... | 82 |
| Ilustración 30: Registros de evaporación generados por el CIOH, 2015..... | 83 |
| Ilustración 31: Registros del régimen de vientos en la época seca generados por el CIOH, 2015 ... | 84 |
| Ilustración 32: Registros del régimen de vientos en la época húmeda generados por el CIOH, 2015 | 84 |
| Ilustración 33: Registros del régimen de vientos en la época de transición generados por el CIOH, 2015 | 84 |
| Ilustración 34: Mapa de Concentración de PM10 en el Casco Urbano de Cartagena. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010 | 85 |
| Ilustración 35: Modelación de Ruido Ambiental en las Localidades 1 Y 2 de Cartagena para Fuentes Móviles y Fuentes Fijas en el Día Ordinario Horario Diurno. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010 | 86 |
| Ilustración 36: Modelación de Ruido Ambiental en las Localidades 1 Y 2 de Cartagena para Fuentes Móviles y Fuentes Fijas en el Día Ordinario Horario Nocturno. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010 | 87 |
| Ilustración 37. Esquema de Relaciones de interdependencia entre la ciénaga de la Virgen y Sistema de Caños y lagos internos y los componentes ambientales que los rodean..... | 88 |
| Ilustración 38. Conexiones del Mar Caribe y Bahía de Cartagena con Sistema de la Ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos internos. | 90 |
| Ilustración 39 – Estado de cierre y apertura de la boca natural de la Boquilla (actual y año 2012). | 92 |
| Ilustración 40: Cartagena. Inundación leve área de estudio. Este nivel de inundación corresponde a la unión del mapa elaborado por los expertos asistentes al seminario-taller ¿Cómo nos afecta el acelerado ascenso del nivel del mar?, el mapa de riesgos incluido en el POT, análisis de fotos satelitales y supone inundación de las áreas de manglar. INVEMAR, 2008..... | 94 |
| Ilustración 41: Cartagena. Playas y manglares inundados. INVEMAR, 2008..... | 95 |
| Ilustración 42. Variación del Oxígeno Disuelto en Varios puntos del sistema de Caños y lagos internos. Fuente: EPA Cartagena y la Universidad de Cartagena en el año 2015 | 96 |
| Ilustración 43. Niveles estimados por efectos de lluvias de 10 y 100 años de periodo de retorno. Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P | 98 |
| Ilustración 44. Caudales estimados de la salida en la Bocana por efecto de lluvias de 10 y 100 años de periodo de retorno. Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P | 99 |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| | |
|--|-----|
| Ilustración 45. CARTAGENA, SECTOR CERRO DE LA POPA, PREDIOS LOCALIZADOS SOBRE LOS DRENAJES NATURALES Elaboración de la consultoría. Fuente: Plan maestro de drenajes pluviales. Consultores cartageneros, 2009 | 101 |
| Ilustración 46: Fotografías aéreas de 1948 y 2007. En rojo punteado la línea aproximada del borde de la Ciénaga de la Virgen. Fuente: GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS. 2010..... | 103 |
| Ilustración 47: Avance de invasiones sobre el costado sur y suroccidental de la ciénaga..... | 104 |
| Ilustración 48: Construcción de la vía perimetral en el costado sur y suroccidental de la ciénaga. Fuente: Google Earth, modificado por autores. 2015 | 105 |
| Ilustración 49: Avance de invasiones sobre la esquina suroriental de la ciénaga. Fuente: Google Earth, modificado por autores. 2015 | 107 |
| Ilustración 50. Evidencias de Visita de campo Realizada a la Zona de estudio | 107 |
| Ilustración 51. Zonas de Playones de Manglar al occidente de la Ciénaga de la Virgen..... | 108 |
| Ilustración 52. Compuerta de Chambacu..... | 109 |
| Ilustración 53. Caudal en la entrada de la Bocana, Caudal Medio en la Compuerta de Chambacu. Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P, 2002..... | 110 |
| Ilustración 54. Plano de coeficientes de escorrentía. Fuente: Autores, 2015..... | 112 |
| Ilustración 55. Esquema de funcionamiento y relaciones de interdependencia del ecosistema de caños y lagos internos. | 114 |
| Ilustración 56. Zonificación de procesos de interrelación del ecosistema de la ciénaga de la Virgen. | 121 |
| Ilustración 57. Zonificación de procesos de interrelación del ecosistema de la ciénaga de la Virgen ZOOM. | 122 |
| Ilustración 58. Esquema de Identificación de impactos ambientales..... | 123 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Especies vegetales presentes en la ronda hídrica de los arroyos de la ciénaga de La virgen | 45 |
| Tabla 2. Variación de la Calidad de DBO5 y CFS en el Mar Caribe. Fuente: Aguas de Cartagena y EPA –Cartagena) | 50 |
| Tabla 3. Resultados de Mediciones de Calidad de Agua..... | 58 |
| Tabla 4. Características de la marea medida..... | 59 |
| <i>Tabla 5: Descripción de las tipologías del suelo clasificadas en el territorio.....</i> | 70 |
| Tabla 6: Coberturas de la tierra área de influencia del proyecto | 74 |
| Tabla 7. Relaciones de interdependencia de los componentes ambientales que conforman el ecosistema..... | 89 |
| Tabla 8. Descripción de los Rangos de la Ilustración 54..... | 113 |
| Tabla 9. Resumen de caudales de escorrentía de cuencas que drenan hacia la ciénaga de la virgen y caños y lagos internos. | 116 |
| Tabla 10: Lista de actividades e impactos asociados al ecosistema de la Loma del Peyé. | 124 |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

AUTORES

| | |
|----------------------------|--|
| PhD Javier Mouthom | Director del componente ambiental |
| Ms Hermes Martínez Batista | Coordinador técnico del componente ambiental |
| Cristian Herrera Atencio | Auxiliar de ingeniería |
| Oscar Herrera Sibaja | Auxiliar de ingeniería |
| Andrés Aguirre | Auxiliar de Sistemas de Información Geográfica |

1. ESTUDIOS AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGUNA Y CIÉNAGAS INTERIORES Y CIÉNAGA DE LA VIRGEN DE CARTAGENA DE INDIAS

En este capítulo se presentan los estudios ambientales para la formulación del plan integral para la recuperación y ordenamiento del sistema territorial conformado por la ciénaga de la Virgen y el conjunto de caños y lagos internos de Cartagena de Indias. El mismo se divide en cuatro subcapítulos: en el primero se realiza un análisis del sistema ambiental global del que hace parte el conjunto de caños, lagos y lagunas, en el segundo se plasma caracterización ambiental de los componentes del sistema y su área contigua y la línea base del área de influencia directa; en el tercero se presenta la identificación de los posibles impactos que se puedan presentar hacia la vegetación y fauna existentes en la zona, cambios en la calidad del aire y aumento en los niveles de ruido y generación de material particulado y gases, y en el cuarto se realiza la formulación de directrices ambientales para la formulación del plan integral para el sistema de caños, lagos y lagunas interiores

1.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL GLOBAL DEL QUE HACE PARTE EL CONJUNTO DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS.

El entorno ambiental del que hace parte la Ciénaga de la Virgen y el conjunto de caños y lagos internos de la ciudad de Cartagena se enmarca sobre la zona costera de la región Caribe colombiana que tiene una longitud de 55 km y que se extiende desde los límites de Galerazamba Bolívar en el corregimiento de Punta Canoa Cartagena, hasta la parte norte de la Isla Barú, a la altura del límite sur del corregimiento de Pasacaballos.

Hacia territorio continental, esta zona se conforma de una franja angosta que tiene su mayor ancho, de aproximadamente 27 km, a la altura de las cuencas hidrográficas que drenan aguas sobre la ciénaga de la Virgen y que están localizadas en su margen oriental; y su menor ancho de aproximadamente 17 kilómetros, en el área urbana de la ciudad de Cartagena y en la zona norte (Punta Canoas – Bayunca). Hacia territorio marino, esta zona involucra la Bahía de Cartagena con la influencia que recibe del Canal del Dique, y el borde de la franja que está conformado por el Mar Caribe.

A continuación se realiza la descripción de este entorno ambiental, observándolo desde las unidades territoriales que resultan de dividir su área en cuatro sectores: el primero que corresponde a la zona norte de la ciudad de Cartagena, el segundo a las cuencas hidrográficas que drenan aguas sobre la ciénaga de la Virgen y que están localizadas en su margen oriental, el tercero al núcleo central de la ciudad de Cartagena y el cuarto al territorio marino. En el plano de la Ilustración 1 se pueden observar estos cuatro sectores

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Para el fin anterior se tomaron como fuente de información, entre otras: la Síntesis Diagnóstico Realizado por el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias, El POMCA de la Ciénaga de la Virgen (2004), el Estudio de Valoración de los Niveles de Riesgos Ambientales de la Ciudad de Cartagena (2010), el informe Geo Cartagena 2009, la Zonificación de Manglares en Jurisdicción de CARDIQUE (2002).

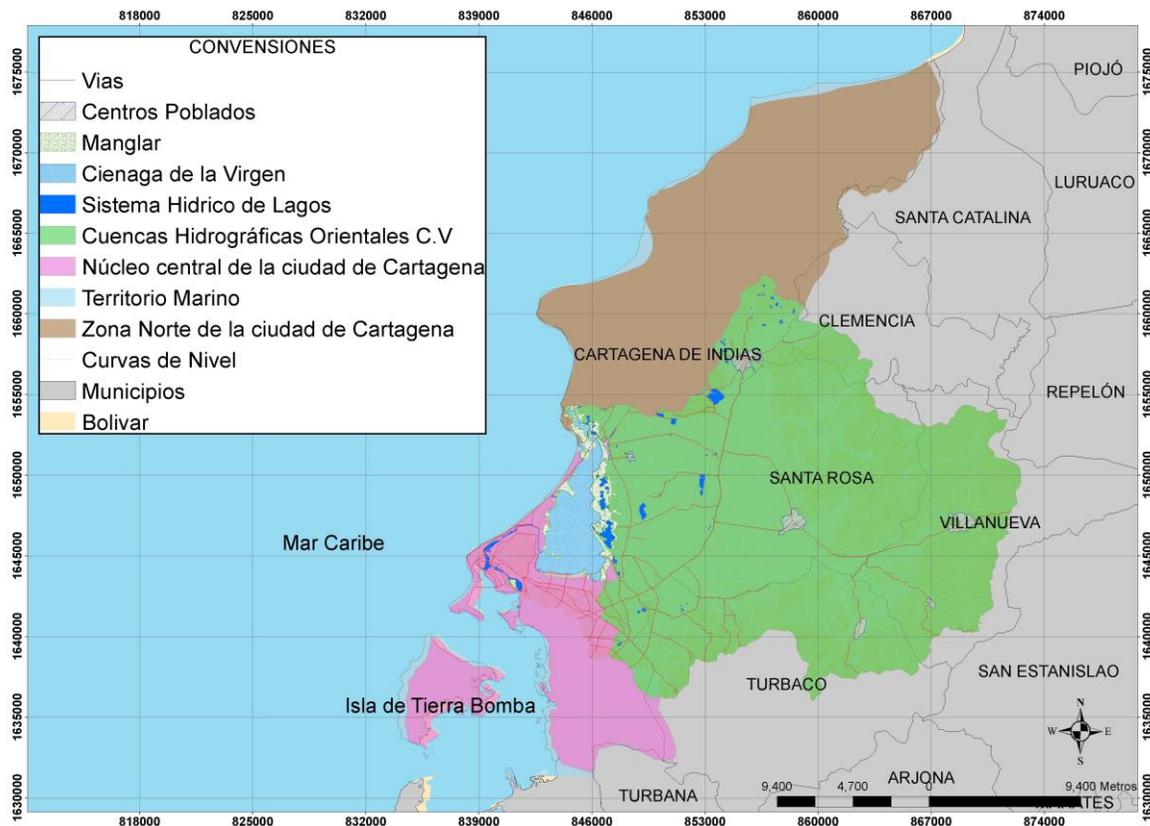


Ilustración 1: Delimitación del entorno ambiental del que hace parte el sistema territorial de la ciénaga de La Virgen y el conjunto de caños y lagos internos de la ciudad de Cartagena. Autores, 2015

1.1.1. Sector de la zona Norte de la Ciudad de Cartagena.

En el sentido este-oeste de este sector, se encuentra una formación de lomas conocida como la Cuchilla de Canalete, que finaliza en el área costera exactamente en el sitio conocido como Los Morros. Desde aquí hacia el límite norte del Distrito (Punta Canoa), el paisaje es dominado por un conjunto de lomas y colinas, con algunos valles y planicies intercaladas más o menos extensas.

A nivel climatológico esta zona es considerada como seca, aunque se encuentran 3 arroyos de invierno más o menos extensos, los cuales con sus cauces tributarios atraviesan el sector. Además,

**FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES**

**REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN**

existen otros arroyos menos importantes que pueden generar inundaciones al acercarse a las playas. Por la existencia de numerosos pozos es evidente que la escasez de agua superficial se suplirá con agua subterránea, provenientes del acuífero de Arroyo Grande.

La mayor parte de la zona está cubierta de pastos para actividades ganaderas, aunque se observan algunos sectores de bosque seco típico principalmente en los alrededores de los arroyos. También se evidencia la presencia de pequeña agricultura, casas de recreo y edificios dedicados al turismo, algunos terminados, otros en construcción, localizados hacia el borde de las playas.

Hacia el este, se encuentran las colinas que separan este sector de la cuenca del Canal del Dique, y en su parte terminal hacia el litoral, se observan algunas formaciones con características individuales de lomas o colinas que forman acantilados hacia la zona de playas. Las principales son las de Los Morros-Canalete, Punta Canoas, el Morro de Púa localizado en Arroyo de Piedra y la zona entre Arroyo Grande y Palmarito (Morro de las Ventas).

La franja de playas y el litoral está caracterizado por ser una zona de sedimentación y traslado de arenas hacia el sur, formando en algunas partes playas anchas en permanente movimiento.

Ahora bien, la relación que se visualiza desde el punto de vista ambiental entre este sector y el sistema territorial de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos internos del distrito de Cartagena, es la presencia de un bosque de Manglar con alto potencial de desarrollo fenológico.

En el proceso de actualización de la Zonificación de Manglares en Jurisdicción de CARDIQUE, realizada por la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique en el año 2002, fue generado el Plano de Zonificación Biofísica donde se muestra el estado ambiental del bosque de manglar de la ciudad de Cartagena y su potencial para ampliar este tipo de cobertura vegetal. En este plano (ver Ilustración 2) se observa que en el sector de la zona norte, hay presencia de rodales de manglar con alto potencial reproductivo al igual que alrededor de la ciénaga de la Virgen.

En este sentido, al potenciarse el desarrollo de estos Bosques de Manglar se podría lograr la conectividad a partir de un corredor biológico municipal entre la zona norte de Cartagena y el sistema conformado por la ciénaga de la Virgen y los caños y lagos internos, que contribuya al libre tránsito entre la fauna de estos dos sectores y por ende a la genética entre las especies de los grupos taxonómicos más importantes como indicadores de regeneración natural (Ornitológicos, Herpetológicos Entomológicos y demás).

La generación de este tipo de corredores biológicos favorece a la formación de una franja de vegetación que formaría grandes extensiones de bosque de Manglar, teniendo como precedente que en la actualidad están separadas por la influencia Humana especialmente por la construcción de carreteras, actividades como la agricultura y las brechas abiertas por la tala. Además, la formación de estos se convierte en una estrategia para la formación del paisaje.

Por otro lado, los manglares son considerados como uno de los ecosistemas de mayor importancia ecológica a nivel mundial, debido a su alta capacidad exportadora de materia orgánica y energía hacia otros ecosistemas aledaños. Estos ecosistemas también intervienen en la regulación de algunos servicios ecosistémicos, tales como el mantenimiento del microclima en sus zonas de

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

influencia, la regulación de gases como el dióxido de carbono, y la producción de oxígeno, a partir del proceso fotosintético. Finalmente, sirven como sostén para el mantenimiento de las comunidades planctónicas que habitan de manera ocasional o permanente en estos ecosistemas.

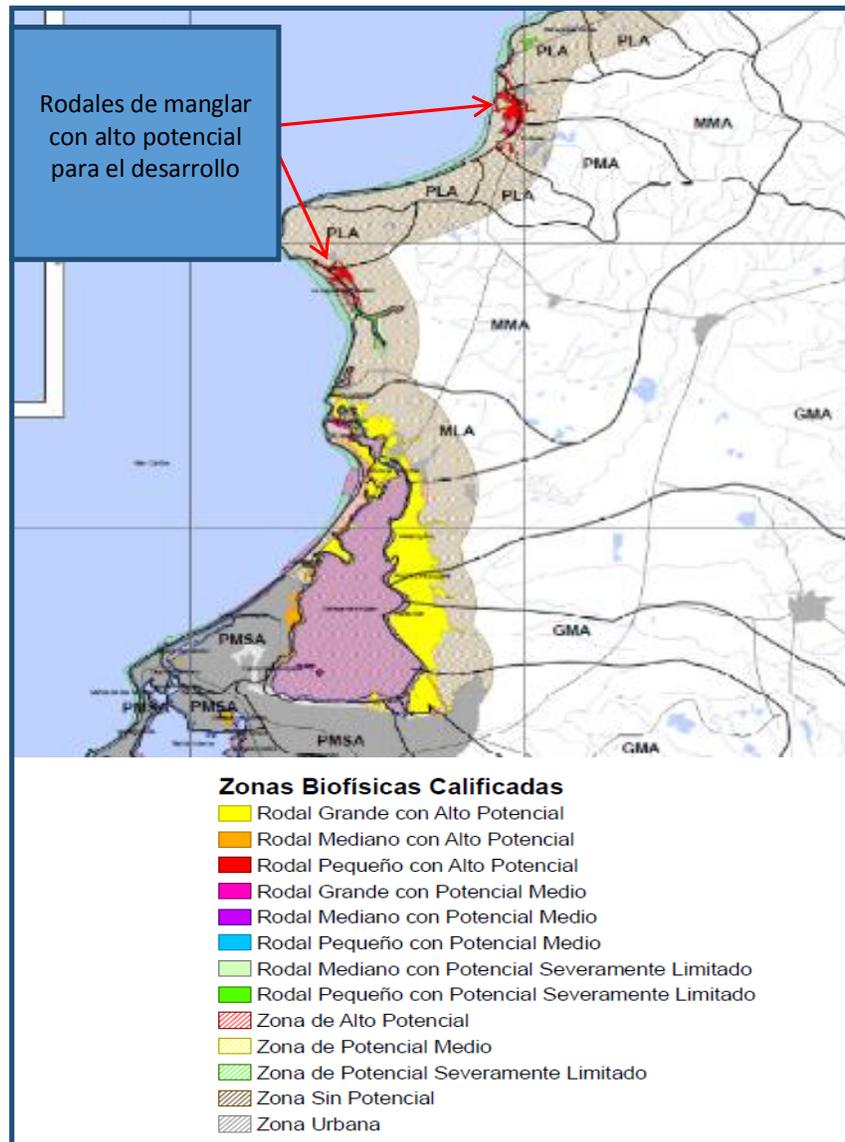


Ilustración 2. Zonificación de Manglares en Jurisdicción de CARDIQUE

1.1.2. Sector de las cuencas hidrográficas que drenan aguas sobre la ciénaga de la Virgen y que están localizadas en su margen oriental

Este sector está dominado por las planicies inclinadas que drenan hacia la ciénaga de la Virgen y que están orientadas hacia el continente, ya en jurisdicción de otros municipios (Turbaco, Santa Rosa, Villanueva, Clemencia), se conectan con un sistema de colinas, que la separa de la cuenca del Canal del Dique, donde se originan varios arroyos de invierno (Mesa, Tabacal, Hormiga, Chiricoco y Limon y Matute) que se orientan hacia la ciénaga, conformando así una cuenca que cubre una superficie de aproximadamente 500 km². Estas planicies, que hasta hace relativamente poco tiempo fueron ocupadas por actividades agroindustriales, actualmente se encuentran enmalezadas o dedicadas a pequeña agricultura compuesta por árboles dispersos propios de la región.

Esta cuenca, es delimitada hacia el mar Caribe por un cordón de arena ocupada por construcciones residenciales, turísticas y el centro poblado de pescadores de La Boquilla, lugar en donde se abre una boca del mismo nombre que comunica la Ciénaga de la Virgen con el Mar. A lo largo de la zona sur continuando por el este, está enmarcada por la Vía de la Cordialidad y la Variante de Cartagena y por el nor-oeste por la Vía al Mar o el Anillo Vial, que va sobre el cordón de arena.

1.1.3. Sector del núcleo central de la Ciudad de Cartagena.

Este sector está dominado por el paisaje urbano que ocupa, en sentido norte-sur, la totalidad del terreno entre la parte sur de la Ciénaga de la Virgen y el corregimiento de Pasacaballos, y en profundidad hasta los límites de Santa Rosa, Turbaco y Turbana, que corren cerca a la Vía de la Cordialidad y a las Variantes Cartagena y Mamonal - Gambote. Dentro de este sector se encuentran las colinas del Cerro de la Popa, los Cerros de Marión, Zaragocilla y los Cerros de Albornoz, de formación coralina, hoy casi completamente ocupados.

La intervención urbana a la que ha sido sometido el núcleo central de la ciudad de Cartagena, lo dota de características ambientales en las que hay poca presencia de áreas con un alto grado de biodiversidad o importancia ecológica. Es así como una de las pocas áreas que se puede resaltar bajo estas características, es precisamente el sistema de caños y lagos y el ecosistema de manglar que los rodea. Sin embargo, a pesar de que se han realizado algunas acciones a nivel distrital para recuperarlo, aun cuenta con sectores que se encuentran intervenidos y deteriorados.

Lo anterior explica la razones por la cuales la vegetación del casco urbano de Cartagena está conformada por arborización distribuida en forma aislada e irregular y que por lo general se encuentra en los frentes y patios de las viviendas, en las calles y en los parques o espacios públicos de la ciudad.

El litoral y las playas que hacen parte del núcleo central de Cartagena se componen de arenas sedimentadas allí y en permanente movimiento.

1.1.4. El Medio Marino

Este sector se conforma por la bahía de Cartagena y su conexión con el canal del Dique. También por la franja marina del mar Caribe de aproximadamente 55 km que bordea la zona costera de la ciudad de Cartagena y que se extiende desde los límites de Galerazamba Bolívar en el corregimiento de Punta Canoa Cartagena, hasta la parte norte de la Isla Barú, a la altura del límite sur del corregimiento de Pasacaballos (Ver Ilustración 3).



Ilustración 3. Medio Marino del entorno del que hace parte el sistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos

Las características de la Bahía de Cartagena, evidencia su origen arrecifal claramente visible a lo largo de la orilla este de Tierra Bomba y en las islas aledañas a Mamonal. En la actualidad, no se encuentran corales vivos y el agua se observa turbia por la entrada del Canal del Dique, que desemboca en su extremo sureste y su fondo lodoso, cubre la base coralina.

Por su parte la franja marina del mar Caribe, presenta características diferenciadas en dos sectores. Entre su límite norte y el extremo sur de la Playa de Bocagrande (Ver Ilustración 3) se nota turbia debido a la influencia de los sedimentos arrojados por el Río Magdalena en Bocas de Ceniza, . Desde Bocagrande hacia el Sur, la franja marina se presenta transparente. El litoral está constituido por las formaciones de origen coralino de las Islas de Tierra Bomba y la Isla de Barú.

1.2. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA Y SU ÁREA CONTIGUA Y ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.

La caracterización ambiental y el levantamiento de la línea base del área de influencia directa determinó el estado actual de la ciénaga de la Virgen y de los caños y lagos internos bajo un enfoque que no los visualiza como elementos aislados, sino como parte de un ecosistema en el que interactúan entre sí y con otros componentes biofísicos para generar relaciones de interdependencia que lo estructuran y condicionan su funcionamiento.

Fue así como para el levantamiento de la línea base se aplicó un procedimiento metodológico que agotó cuatro etapas en las que inició por delimitar el ecosistema donde se circunscriben estos cuerpos de agua, para luego describir los componentes biofísicos que lo conforman y finalmente identificar y analizar las relaciones de interdependencia que existen entre ellos y que permiten consolidar la síntesis de la línea base ambiental y entender su funcionamiento (Ilustración 1).



Ilustración 4. Procedimiento para determinar la línea base ambiental del área de influencia directa.

1.2.1. Delimitación del ecosistema donde se circunscriben la ciénaga de la Virgen y el sistema de Caños y Lagos

La delimitación del ecosistema se realizó bajo un criterio que identificó y agrupó espacialmente los componentes biofísicos que se listan a continuación y que se concibieron como los que interactúan directamente con la ciénaga de la Virgen y caños y lagos internos, regulando su funcionamiento. En la Ilustración 5 se muestra el resultado.

- Cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen.
- Cuencas hidrográficas urbanas localizadas al sur de la ciénaga de la virgen.
- Cuencas hidrográficas urbanas que drenan hacia el sistema de caños y lagos internos (Cerro de la Popa).
- Manglar localizado en las rondas de la ciénaga de la Virgen y caños y lagos internos.
- Bosques riparios de las rondas hídricas de los arroyos de las cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen.
- Mar Caribe.
- Bahía interna.
- Suelo que soporta a los componentes anteriores (geomorfológicas, geológicas, tipos de suelo y de cobertura tierra).
- Climatología.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

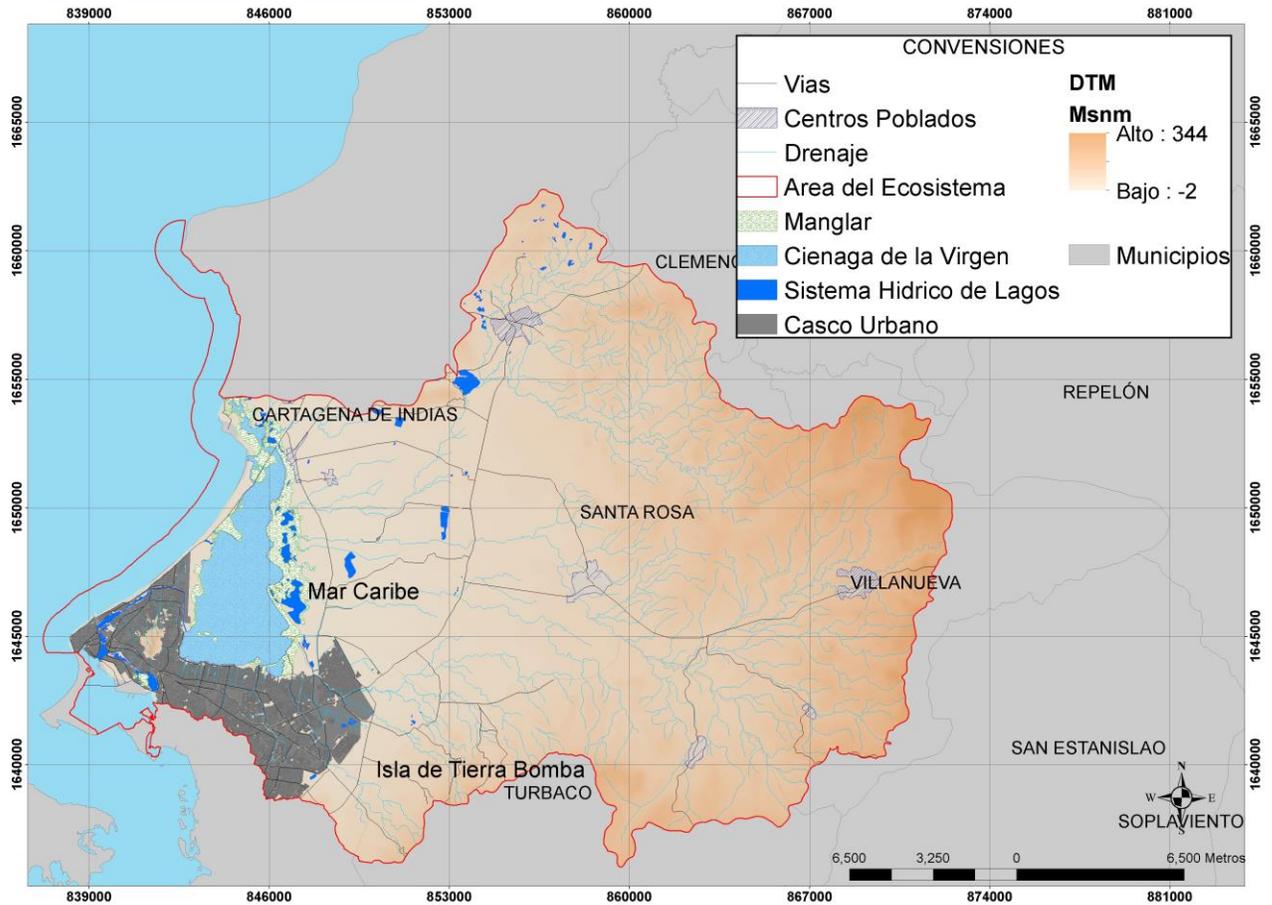


Ilustración 5. Plano Base del Ecosistema donde se circunscribe la Ciénaga de la Virgen y el Sistema de Caños y Lagos internos.

1.2.2. Descripción de los componentes biofísicos que conforman el ecosistema.

1.2.2.1. Cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen.

Las cuencas que pertenecen a este grupo son las de los arroyos Caño Mesa, Tabacal, Hormiga, Chiricoco, Chiamaria, Tomatal y Matute, y depositan sus aguas a la ciénaga de la Virgen.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

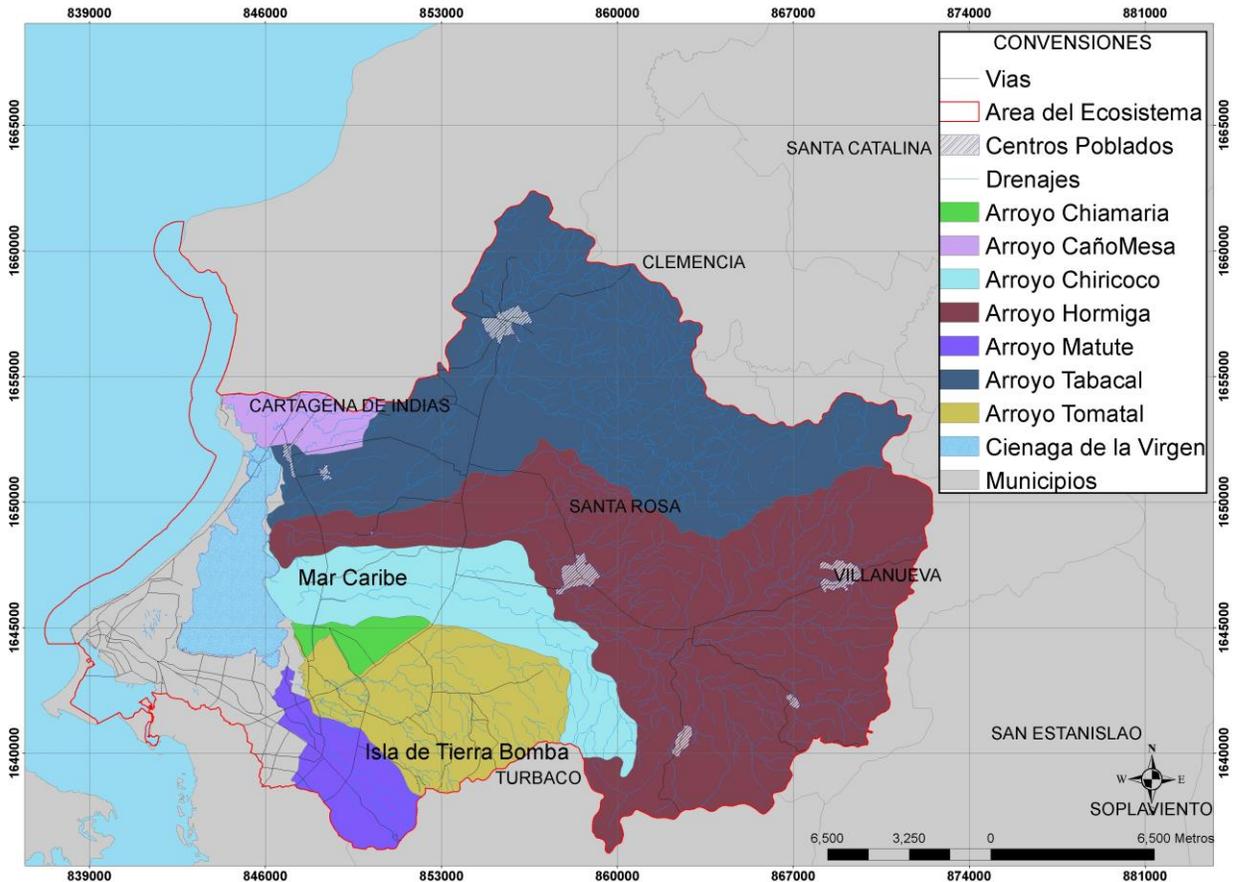


Ilustración 6. – Cuencas Hidrográficas que drenan al Oriente de la Ciénaga de la Virgen

El área total de drenaje de las cuencas rurales que drenan a la Ciénaga de la Virgen es de 434 Km² correspondiente al 95.2% del total del área de drenaje, el 4.8% restante del área de drenaje se encuentra dentro del área urbana de la ciudad.

- **Arroyo Caño Mesa**

La cuenca del arroyo Caño Mesa limita al norte con la cuenca del arroyo Guayepo y la zona costera, al sur con la cuenca del arroyo Tabacal, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y al este con la cuenca del arroyo Tabacal. La cuenca hidrográfica del arroyo Caño Mesa tiene entre sus cauces de mayor importancia el arroyo Barro y el arroyo Bata, y se unen para formar el arroyo Caño Mesa a 268 m al norte del corregimiento de Tierra Baja; a partir de allí el arroyo Caño Mesa se dirige a la parte norte de la Ciénaga de la Virgen donde se encuentra su desembocadura.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

La cuenca del arroyo Caño Mesa tiene un área aproximada de 1071.4 ha, una longitud de 5.5 Km en su cauce principal; la altura máxima de la cuenca es de 20 m y la altura mínima es de 0.7 m; pendiente media de los cauces principales de la cuenca son menores del 1%, con valor promedio para toda la cuenca de 0.3%. Bajo estas condiciones los caudales pico de la cuenca oscilan entre 15.7 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 años y 31.7 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.

- **Arroyo Tabacal**

La cuenca del Arroyo Tabacal limita al norte con la cuenca del Arroyo Guayepo, al sur con la población de la cuenca del Arroyo Hormiga, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y al este con la población de Clemencia y los arroyos Pescadero y arroyo Blanco. La cuenca del arroyo Tabacal tiene diversos cauces, entre los de mayor importancia se encuentran los arroyos Matagente, María del Carmen, Naranjo, Cascajo, Saladito, Palenquillo, Sabana, María, Mateo, Palenque; el arroyo Tabacal nace al final de la cuenca, a 6.7 km al nororiente del municipio de Villanueva y la cruza en su totalidad recibiendo el caudal aportado por los otros cauces hasta llegar a la Ciénaga de la Virgen, donde finalmente desemboca, a 2.6 km al suroccidente del caserío de Puerto Roa.

La cuenca cuenta con un área aproximada de 14112 ha; tiene una altura máxima de 350 m.s.n.m. y mínima de 0.7 m.s.n.m; una longitud del cauce principal de 40.25 km aproximadamente, con pendientes media de los cauces van desde 0.17% hasta 3.84%, con un promedio de 1.03%. Los caudales pico de la cuenca oscilan entre 271.5 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 años y 549 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.

- **Arroyo Hormiga**

La cuenca del arroyo Hormiga limita al norte con la cuenca del Arroyo Tabacal, al sur con la población de San José de Chiquito y los arroyos Cumbiamba y Caño de Agua, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y la cuenca del arroyo Chiricoco y al este con la Veredas Cieneguita y Arroyo Vueltas y los arroyos el Limón, Cobalito, el Peligro.

El arroyo Hormiga cuenta con varios afluentes dentro de los que se encuentran los arroyos: la Fuente, Agua Viva, los Pozones, el Tigre, Bijagual, el Bejuco, León entre otros.

La cuenca formada por el arroyo Hormiga cuenta con un área aproximada de 17281.7 ha, el cauce principal de la cuenca tiene una longitud aproximada de 36.69 km; con una altura máxima de 340 m y una altura mínima de 1 m; y pendientes medias de los cauces oscilan entre 0.17% y 3.7% con un promedio en toda la cuenca de 1.35%. Los caudales pico de la cuenca oscilan entre 298.7 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 años y 604 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.

- **Arroyo Chiricoco**

La cuenca del arroyo Chiricoco limita al norte con la cuenca del arroyo Hormiga, al sur con la cuenca de los arroyos Juan Ramos, Remangaenaguas, Grande o Cabildo, del Puente y Ahogamaría, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y al este con la cuenca de los arroyos Chibu y Hormiga. Entre los cauces principales se encuentran el arroyo Chiricoco y el arroyo Mamón.

La cuenca del arroyo Chiricoco tiene un área estimada de 4494.6 ha, con una altura máxima de la cuenca es de 100 m y la altura mínima es de 0.7 m; y pendientes medias de los cauces principales de la cuenca son menores del 2%, con un valor promedio para toda la cuenca de 0.48%. Los caudales pico de la cuenca oscilan entre 69.91 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 años y 141.37 m/s para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.

- **Arroyo Chiamarúa**

La cuenca del Arroyo Chiamarúa se encuentra ubicada entre el barrio El Pozón, la cuenca del Arroyo Chiricoco y la cuenca del Arroyo Tomatal. Tiene un área aproximada de 623.94 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.55 km; la altura máxima de la cuenca es que 6 m.s.n.m. y una altura mínima de 2 m.s.n.m; pendiente promedio de la cuenca es de 0.16%.

Entre los cauces de mayor importancia de la cuenca se encuentran el arroyo Flor del Campo y el Arroyo Chiamarúa. El Arroyo Chiamarúa recoge la escorrentía superficial de la cuenca y el caudal del Arroyo Flor del Campo para conducirlo a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 13.18 m/s y 26.64 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Arroyo Tomatal (Limón)**

La cuenca del arroyo Tomatal limita al norte con la carretera la Cordialidad y la cuenca del arroyo Chiricoco, al sur con la cuenca del arroyo Matute, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y la zona urbana del distrito de Cartagena y al este con los arroyos Grande, San Mateo, Cogollo. Entre los cauces principales se encuentran el arroyo Tomatal, el Calicanto, canal Isla del León y el canal El Limón.

La cuenca del arroyo Tomatal cuenta con área estimada de la cuenca es de 4651.85 ha; una longitud de su cauce principal de 17.87 Km; una altura máxima de la cuenca es de 100 m y la altura mínima es de 3 m; pendientes medias de los cauces principales de la cuenca son menores del 2%, con valor promedio para toda la cuenca de 0.7%. Los caudales pico de la cuenca oscilan entre 74.7 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 años y 151.1 m/s para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

- **Arroyo Matute**

La cuenca del Arroyo Matute limita al norte con la carretera la Cordialidad y el Barrio el Pozón, al sur con la carretera Troncal de Occidente y el Arroyo el Bajo, al oeste con la Ciénaga de la Virgen y la zona urbana del distrito de Cartagena, y al este con los arroyos Grande, San Mateo, Cogollo.

La cuenca del arroyo Matute está formada por los arroyos que nacen en área rural del municipio de Turbaco, de los cuales los más importantes son: Arroyo Matute, Arroyo Juan Ramos y Arroyo Zuleta. La cuenca formada por el Arroyo Matute cuenta es aproximado de 1875.3 ha; el cauce principal de la cuenca tiene una longitud aproximada de 9.75 km; tiene una altura máxima de 120 m y una altura mínima de 0 m; con pendientes medias de los cauces oscilan entre 0.09% y 1.97% con un promedio en toda la cuenca de 1.08%.

1.2.2.2. Cuencas hidrográficas urbanas localizadas al sur y parte del occidente de la ciénaga de la virgen.

La cuenca del área urbana que drenan hacia el sur y parte del occidente de la ciénaga de La Virgen está dividida en 22 cuencas en el Plan maestro de drenajes pluviales del distrito de Cartagena de Indias, las cuales se presentan a continuación.

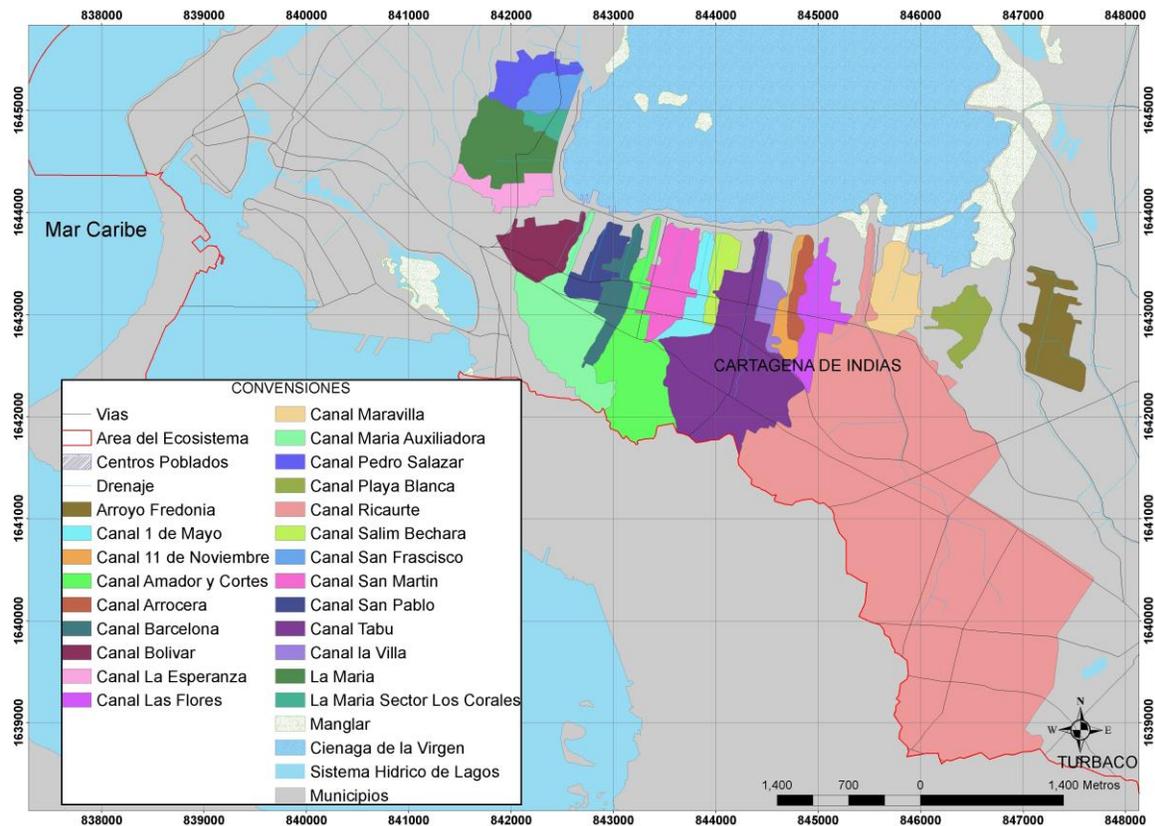


Ilustración 7. Cuencas hidrográficas que drenan al sur y parte del occidente de la ciénaga de la Virgen

• Arroyo Fredonia (Canal Calicanto Viejo)

La cuenca del Arroyo Fredonia está comprendida por los barrios Fredonia, Nuevo Paraiso y la urbanización Sevilla. Limita al occidente y al sur con la cuenca del Arroyo Matute, al norte con la Ciénaga de la Virgen y al oriente con el barrio Las Américas y el Canal Calicanto. La cuenca tiene un área aproximada de 46 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.69 km; la altura

máxima de la cuenca es que 3.8 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.12 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.23%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca está conformado por el Canal Ciudad Sevilla y el Arroyo Fredonia o Canal Calicanto. El Arroyo Fredonia recoge la escorrentía superficial de la cuenca y el flujo del Canal Ciudad Sevilla entre las calles 36 y 37, para luego conducirlo a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 3.21 m³/s y 6.49 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Playa Blanca**

La cuenca del Canal Playa Blanca se encuentra en el barrio Olaya Herrera, sector Playa Blanca, esta cuenca limita al norte con la Ciénaga de la Virgen; al occidente con los sectores La Puntilla, Progreso y Stella del barrio Olaya Herrera; al sur con el sector Stella y, al oriente con el sector la Magdalena y el barrio San José Obrero, que hacen parte de la cuenca del Arroyo Matute. La cuenca tiene un área aproximada de 23.62 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.09 km; la altura máxima de la cuenca es que 18 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.12 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.66%.

El cauce de mayor importancia es el Canal Playa Blanca. El canal empieza a la altura de la avenida Pedro Romero, va paralelo a la carrera 68 hasta que llega a la Ciénaga de la Virgen, en su recorrido recoge la escorrentía superficial de las calles de la cuenca. Los caudales picos oscilan entre 3.26 m/s y 6.60 m/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Maravilla**

La cuenca del Canal Maravilla se encuentra en el barrio Olaya Herrera, sector Central, esta cuenca limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca el Canal Ricaurte, al sur con el barrio República de Colombia y al oriente con el sector Progreso del barrio Olaya Herrera. La cuenca tiene un área aproximada de 33.68 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.01 km; la altura máxima de la cuenca es que 2 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.3 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.23%.

El cauce de mayor importancia de esta cuenca es el Canal Maravilla, este canal nace entre la avenida Pedro Romero y la calle 32 y se dirige a la Ciénaga de la Virgen por la calle 63, hacia donde conduce la escorrentía superficial de las calles de la cuenca. Los caudales picos oscilan entre 3.06 m/s y 6.18 m/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Ricaurte**

La cuenca del Canal Ricaurte limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al sur con el barrio Nelson Mandela, al oriente con la cuenca del Canal Matute, la cuenca del Canal Maravilla y, al occidente con los barrios que van desde Villas del Rosario, El Carmelo, Los Caracoles, Escallón Villa entre otros, hasta la cuenca del Canal las Flores (El Tigre). La cuenca tiene un área aproximada de 733.32 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 5.6 km; la altura máxima de la cuenca es que 65 m.s.n.m. y una altura mínima de 4 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.09%.

El canal de mayor importancia de esta cuenca es el Ricaurte, el cual inicia con el nombre de Canal San Pedro desde la entrada al barrio San Fernando y Villa Rubia, frente a la Estación de la Policía Vial, hasta la Avenida Pedro de Heredia. Entre otros cauces se encuentran los de los canales San Pedro N°2, Blas de Lezo, Los Caracoles, Las Gaviotas y el Canal Chiquinquirá. Los caudales picos oscilan entre 47.7 m³/s y 96.6 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Las Flores**

La cuenca Las Flores se encuentra en el barrio Olaya Herrera, los sectores 11 de noviembre y Ricaurte; limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca Arrocería, al sur y al occidente con la cuenca del Canal Ricaurte. La cuenca tiene un área aproximada de 34.42 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.57 km; la altura máxima de la cuenca es que 15.9 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.2 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.03%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca Las Flores es el Canal el Tigre. Este canal recoge la escorrentía superficial de las calles que se encuentran en la cuenca, desde la calle 33 (Calle de Las Flores) hasta la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 3.63 m³/s y 7.34 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Arrocería**

La cuenca Arrocería se encuentra ubicada en barrio Olaya Herrera, sector Once de Noviembre. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca del Canal La Villa, al sur con la Villa Olímpica y al oriente con la cuenca Las Flores. La cuenca tiene un área aproximada de 12.48 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.05 km; la altura máxima de la cuenca es que 5.3 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.4 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.55%.

La cuenca no tiene un cauce definido, salvo un canal de 100 m, para dirigir la escorrentía superficial de las calles de la cuenca a la Ciénaga de la Virgen. La cuenca está conformada, básicamente, por la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

carrera 55, desde el parqueadero de la Villa Olímpica hasta la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.37 m³/s y 2.78 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Once de Noviembre**

La cuenca del Canal Once de Noviembre se encuentra ubicada en el barrio Olaya Herrera, sector Once de Noviembre. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca del Canal la Villa, al sur con la urbanización Villa Olímpica y al oriente con la cuenca Arrocería. La cuenca tiene un área aproximada de 11.86 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.19 km; la altura máxima de la cuenca es que 8 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.41 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 0.71%.

El cauce de mayor importancia de esta cuenca es el Canal Once de Noviembre. Este canal recibe la escorrentía superficial de las calles de la cuenca para dirigirla a la Ciénaga de la Virgen desde la avenida Pedro Romero y va paralelo a la carrera 54. Los caudales picos oscilan entre 1.31 m³/s y 2.64 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal El Villa**

La cuenca del Canal El Villa se encuentra en el barrio Olaya Herrera, sector Once de Noviembre. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca del Canal El Tabú, al sur con la Villa Olímpica – Estadio de Fútbol Jaime Morón León y, al oriente con la cuenca del canal Once de Noviembre. La cuenca tiene un área aproximada de 11.96 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.08 km; la altura máxima de la cuenca es que 8 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.3 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.77%.

El cauce de mayor importancia de esta cuenca es el Canal El Villa. Toda la cuenca conduce la escorrentía superficial del Canal La Villa, el cual luego la conduce a la Ciénaga de la Virgen. El canal va desde la avenida Las Flores hasta la Ciénaga de la Virgen, paralelo a la Carrera 52. Los caudales picos oscilan entre 1.41 m³/s y 2.85 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal El Tabú**

La cuenca del Canal Tabú está comprendida por los barrios Zaragocilla, El Cairo, Costa Linda, Olaya Herrera, la Ciudad Escolar Comfenalco, etc. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen; al occidente con la cuenca del Canal Salím Bechara, barrio El Líbano, SENA; al sur con los barrios Piedra de Bolívar y Zaragocilla y, al occidente con las cuencas del Canal Ricaurte y el Canal El Villa. La cuenca tiene un área aproximada de 144.37 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.54 km; la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

altura máxima de la cuenca es que 55.3 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.5 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 2.2%

El cauce de mayor importancia es el Canal El Tabú, el cual mide 2.54 km de longitud comienza en el barrio Zaragocilla pasa por la avenida Pedro de Heredia, cerca del Estadio de fútbol Jaime Morón León, la avenida Pedro Romero y finalmente por el barrio Olaya Herrera desembocando en la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 11.81 m³/s y 23.89 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Salím Bechara**

La cuenca del Canal Salím Bechara está comprendida por los barrios El Líbano y Tesca. Limita la norte con la Ciénaga de la Virgen; al occidente con la cuenca del Canal El Líbano; al sur con las instalaciones del SENA y, al oriente con el barrio Costa Linda y la cuenca del Canal El Tabú. La cuenca tiene un área aproximada de 15.3 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.97 km; la altura máxima de la cuenca es que 4 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.13 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.43%.

El Canal Salím Bechara es el cauce de mayor importancia de esta cuenca. Este canal recibe la esorrentía de las calles, para dirigirlas a la Ciénaga de la Virgen y va desde la avenida Pedro Romero hasta la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.64 m³/s y 3.32 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Primero de Mayo**

La cuenca Primero de Mayo en los barrios Tesca Nuevo y República del Líbano. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen; al occidente con la cuenca del Canal San Martín; al sur con las instalaciones del SENA y, al oriente con la cuenca del Canal Salím Bechara. La cuenca tiene un área aproximada de 20.48 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.34 km; la altura máxima de la cuenca es que 14 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.3 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 1.07%.

El cauce de mayor importancia de esta cuenca corresponde al Canal El Líbano. Este canal recibe la escorrentía superficial de las calles desde la avenida Pedro de Heredia para dirigirla a la Ciénaga de la Virgen paralelo a la carrera 50 A. Los caudales picos oscilan entre 2.35 m³/s y 4.76 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal San Martín**

La cuenca se encuentra ubicada en los barrios República del Líbano, Boston y Armenia. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca del Canal Amador y Cortes y, al occidente con la cuenca Primero de Mayo. La cuenca tiene un área aproximada de 38.66 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.25 km; la altura máxima de la cuenca es que 12 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.55 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1%.

Esta cuenca tiene como cauces de importancia el Canal San Martín y el Canal Líbano Acapulco, el cual dirige el flujo hacia el Canal San Martín; las calles que funcionan como calle-canal también dirigen el flujo hacia ese mismo canal, el cual las lleva a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 4.50 m³/s y 9.10 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Amador y Cortés**

La cuenca del Canal Amador y Cortes está compuesta por los barrios Piedra de Bolívar, Nueve de Abril, La Gloria, El Conquistador, José A. Galán, Andalucía, España, etc. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen; al occidente con las cuencas del Canal Barcelona y del Canal María Auxiliadora; al sur con las Lomas del Marión y al oriente con el barrio Zaragocilla, y la cuenca del Canal San Martín. La cuenca tiene un área aproximada de 76.15 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.41 km; la altura máxima de la cuenca es que 58 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.65 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 2.43%.

El cauce de mayor importancia de esta cuenca es el Canal Amador y Cortés el cual inicia en el barrio Andalucía y pasa por los barrios Armenia y Boston hasta llegar a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 8.05 m³/s y 16.28 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Barcelona**

La cuenca del Canal Barcelona se encuentra en los barrios Olaya Herrera y España. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con las cuencas del Canal San Pablo y del Canal María Auxiliadora, al sur con el barrio Paraguay y al oriente con el Canal Amador y Cortes. La cuenca tiene un área aproximada de 25.46 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.56 km; la altura máxima de la cuenca es que 19.4 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.5 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.28%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Barcelona. Este canal recibe la escorrentía de las calles desde la diagonal 27 hasta la Ciénaga Virgen. Los caudales picos oscilan entre 2.83 m³/s y 5.72 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal San Pablo**

La cuenca del Canal San Pablo se encuentra en los barrios Camino del Medio, María Auxiliadora y La Candelaria. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al occidente con la cuenca del Canal María Auxiliadora, al sur con el barrio Amberes y al oriente con la cuenca del Canal Barcelona. La cuenca tiene un área aproximada de 22.15 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.92 km; la altura máxima de la cuenca es que 3.4 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.45 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.42%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal San Pablo. Este comienza en la avenida Pedro de Heredia y recoge la escorrentía superficial de las calles de la cuenca hasta llegar a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 2.41 m³/s y 4.88 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal María Auxiliadora**

La cuenca del Canal Maria Auxiliadora está comprendida por los barrios Maria Auxiliadora, El Prado, parte de los barrios Bruselas y Paragüay, Las Lomas, Junín, Amberes, Camino del Medio, Alcibia y La Candelaria. Limita al norte con la Ciénaga de la Virgen, al oriente con las cuencas del Canal Barcelona y del Canal San Pablo, al occidente con los barrios Bruselas y El Prado y la cuenca Simón Bolívar, y al sur con los barrios Nuevo Chile, Paragüay, Juan XIII y Loma de Marión. La cuenca tiene un área aproximada de 74.05 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.45 km; la altura máxima de la cuenca es que 44 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.50 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.82%.

El cauce de mayor importancia es el Canal Maria Auxiliadora, que nace en el barrio El Prado cruza la avenida Pedro de Heredia, pasa por los barrios Alcibia y La Candelaria, recibe los caudales de las

calles de esta cuenca y por otra parte el caudal del canal que recoge las escorrentías de las calles de los barrios Bruselas y Amberes. Finalmente el Canal María Auxiliadora conduce todos estos caudales hasta la Ciénaga de la Virgen. Los caudales pico de la cuenca oscilan entre 7.24 m³/s y 14.63 m³/s para una lluvia con periodo de retorno de 2 y 100 años.

- **Canal Bolívar**

La cuenca del Canal Bolívar está comprendida por los barrios La Esperanza, La Candelaria, Alcibia. Limita al norte con el barrio La Esperanza y la Ciénaga de la Virgen, al occidente con el barrio La Quinta, al oriente y al sur con la cuenca del canal María Auxiliadora. La cuenca tiene un área aproximada de 34.27 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.40 km; la altura máxima de la cuenca es que 4.7 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.42 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.37%.

El cauce de mayor importancia es el Canal Simón Bolívar, que nace en la avenida Pedro Romero en el Barrio Alcibia y recibe los caudales de escorrentía de las calles de esta cuenca y los transporta hasta lo Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 2.97 m³/s y 6.00 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca La Esperanza**

La cuenca La Esperanza se encuentra en el barrio Las Flores. Limita al norte con la cuenca del barrio La María, al occidente con la cuenca del barrio Canapote, al oriente con la Ciénaga de la Virgen y al sur con los barrios La Quinta y La Esperanza. La cuenca tiene un área aproximada de 20.46 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.14 km; la altura máxima de la cuenca es que 120 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.60 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 10.47%.

Entre los cauces importantes de la cuenca se encuentran las corrientes provenientes de las partes altas de las faldas del cerro de La Popa y las de las calles del barrio Las Flores que llegan al Canal Puerto de Pescadores que finalmente conduce estos caudales a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 3.91 m³/s y 7.92 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca del Barrio La María**

La cuenca del barrio La María limita al norte con las cuencas del sector Los Corales en el barrio La María, Canal San Francisco y Canal Pedro Salazar, al occidente con la cuenca del barrio Canapote, al oriente con la Ciénaga de la Virgen y al sur con la cuenca del Canal La Esperanza. La cuenca tiene un área aproximada de 55.04 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.40 km; la altura

máxima de la cuenca es que 100 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.10 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 7.1%.

Entre los cauces importantes de la cuenca se encuentran las corrientes provenientes de las partes altas de las faldas del cerro de La Popa que llegan a la calle 78 A y de allí el caudal es distribuido a una serie de callejones que lo conducen a la Ciénaga de la Virgen, otra parte del caudal de esta cuenca llega al Canal Puerto de pescadores. Los caudales picos oscilan entre 9.26 m³/s y 18.72 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Sector Los Corales Barrio La María**

La cuenca se encuentra en el sector Los Corales del barrio La Maria. Limita al norte con la cuenca del Canal San Francisco, al sur y al occidente con la cuenca del Barrio La María y al oriente con la Ciénaga de la Virgen. La cuenca tiene un área aproximada de 8.29 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.55 km; la altura máxima de la cuenca es que 50 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.60 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 8.9%.

Entre los cauces importantes de la cuenca se encuentran las corrientes provenientes de las partes altas del sector las lomas que llegan a la calle 78 A y de allí el caudal de escorrentía es distribuido a una serie de callejones que lo conducen a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.86 m³/s y 3.77 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal San Francisco**

La cuenca del Canal San Francisco se comprende de los barrios Paraíso 1, sector Las Canteras del barrio San Francisco y parte del barrio La Maria. Limita al norte y al occidente con la cuenca del Canal Pedro Salazar, al sur con la cuenca del sector Los Corales en el barrio La María y al oriente con la Ciénaga de la Virgen. La cuenca tiene un área aproximada de 17.66 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.59 km; la altura máxima de la cuenca es que 50 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.70 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 8.3%.

El cauce de mayor importancia de esta subcuenca es el Canal San Francisco, que nace en el barrio San Francisco cruza el Canal Pedro Salazar, recoge los caudales de escorrentía provenientes de las partes altas del sector Las Canteras del barrio San Francisco y finalmente los conducen a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 4.08 m³/s y 8.24 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

- **Canal Pedro Salazar**

La cuenca Canal Pedro Salazar se encuentra en el barrio San Bernardo de Asís y parte del barrio San Francisco. Limita al norte con las cuencas de los barrios Daniel Lemaitre y Sector La Loma del barrio San Francisco, al occidente con la cuenca del barrio Daniel Lemaitre, al oriente con la cuenca del Canal San Francisco y la Ciénaga de la Virgen y al sur con las cuencas del sector Los Corales en el barrio La María y el barrio La María. La cuenca tiene un área aproximada de 22.73 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.20 km; la altura máxima de la cuenca es que 100 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.90 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 8.2%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Pedro Salazar Salazar que cuenta con una longitud aproximada de 687.11 m., recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 4.15 m³/s y 8.39 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

1.2.2.3. Cuecas hidrográficas urbanas que drenan hacia el sistema de caños y lagos internos (Cerro de la Popa).

Las cuencas del área urbana que drenan hacia los Caños y Lagos cuentan con un área superficial total de 471 ha. Para el presente estudio, el área fue dividida en 13 cuencas en el Plan maestro de drenajes pluviales del distrito de Cartagena de Indias, las cuales se presentan a continuación (Ver Ilustración 8):

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

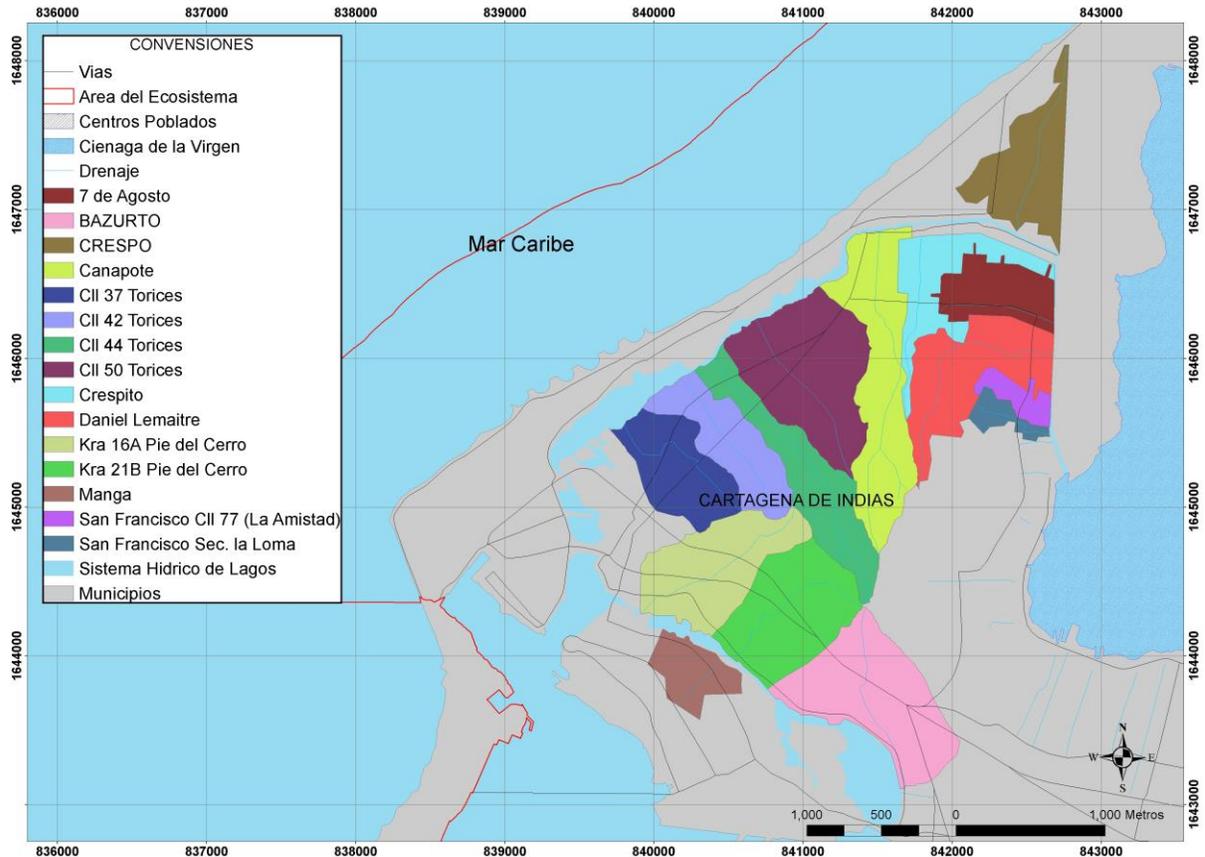


Ilustración 8. Cuecas hidrográficas urbanas que drenan hacia el sistema de caños y lagos internos (Cerro de la Popa)

- **Cuenca Sector La Loma Barrio San Francisco**

La cuenca del sector La Loma limita al norte con la cuenca de la calle 77 en el barrio San Francisco, al occidente con la cuenca del barrio Daniel Lemaitre, al oriente con la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Núñez y al sur con la cuenca del Canal Pedro Salazar. La cuenca tiene un área aproximada de 7.99 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.52 km; la altura máxima de la cuenca es que 50 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.60 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 9.5%.

Los cauces importantes de la cuenca lo comprenden de las calles y carreras que trabajan como calle canal, entre ellas, las calles 77 y 80, y finalmente el agua es drenada hacia el canal de desagüe adyacente a la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Nuñez. Los caudales picos oscilan entre 1.88 m3/s y 3.802 m3/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Calle 77 Barrio San Francisco**

La cuenca de la calle 77 en el barrio San Francisco limita al norte y al occidente con la cuenca del barrio Daniel Lemaitre, al oriente con la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Núñez y al sur con la cuenca del sector La Loma en el barrio San Francisco. la cuenca tiene un área aproximada de 9.46 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.63 km; la altura máxima de la cuenca es que 30 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.9 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 4.62%.

Los cauces importantes de la cuenca se comprenden de las calles y carreras que trabajan como calle canal, entre ellas la carrera 21 (Calle Los Fundadores), las calles 72 B ,72 C y 80. Finalmente el agua es drenada hacia el canal de desagüe adyacente a la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Nuñez. Los caudales picos oscilan entre 1.934 m³/s y 3.911 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Barrio Daniel Lemaitre**

La cuenca del barrio Daniel Lemaitre está comprendida por los barrios 13 de Mayo, Palestina, Daniel Lemaitre, 20 de Julio y el barrio La Paz. Limita al norte con las cuencas de los barrios Crespito y 7 de Agosto, al sur con las cuencas del Canal Pedro Salazar y del barrio Canapote, al oriente con las cuencas del sector La Loma y Calle 77 del barrio San Francisco y la pista de aterrizaje del Aeropuerto Rafael Nuñez y al occidente con la cuenca del barrio Crespito. La cuenca tiene un área aproximada de 52.56 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.81 km; la altura máxima de la cuenca es que 84 m.s.n.m. y una altura mínima de 1.0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 4.59%.

Los cauces importantes de la cuenca se comprenden de las calles y carreras, entre ellas se encuentran las carreras 19, 20,21 en el barrio San Francisco que trabajan como calle canal y drenan hacia el canal de desagüe adyacente a la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Nuñez. Los caudales picos oscilan entre 6.95 m³/s y 14.05 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Barrio 7 de Agosto**

La cuenca del barrio 7 de Agosto está comprendida por los barrios San Juan, Santa Maria, 7 de Agosto, parte del barrio Daniel Lemaitre y el barrio Portal del Virrey. Limita al norte y al occidente con la cuenca del barrio Crespito, al oriente con la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Nuñez y al sur con la cuenca del barrio Daniel Lemaitre. La cuenca tiene un área aproximada de 28.33 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.91 km; la altura máxima de la cuenca es que 8.5 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.10 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.92%.

Los cauces importantes de la cuenca se comprenden de las calles y carreras que trabajan como calle canal, entre ellas las carreras 15 hasta la 17 que drenan hacia el canal de desagüe adyacente a la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Nuñez. Los caudales picos oscilan entre 3.94 m³/s y 7.976 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Barrio Crespito**

La cuenca del barrio Crespito está comprendida por los barrios Daniel Lemaitre, Crespito, y parte del barrio Palestina. Limita al norte con el Caño Juan Angola, al sur con la cuenca del Barrio Daniel Lemaitre, al oriente con la cuenca del barrio 7 de agosto y, al occidente con la cuenca del barrio Canapote. La cuenca tiene un área aproximada de 33.91 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.15 km; la altura máxima de la cuenca es que 32 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.5 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 2.74%.

Los cauces importantes de la cuenca se comprenden aproximadamente entre las calles 66 hasta 69 B que trabajan como calle canal las cuales drenan hasta el Caño Juan Angola. Los caudales picos oscilan entre 5.11 m³/s y 10.34 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Barrio Canapote**

La cuenca del barrio Canapote está comprendida por los barrios Paraíso 2, Republica del Caribe, Pablo VI, Pedro Salazar y Canapote. Limita al norte con el Caño Juan Angola, al sur con el Cerro de La Popa, al este con la cuenca del barrio Crespito, y al este con los barrios Loma Fresca, Santa Rita, y parte del barrio Pablo VI. La cuenca tiene un área aproximada de 68.26 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.32 km; la altura máxima de la cuenca es que 120 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.10 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 5.17%.

Entre los cauces importantes de la cuenca de la cuenca se encuentran las corrientes provenientes del Cerro de La Popa, que recorren las calles comprendidas entre la 60 y la 65 y drenan hasta el Caño Juan Angola. Los caudales picos oscilan entre 8.74 m³/s y 17.68 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Calle 50 Barrio Torices**

La cuenca de la Calle 50 Barrio Torices está comprendida por los barrios Loma Fresca, Paulo IVI, Petare, Santa Rita, Los Comuneros, Pedro Salazar, San Pedro y Torices. Limita al norte con el Caño Juan Angola, al sur con el Cerro de La Popa, al oriente con la cuenca del barrio Canapote, y al occidente con el barrio Torices. La cuenca tiene un área aproximada de 92 ha; el cauce principal

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

tiene una longitud aproximada de 1.11 km; la altura máxima de la cuenca es de 68 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 6.09%.

Entre los cauces importantes de la cuenca de la cuenca se encuentra el canal de la calle 50, como también las corrientes provenientes del Cerro de La Popa, que recorren las calles comprendidas entre la 48 y la 55 y drenan al Caño Juan Angola por el lado norte de la cuenca. Los caudales picos oscilan entre 13.25 m³/s y 26.80 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Calle 44 Barrio Torices**

La cuenca de la Calle 44 en el Barrio Torices limita por su parte norte con el caño Juan Angola; al oriente con las cuencas de la Calle 50 del barrio Torices y la del Barrio Canapote; al occidente limita con el barrio Torices y con el barrio Nariño y, al sur limita con los barrios Las Delicias y La Quinta. Esta cuenca la conforman el barrio Torices y su parte alta la conforman las elevaciones del Cerro de la Popa. La cuenca tiene un área aproximada de 47.5 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 2.0 km; la altura máxima de la cuenca es de 124 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 6.3%.

El cauce principal se presenta en la Calle 44 terminando en el Caño Juan Angola, otros cauces que presenta la cuenca lo conforman las calles que drenan al mismo sitio que transportan la escorrentía proveniente del Cerro de la Popa. Los caudales picos oscilan entre 5.14 m³/s y 10.40 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Calle 42 Barrio Torices**

La cuenca de la Calle 42 del barrio Torices está conformada por el Barrio Torices en su parte norte y por el Barrio Nariño en su parte sur. Limita al norte con la Laguna del Cabrero; al oriente limitada por la cuenca de la Calle 44 del Barrio Torices, Al occidente limita con el Barrio Torices y, al sur limita con el Barrio Nariño. La cuenca tiene un área aproximada de 37.6 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.3 km; la altura máxima de la cuenca es de 38 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 3.03%.

Los cauces importantes de la cuenca se comprenden de las calles y carreras que trabajan como calle canal y recogen la escorrentía superficial de la cuenca entre las calles 40 y 43 que drenan hacia la Laguna del Cabrero. Los caudales picos oscilan entre 5.58 m³/s y 11.28 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Calle 37 Barrio Torices**

La cuenca de la Calle 37 del barrio Torices limita al norte con la Laguna del Cabrero; al occidente con el Barrio Chambacú; al oriente con la cuenca de la Calle 42 del barrio Torices y, al sur con el Barrio Pie del Cerro. La cuenca tiene un área aproximada de 39.2 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1 km; la altura máxima de la cuenca es de 18 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 1.85%.

Los cauces importantes de la cuenca lo comprenden las calles y carreras que trabajan como calle canal y recogen la escorrentía superficial de la cuenca entre las calles 36, y 40 del barrio Papayal que drenan en la Laguna del Cabrero. Los caudales picos oscilan entre 5.81 m³/s y 11.75 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Carrera 16-A Barrio Pie del Cerro**

La cuenca de la Carrera 16-A del barrio Pie del Cerro limita al norte con las cuencas de la Calle 37 y la Calle 42 del Barrio Torices; al occidente con el Barrio Espinal; al oriente con la cuenca de la calle 44 del barrio Torices, el Barrio Lo Amador y Barrio Pie de la Popa y, al sur con el Caño Bazurto. Está conformada por el Barrio Pie del Cerro. La cuenca tiene un área aproximada de 53.7 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1.2 km; la altura máxima de la cuenca es de 60 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 4.87%.

Entre los cauces importantes de la cuenca se encuentran el cauce de un caño entre las carreras 16-A y 19, y las corrientes provenientes de las partes altas que conforman la cuenca, y de allí el caudal es distribuido a las calles comprendidas entre las calles 16, 16^a, 19, 19^a, 19b y 20 que lo conducen al Caño Bazurto. Los caudales picos oscilan entre 8.73 m³/s y 17.65 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Cuenca Carrera 21-B Barrio Pie de la Popa**

La cuenca de la Carrera 21-B del barrio Pie de la Popa limita al norte con las cuencas de la Carrera 16-A Barrio Pie del Cerro y calle 44 del barrio Torices, al oriente con los barrios Las Delicias y Barrio Chino y al sur con el Caño Bazurto. La cuenca tiene un área aproximada de 57.3 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1 km; la altura máxima de la cuenca es de 66 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 6.64%.

Los cauces importantes de la cuenca los conforman las calles y carreras que trabajan como calle canal, que recogen la escorrentía superficial proveniente del Cerro de la Popa, dirigiéndola a un canal ubicado entre las carreras 21-B y 21-C en el Barrio Pie de la Popa que conduce, finalmente, el

agua hacia el Caño Bazurto. Los caudales picos oscilan entre 9.36 m³/s y 19.93 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Barrio Chino (Cuenca Bazurto)**

La cuenca del Barrio Chino limita al norte con la cuenca de la Carrera 21-B Barrio Pie del Cerro, al oriente con el Cerro de la Popa, al sur con la cuenca del Canal Icollantas y al occidente Caño Bazurto. La cuenca tiene un área aproximada de 11.6 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.78 km; la altura máxima de la cuenca es de 112 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 14.6%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Barrio Chino, recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 2.55 m³/s y 5.15 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Icollantas (Cuenca Bazurto)**

La cuenca del Canal Icollantas limita al norte con la cuenca del Barrio Chino, al oriente con el Cerro de la Popa, al sur con la cuenca del Canal Colonial y al occidente Caño Bazurto. La cuenca tiene un área aproximada de 9.93 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.65 km; la altura máxima de la cuenca es de 74 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 11.38%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Icollantas, y recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 2.21 m³/s y 4.47 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años. Canal Colonial (Cuenca Bazurto)

La cuenca del Canal Colonial limita al norte con la cuenca del Canal Icollantas, al oriente con el Cerro de la Popa, al sur con la cuenca del Canal Los Luceros y al occidente Caño Bazurto. La cuenca tiene un área aproximada de 10.25 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.60 km; la altura máxima de la cuenca es de 10 m.s.n.m. y una altura mínima de 0 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 1.67%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Colonial, y recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.77 m³/s y 3.58 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal los Luceros (Cuenca Bazurto)**

La cuenca del Canal Los Luceros limita al norte con la cuenca del Canal Colonial, al oriente con el Barrio Alcibia, al sur con la cuenca del Canal Martínez Martelo y al occidente con la Ciénaga de Las Quintas. La cuenca tiene un área aproximada de 4.92 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.14 km; la altura máxima de la cuenca es de 0.36 m.s.n.m. y una altura mínima de 0.02 m.s.n.m; y la pendiente promedio de la cuenca es de 0.24%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Los Luceros, y recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.01 m³/s y 2.03 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

- **Canal Martínez Martelo (Cuenca Bazurto)**

La cuenca del Canal Martínez Martelo limita al norte con la cuenca del Canal Los Luceros, al oriente con el Barrio Alcibia, al sur con el Barrio El Prado y al occidente con la Ciénaga de Las Quintas. La cuenca tiene un área aproximada de 4.98 ha; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 0.19 km; la altura máxima de la cuenca es de 1.11 m.s.n.m. y una altura mínima de -0.29 m.s.n.m; la pendiente promedio de la cuenca es de 0.74%.

El cauce de mayor importancia de la cuenca es el Canal Martínez Martelo, y recibe los caudales escorrentía de las calles y los conduce a la Ciénaga de la Virgen. Los caudales picos oscilan entre 1.08 m³/s y 2.18 m³/s para periodos de retorno entre 2 y 100 años.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

1.2.2.4. Manglar localizado en las rondas de la ciénaga de la virgen y caños y lagos internos.

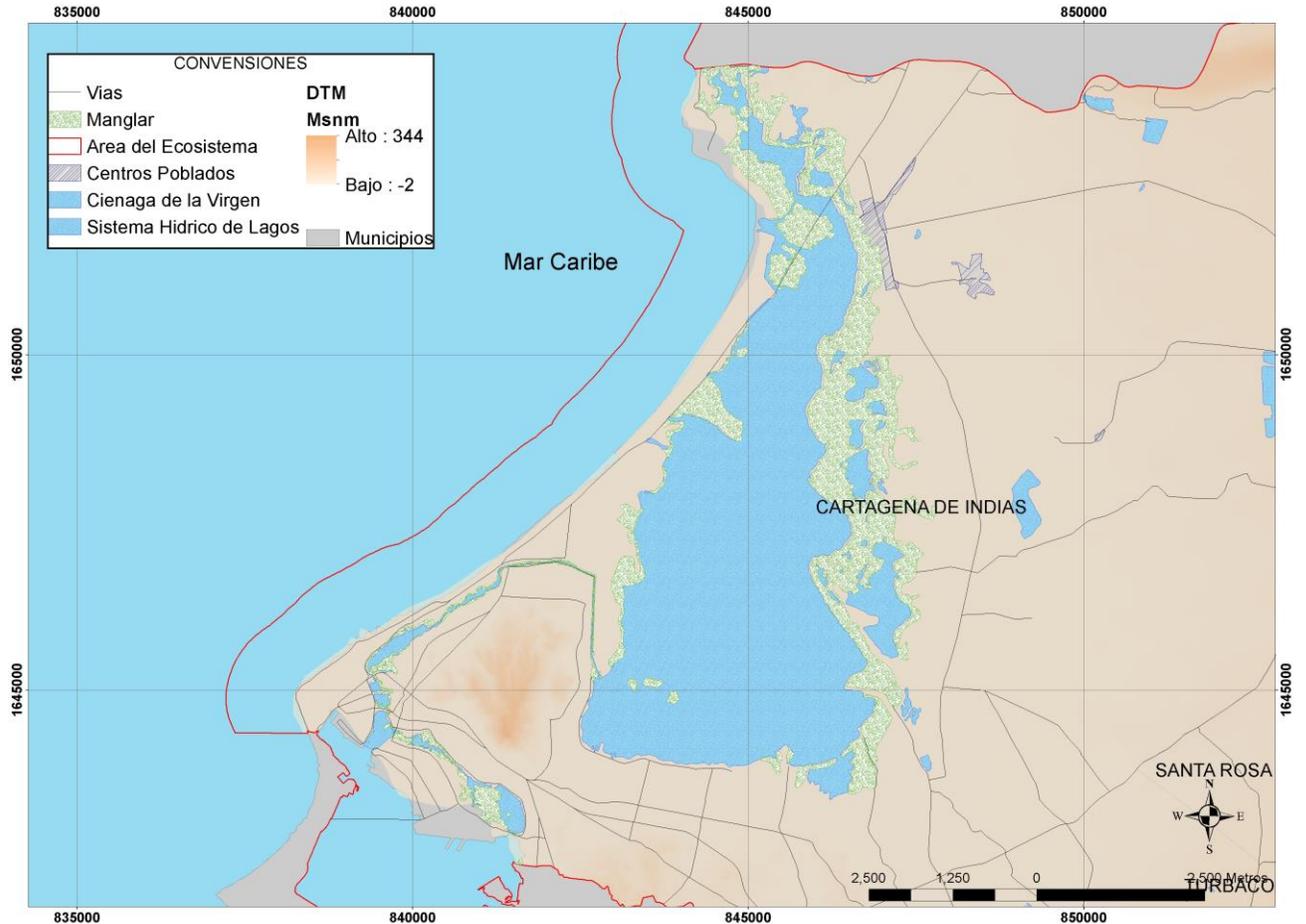


Ilustración 9. Coberturas de manglar de la ciénaga de la Virgen y del sistema de Caños y Lagos Internos

El manglar localizado en la ciénaga de la virgen y el sistema de caños internos se constituye en un bosque típico de Cuenca cuyas especies principales son: *Avicennia germinans* como especie dominante, *Rhizophora mangle* y en menor medida *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophorae*. Z<aq

Los manglares ocupan en la ciénaga un área de 827,1 ha y se encuentran en el perímetro de la misma.

En la estructura del manglar se encuentran valores bajos de área basal, predominando los individuos jóvenes con DAPs reducidos. La densidad de los especímenes esta alrededor de 258,547 ind/0.1 ha, la altura del dosel es de 9,7 m.

Cabe anotar que el complejo cenagoso de la ciénaga de La Virgen y Juan Polo posee densidades mucho más bajas. Por lo anterior CARDIQUE estipulo la división de esta última zona en dos: Una zona de preservación de la ciénaga de la Virgen hacia el sector oriental y una zona de recuperación hacia el sector occidental.

- **Estructura**

Hacia la parte norte del área de influencia se encuentran las especies de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. El *R. Mangle* alcanza una altura de 12 m; mientras que el *A. germinans*, se encuentra en un complejo de plantas ralas y achaparradas. En la misma zona se encuentran “islotos”, con árboles de poca altura entre los cuales se encuentran pruebas de tala de manglar por la presencia de múltiples tocones de las dos especies dominantes.

En la parte sur del área de influencia se encuentran las mismas especies que en el norte con raíces fúlcreas de hasta 5 m y con una regeneración natural abundante. En ciertas zonas de este sector las especies de *R. mangle* crecen achaparrados.

En la parte al sur occidente de la ciénaga, se encuentran arboles de buenas dimensiones del bosque de manglar original. Hacia ésta zona se evidencia un bosque con mucha contaminación por desechos humanos y bolsas plásticas además de muchos tocones que evidencian la tala indiscriminada del manglar, esta situación también se observa hacia entra al caño Juan Angola, entrando lo la ciénaga de la Virgen.

La mayor cantidad de plástico y basuras se encuentra en el manglar de la zona adjunta a la boca del vertimiento de aguas servidas de la estación de bombeo “El Paraíso” adicionalmente la tala en esta zona suprimió el cinturón de manglar de *R. mangle*, por lo que solo se pueden apreciar las raíces fulcreas. Pese a lo anterior, los árboles en esta zona tienen características visuales saludables y en el sustrato se evidencia la capacidad de regeneración de esta especie. En el mismo punto también se halla *A. germinans* en un bosque ralo, con mangles achaparrados y ramificados desde la base.

En la parte sur de la ciénaga de la Virgen es posible identificar, los estragos producto de las actividades de tala del manglar que por siglos se ha implementado. Dejando solo un pequeño remanente *R. Mangle*. Los manglares se localizan en una franja de 3 a 5 m de ancho; El *A. germinans* está presente en bosques ralos pero con crecimiento a nivel de altura y con un parche de adultos muertos posiblemente por la alta salinidad de esta zona.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

El manglar en la parte norte está en mejores condiciones de regeneración natural y con poca evidencia de tala. En este punto el *A. germinans* es la especie dominante. También se observa la presencia de *R. mangle* dominando en algunas partes en una franja de 10 m de ancho.

Por otro lado, *R. mangle* ocupa aproximadamente 10 m de ancho y el *A. germinans* forma un bosque ralo atravesado por numerosos canales; también se encuentran algunos adultos de *L. racemosa*. En el área de influencia existen formaciones de “islotas” con una o varias especies mezcladas. Unas áreas poseen señales de tala reciente y antigua, mientras que más al norte no existe evidencia de esta actividad.

En el norte se pueden observar bosques de *R. mangle* de hasta 14 m siendo los más altos del sistema. Igualmente se hallan áreas de claros producto de tala reciente y antigua de *R. mangle* y de *A. germinans*. El *A. germinans* de este punto se caracteriza por tener muchas ramas y presentarse en forma de bosques ralos de crecimiento achaparrado. En toda esta zona se pueden encontrar algunos juveniles de *R. mangle*. En la zona más al norte el manglar se torna más denso, con mucha menos tala y con una regeneración natural abundante principalmente de *A. germinans*.

1.2.2.5. Bosques de las rondas hídricas de los arroyos de las cuencas hidrográficas localizadas al oriente de la ciénaga de virgen.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

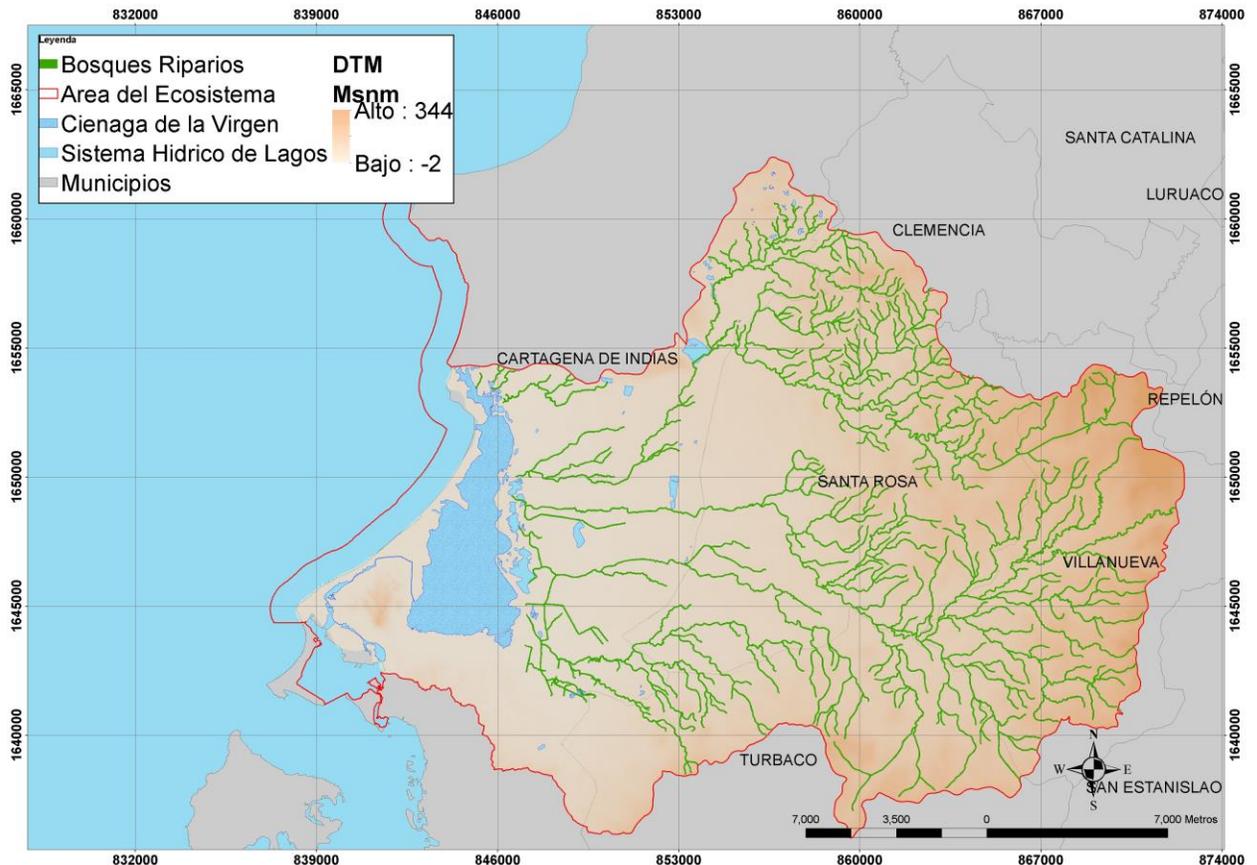


Ilustración 10. Bosques riparios de las rondas hídricas de los arroyos de las cuencas hidrográficas localizadas que drenan al oriente de la ciénaga de virgen

Los bosques de la ronda hídrica de los arroyos presentes en la cuenca tienen una estructura cuyas principales unidades de cobertura vegetal es la vegetación de playa, Bosques tropófilos, Matorrales Subxerófiticos,

- **Vegetación de Playa**

Es casi en su totalidad de tipo herbácea con agrupaciones arbustivas, las especies más representativas son: *Canavalia marítima*, batata de playa (*Ipomea sp*), *Tephrosia cinerea*, *Croton punctatus*. Además, se desarrollan agrupaciones arbustivas, bosques de manzanillos, están distribuidas en menor extensión, uveros (*Coccoloba uvifera*), cocoteros (*Cocus nucifera*) en forma abundante, al igual que el trupillo (*Prosopis juliflora*).

La intervención antrópica ha llevado a las especies casi a vegetación relictual; la dinámica de dunas costeras y la vegetación de sucesión rápida han venido siendo modificadas por el crecimiento de la infraestructura vial. Esto se le atribuye a la implementación de actividades relacionadas con el turismo, recreación, y la construcción de edificaciones residenciales.

- **Bosques Tropófilo**

Estos bosques los conforman principalmente estratos arbustivos y arbóreos constituidos principalmente por el Caracolí (*Anacardium excelsum*), la Ceiba bonga (*Ceiba pentandra*), el Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), y las Acacias (*Caesalpinia pelthoporoides*). En la zona donde se establecen estos pequeños cauces, los bosques tropófilos han sufrido daños severos, que se derivan del cambio en el uso del suelo, el uso que se les da actualmente es para desarrollar actividades agrícolas y ganaderas. Se observa una marcada fragmentación por el establecimiento de potreros.

- **Matorrales Subxerófiticos**

Estos ecosistemas al igual que los bosques tropófilos se encuentran en grave estado de degradación, se observan solo pequeños parches en estados de regeneración y poseen población más dispersa y escasa. Los matorrales subxerófilos están conformados por especies de *Parkinsonia aculeata*, *Haematoxylum brasiletto*, *Jatropha gossypifolia*, *Cercidium praecox*, *Croton rhamnifolius*, *Jacquinia aristata*, cactáceas o cardones y algunas herbáceas.

En las áreas bajas inundables encontramos la vegetación de zonas cenagosas, las especies representadas en esta área son principalmente la lechuga de agua (*Pistia estratiotes*), el tabaquillo (*Polygonum densiflorum*) y el lirio acuático (*Limnanthemum humboldtianum*); hacia las márgenes occidentales se encuentra vegetación herbácea compuesta por *Paspalum sp.*, *Typha angustifolia* y *Cyperus sp.*

- **Cordón Ripario**

Los Cordones Riparios muestran una comunidad de tipo arbóreo y arbustivo que pueden conformar o no un estrato continuo y se agrupan en corrientes de agua en franjas angostas. Los más notorios en la cuenca desde el punto de vista de diversidad florística y estructura son: El Caño Mesa, Matute, Tabacal, Chiricoco y Limón.

- **Potreros Arbolados**

Están conformados por una matriz continua de pastizales con algunos árboles, dentro de los que se podría encontrar campanos, típico en áreas intervenidas por la ganadería.

- **Cultivos**

Se presentan cultivos de frutales como la de guayaba (*Psidium guajava*), plátano (*Musa sp.*), mango (*Mangifera indica*) y yuca (*Manihot esculenta*).

Los factores que influyen en la proliferación de la Cobertura de la ronda hídrica de los arroyos presentes en la cuenca y que a su vez la hacen muy diversa, es principalmente su localización en la provincia biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño (Bosque Seco Tropical), Los vientos Alisios de la zona que contribuyen a su vez un clima tropical semiárido, su precipitación que fluctúa entre 789 mm y los 1,800 mm y una temperatura superior a los 25 o C, (temperaturas máximas de 38°C).

Gracias a lo anterior encontramos matorrales xerófilos, zonas halófilas en el litoral, bosques subhigrofiticos e higrotropofíticos, formaciones riparias y manglares.

Las especies vegetales aledañas a la zona occidental de la ciénaga se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Especies vegetales presentes en la ronda hídrica de los arroyos de la ciénaga de La virgen

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------|------------------------------|
| Almendra | <i>Terminalia catappa</i> |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> |
| Roble Rosado | <i>Tabebuia rosea</i> |
| Palma de coco | <i>Cocos nucifera</i> |
| Payandé | <i>Pithecellobium dulce</i> |
| Guanábana | <i>Annona muricata</i> |
| Matapalo | <i>Ficus sp.</i> |
| Mataratón | <i>Gliricidia sepium</i> |
| Totumo | <i>Crescentia cujete</i> |
| Ceiba Bruja | <i>Ceiba pentandra</i> |
| Mamón | <i>Melicoccus bijugatus</i> |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> |
| Caucho | <i>Ficus elastica</i> |
| Guácimo | <i>Guazuma ulmifolia</i> |
| Trinitaria | <i>Bougainvillea glabra</i> |
| Campano | <i>Pithecellobium saman</i> |
| Acacia Roja | <i>Delonix regia</i> |
| Laurel | <i>Ficus benjamina</i> |
| Olivo | <i>Capparis odorotissima</i> |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|--------------|-------------------------|
| Mango | <i>Melicoca bijuga</i> |
| San Joaquín | <i>Cordia sebestena</i> |

Fuente: SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA S.A., 2012

De acuerdo a las descripciones de cobertura de la ronda hídrica de los arroyos presentes en la cuenca de la ciénaga de la virgen, podemos decir que estamos al frente de un sistema discontinuo de vegetación, y que su característica principal son parches. Es importante mantener estos ecosistemas puesto que fomentan la gestión de los elementos del paisaje que revistan primordial importancia para la migración distribución geográfica y el intercambio genético de fauna y flora silvestre.

Además, son esenciales para los ecosistemas fluviales, pues los bosques representan una zona de ecotono o transición entre el medio acuático propiamente dicho, y el medio terrestre localizado en las inmediaciones del cuerpo de agua, recibiendo la influencia hidrológica de ambos componentes (Medio acuático y terrestre), al construir un espacio compartido en el ciclo de agua, de los sedimentos y de los nutrientes

La favorabilidad que tienen los espacios riparios para recibir aportes hídricos y acumular los materiales de los suelos erosionados de las laderas, hace que sean muy cualificados por actividades agroindustriales como la agricultura, pues el agua es quizás el factor más limitante para el desarrollo de la vegetación.

1.2.2.6. Mar Caribe.

La franja del mar Caribe (Ver Ilustración 11) se describe haciendo énfasis en el comportamiento de sus corrientes, mareas y oleaje, y en la calidad fisicoquímica y microbiológica de sus aguas.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 11. Franja del Mar Caribe

- **Corrientes**

En la franja del Mar Caribe que hacen parte del ecosistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos se siente la presencia de la Corriente Caribe y la Contracorriente de Panamá, las cuales interactúan en forma variable, dependiendo de la época del año. Esa variación depende básicamente del régimen del viento que a su vez está condicionado por la ubicación de la denominada Zona de Convergencia Intertropical. En dicha franja se siente también la presencia de una corriente generada por las aguas dulces y fuertemente cargadas de sedimentos que salen del río Magdalena en Bocas de Ceniza

- **Mareas**

La marea en todo el distrito de Cartagena, es de tipo micromareal, es decir se presenta con un rango (diferencia de altura entre la pleamar y la bajamar) muy pequeño; otros autores clasifican la marea de la región como tipo mixta con predominio semidiurno, lo que quiere decir que la marea normalmente presenta dos pleamares (elevaciones del nivel del mar) y dos bajamares (descensos del nivel del mar) por día y durante unos pocos días al mes cuenta con anomalías de tipo diurno, es decir una pleamar y una bajamar por día.

La marea de Cartagena registra valores medios de pleamar y bajamar de 0,20 m y 0,50 m respectivamente y con un rango promedio de marea de 0,35 m. Durante las tormentas o la presencia de frentes fríos en el Caribe el nivel medio del mar puede aumentar más de un metro por encima del nivel promedio de marea astronómica. Los vientos Alisios procedentes del Norte y Noreste son los más intensos y predominantes durante los meses de diciembre a abril con velocidades promedio de aproximadamente 7 m/s. El resto del año predominan los vientos del Suroeste y del Sur con menores intensidades (IDEAM; Morales, 2004).

- **Oleajes**

En la zona de Cartagena no se cuenta con registros u observaciones sistemáticas del oleaje realizadas mediante sensores o boyas, por lo que para tener una idea del régimen de oleajes generalmente este se deduce a partir de los vientos locales que si son conocidos en las estaciones del IDEAM o de observaciones visuales de barcos mercantes en la zona (GWS, British Maritime Technology, 1994) o de registros de boyas de la NOAA o mediante la propagación del oleaje mar afuera a partir de evaluaciones estadísticas hechas de observaciones de alturas de olas en el área del Caribe. Estudios realizados consideran que los datos de altura de ola significativa entre 1 y 3 m están bien estimados por los observadores de los barcos mercantes, al igual que los períodos; pero, para los oleajes de tormenta, se requiere de un ajuste para la altura significativa y para el período (Agudelo et al, 2005).

En Cartagena, el oleaje más frecuente proviene del noreste, siendo a su vez el oleaje más fuerte. Se presenta oleaje del norte con igual intensidad al del noreste pero con una menor frecuencia. El oleaje del norte y del noreste es propio de la época seca, es decir, la que se da entre los meses de diciembre y abril (CIOH, 2008). (Ilustración 12).

El resto del año se presenta oleaje de direcciones variadas entre el noroeste y el suroeste y en raras ocasiones del oeste. En términos generales este oleaje es de menor intensidad aunque pueden presentarse fuertes oleajes de corta duración, debidos también a fenómenos meteorológicos fuertes de corta duración. Cartagena no está sujeta al oleaje directo generado por tormentas en el Caribe, pero si recibe su efecto, lo que incrementa la altura del oleaje local.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

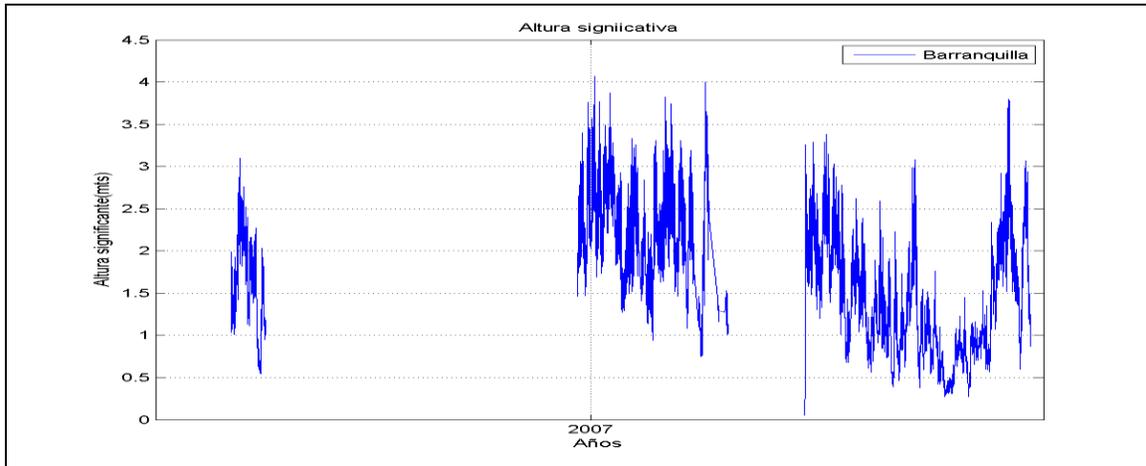


Ilustración 12. Comportamiento de la Altura Significativa de la Ola medida en la Boya de oleaje direccional ubicada en aproximaciones a Barranquilla durante el 2007, mostrada como mediciones In Situ más cercanas a Cartagena. Fuente: Informe diagnóstico de mareas. CIOH, 2007.

- **Calidad Fisicoquímica y Microbiológica**

La calidad fisicoquímica de la franja del Mar Caribe es descrita con base en los monitoreos de DBO5 y CFS (Ver Tabla 2), realizados, desde el año 2001 hasta el año 2010, por Aguas de Cartagena y EPA Cartagena en las estaciones P15, P16,

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
 REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

P17, P18, P30, E25, E26, E27, y E28 que se muestran en la



Ilustración 13.

Tabla 2. Variación de la Calidad de DBO5 y CFS en el Mar Caribe. Fuente: Aguas de Cartagena y EPA –Cartagena)

| Estación | DBO5 (mg/l) | | | | | | | | | CFS (NMP/100 ml) | | | | | | | | |
|----------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2009 | 2010 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2009 | 2010 |
| E25 | N.D | N.D | 3,3 | 3,3 | 0,93 | 0,93 | - | - | <2,0 | 7,3 | 2300 | 23 | 3 | 91 | 91 | - | - | <30 |
| E26 | - | - | 1,89 | - | - | - | - | - | <2,0 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | <30 |
| E27 | - | - | - | - | - | - | - | - | <2,0 | - | 20 | 40 | - | - | - | - | - | <30 |
| E28 | - | - | - | - | - | - | - | - | <2,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 40 |
| P15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <2 | 6 | - | - | - | - | - | - |
| P16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | 6 | - | - | - | - | - | - |
| P17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13 | 56 | - | - | - | - | - | - |
| P18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 180 | 240 | - | - | - | - | - | - |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 13. Estaciones de Monitoreo Mar Caribe

Las concentraciones de DBO5 en el Mar Caribe son muy estables en el espacio y el tiempo y clasifican al cuerpo de agua como no contaminado, esto es notoriamente reflejado en los resultados que han arrojado los monitoreos realizados en este cuerpo de agua desde el año 2001 hasta el 2010 en diferentes puntos (Tabla 2), en los que se presenta como máximo pico el valor de 3.3 mg/l (correspondiente a la estación E25 en los años 2003 y 2004) que sigue calificando al cuerpo de agua en ese punto como no contaminado; sin embargo es preciso aclarar que la ocurrencia de este pico podría ser atribuida a que esa estación se encuentra localizada cerca a la Bocana de Estabilización, donde el intercambio de las aguas de la Ciénaga de la Virgen con el Mar Caribe podrían estar aumentando levemente las concentraciones de DBO5 en ese punto.

Así mismo, la buena calidad de las aguas del Mar Caribe podría ser atribuida al gran potencial de asimilación que los cuerpos de agua de tipo oceanográficos presentan por el movimiento constante de sus aguas incentivando la oxigenación de las mismas, y a los grandes volúmenes de agua que aumentan la capacidad disolución de contaminantes.

En cuanto a las concentraciones de coliformes fecales en el Mar Caribe también muestran un comportamiento estable el espacio y en el tiempo, ya que los resultados de la Tabla 2, en su mayoría no sobrepasan los 200NMP/100 ml, y por tanto son valores que además de clasificar al cuerpo de

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

agua como de calidad estable lo califican como permisible para uso recreativo mediante contacto primario, si se tiene en cuenta lo estipulado por el Artículo 43 del Decreto 1594 de 1984 en este sentido.

Sin embargo, resulta interesante hacer énfasis sobre el pico que se presenta en la estación E25 en el año 2002 de 2300 NMP/100ml, el cual podría obedecer a que esta estación está ubicada en las playas de Marbella, las cuales son muy concurridas por bañistas que de alguna forma podrían estar aportando al aumento de las concentraciones de los coliformes fecales.

1.2.2.7. Bahía interna.

La Bahía Interna es el espejo de agua de la bahía de Cartagena localizado en el interior de la ciudad, que está rodeada por la isla de Manzanillo, la parte norte del barrio el bosque, la isla de manga, el Centro Histórico, Bocagrande y Castillo grande (Ver Ilustración). Este cuerpo de agua tiene una extensión aproximada de 8 km² y una profundidad promedio de 20m.



Ilustración 14. Localización de la Bahía Interna.

Sus corrientes están influenciadas por las corrientes de la Bahía de Cartagena, las cuales son de derivación, tanto con marea entrante como con marea saliente. En la época de lluvia el Canal del Dique imprime gran influencia sobre el régimen de corrientes superficiales, mientras que en la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

época de vientos Alisios (época seca) las aguas del Dique se orillan sobre la parte sur de la Bahía generando una corriente en el fondo de Sur a Norte (CIOH, 2008).

Como resultado de la modelación del comportamiento hidrodinámico de la Bahía de Cartagena realizada en el estudio Topográfico, del Clima Marítimo, Caracterización Oceanográfica y Determinación del Oleaje de Diseño y Planteamiento de Alternativas de Solución para la Protección de los Fuertes”, se pudo concluir que la hidrodinámica de la Bahía en general está influenciada en su mayor parte por la marea (entrada por la Escollera Submarina y el Canal de Varadero), por el viento local y los aportes del Canal del Dique, observándose una condición específica de flujos de entrada-salida de la masa de agua para las condiciones de marea saliente y marea entrante. Ilustración 15 e Ilustración 16 (FONADE & Consorcio AFA- Ingenieros LTDA, 2009).

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

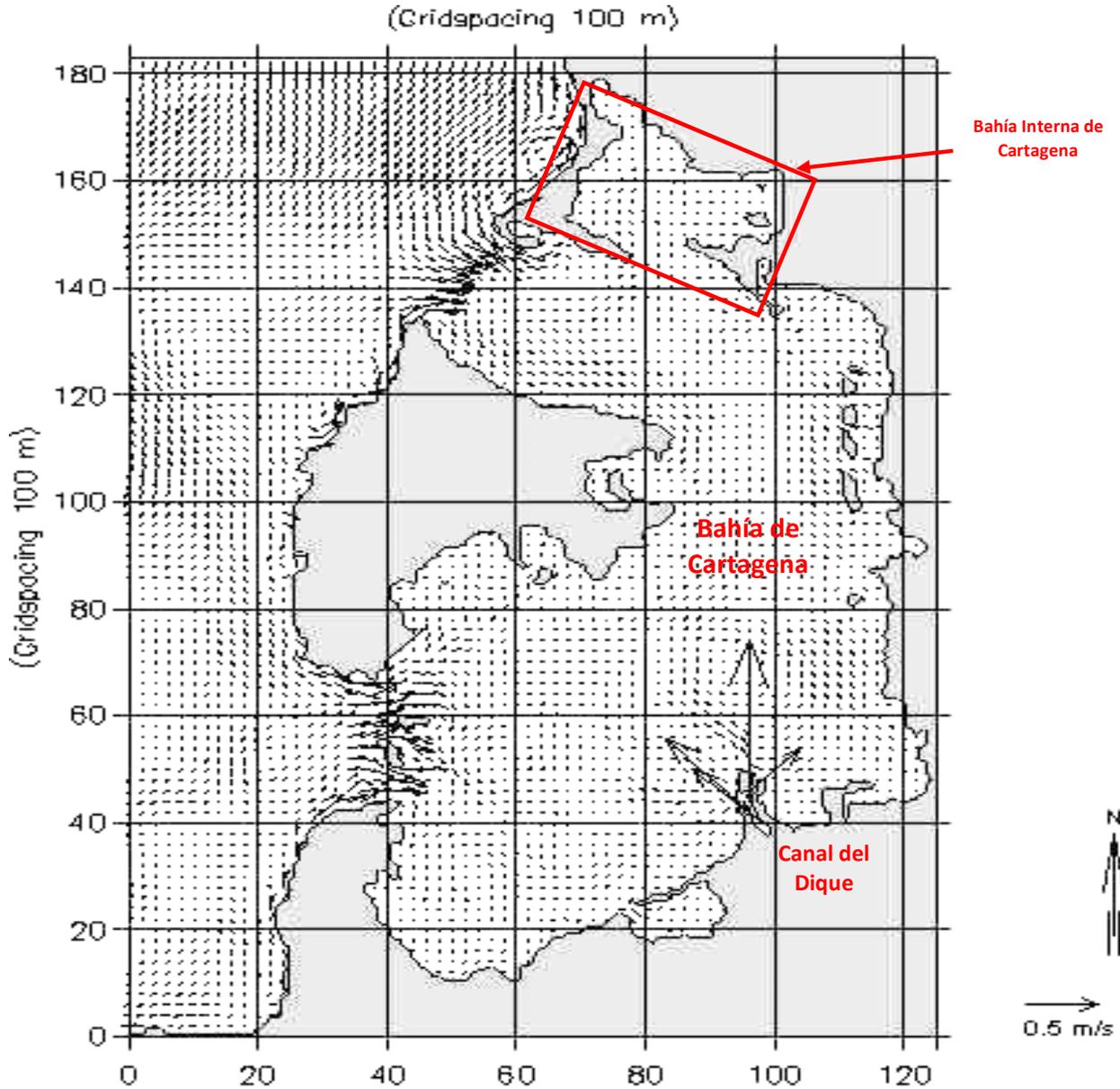


Ilustración 15. Comportamiento hidrodinámico de la Bahía de Cartagena. Resultados del modelo hidrodinámico HD, marea entrante. FUENTE: FONADE & CONSORCIO AFA- INGENIEROS LTDA, 2009

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

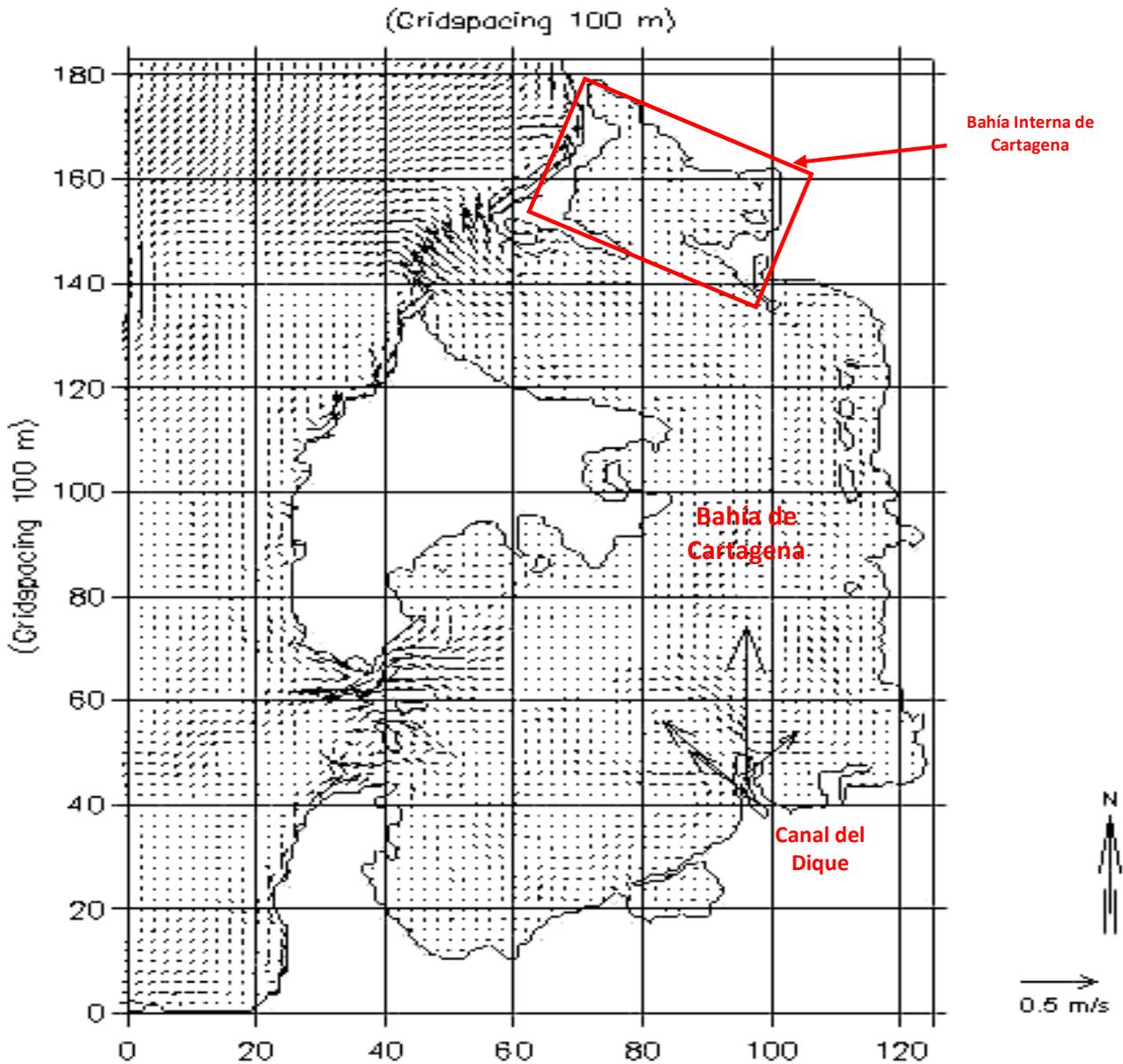


Ilustración 16. Comportamiento hidrodinámico de la Bahía de Cartagena. Resultados del modelo hidrodinámico HD, marea saliente. FUENTE: FONADE & CONSORCIO AFA- INGENIEROS LTDA, 2009

En cuenta a las mareas de este cuerpo de agua se tiene que durante las diferentes épocas del año, el régimen determinado por las mismas se mantiene, aunque el efecto generado por los vientos Alisios en la época seca produce un régimen predominantemente de norte a sur, permitiendo flujos del mar hacia la Bahía por Bocagrande y de la Bahía hacia el mar por Bocachica (INVEMAR, 2009). Para la Bahía de Cartagena el rango de marea astronómica promedio es de 0,375 metros y el nivel

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

medio de bajamar es de 0,521 metros. Durante las tormentas o la presencia de frentes fríos en el Caribe el nivel medio del mar puede aumentar por encima del nivel promedio de marea (CIOH, 2008).

La Universidad de Cartagena ha registrado varias mediciones de marea en diferentes puntos de la ciudad, especialmente en la Bahía de Cartagena. La Ilustración 17 muestra rangos de marea medidos durante 650 horas en cercanías del canal de Bocachica con amplitudes entre 0.25 m para pleamar y 0.15 m para bajamar con relación al nivel medio de lecturas. Dichas mediciones fueron realizadas en los meses de febrero y marzo de 2008.

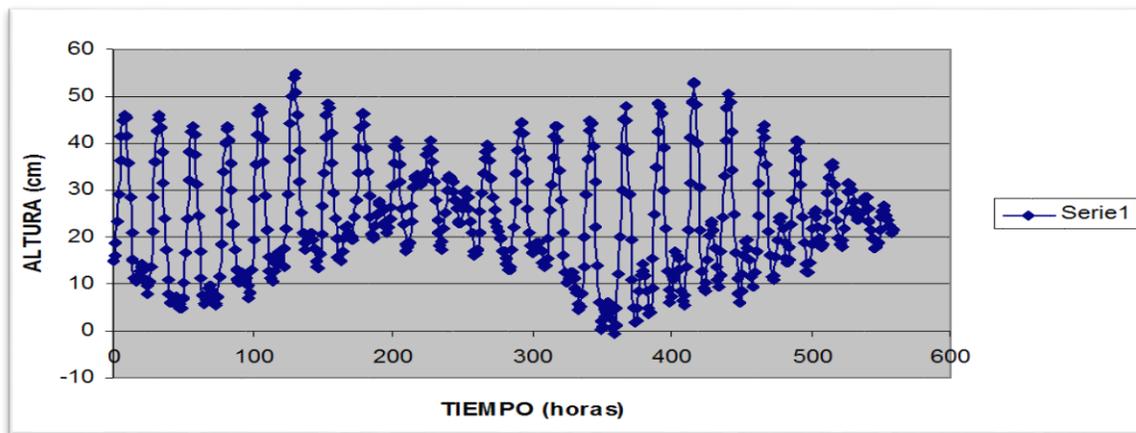


Ilustración 17. Niveles medidos en el Canal de Bocachica, 2009. FUENTE: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, 2009

Continuando con la descripción de la Bahía Interna de Cartagena, se pasa ahora a analizar la calidad de sus aguas. Para tan fin se toma como base el análisis multitemporal y espacial realizado por la Universidad de Cartagena, CARDIQUE y ACUACAR (Tabla 3), en las estaciones que se muestran en la Ilustración 18, entre los años 2001 y 2010.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 18. Localización de estaciones para Medición de Calidad de Agua. FUENTE: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, CARDIQUE Y ACUACAR.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 3. Resultados de Mediciones de Calidad de Agua

| DBO ₅ (mg/l) | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Estación | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2006 | 2007 | 2010 |
| E14 | - | - | - | - | 3,0 | 5,30 | 3,2 |
| E17 | - | - | - | - | 6,0 | 6,2 | 2,5 |
| P1 | 3,9 | 9,01 | 2,3 | 2,1 | - | - | - |
| P2 | - | - | - | - | 5,6 | ND | - |
| P3 | - | - | - | - | 6,0 | 1,3 | - |
| CFS (NMP) | | | | | | | |
| Estación | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2006 | 2007 | 2010 |
| E14 | - | - | - | - | 49 | 790 | 230 |
| E17 | - | - | - | - | 7 | 1700 | 40 |
| P1 | 240 | 11000 | 2100 | N.D | - | - | - |
| P2 | - | - | - | - | 49 | <2 | - |
| P3 | - | - | - | - | 2 | 110 | - |

FUENTE: UDEC, CARDIQUE, ACUACAR.

De estos resultados se puede concluir, que la calidad fisicoquímica y microbiológica de la Bahía Interna de Cartagena es variada en el tiempo y en el espacio, presentando valores de DBO₅ y Coliformes Fecales que oscilan entre 9.01 a 2.5 mg/l y 11000 a 40 NMP, respectivamente. Sin embargo se puede notar que la mayoría de los resultados obtuvieron valores muy altos, que confirman la presencia de materia orgánica y contaminantes microbiológicos en estas aguas.

1.2.2.8. 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. Tiene forma de pera, 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. Se comunica con el sistema de Caños y lagunas internas de la ciudad a través del caño Juan Angola. Sobre el costado oriental existe una zona de manglares y zonas pantanosas que cubren un área de 7,5 km².

- **Corrientes**

En cada pleamar entra por el sistema de compuertas de entrada de la Bocana un volumen de agua marina que induce una corriente dentro de la ciénaga que avanza en dirección sur enmarcada al oriente por la pantalla metálica y al occidente por el costado occidental de la ciénaga. Sobre el borde sur la corriente toma dirección hacia el oriente, y toma luego dirección hacia el norte y después hacia el oeste para dirigirse a las compuertas de salida de la Bocana.

- **Mareas**

En estudios realizados por (ARRIETA A, 2005) se instaló un mareógrafo en el Canal de la Bocana; el cual registró las lecturas de niveles de marea por un periodo de 48 horas continuas cada media hora (21/01/05 – 22/01/05). En la Tabla 5 se muestran los valores máximos, medios y mínimos de nivel registrados en este estudio y la amplitud de onda.

Tabla 4. Características de la marea medida

| Canal Bocana (m) | |
|------------------|------|
| Nivel Máximo | 0,53 |
| Nivel Medio | 0,35 |
| Nivel Mínimo | 0,20 |
| Amplitud | 0,33 |

Fuente: (ARRIETA A, 2005).

De acuerdo con niveles registrados en el canal de la Bocana, los niveles máximos de marea son del orden de 0.18 m y los niveles mínimos de marea son del orden 0.15 m, con respecto al nivel medio.

- **Calidad de agua**

La calidad del agua de este cuerpo hídrico ha sido evaluada recientemente por la Red de Vigilancia de Calidad del Agua Marina – REDCAM – (2014) a partir de los parámetros de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, nutrientes, clorofila, microbiológicos, demanda bioquímica de oxígeno y materia orgánica, plaguicidas y metales pesados; y sus resultados más relevantes se muestran a continuación: conocidos sentada a la vez

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 19: Puntos de muestreo de la REDCAM en la ciénaga de La Virgen. REDCAM, 2014

- **Temperatura**

Para los monitoreos realizados la temperatura de las aguas superficiales de la ciénaga de la virgen oscilaron en promedio a $32,0^{\circ}\text{C} \pm 0,68^{\circ}\text{C}$ para el 2012 y $30,5^{\circ}\text{C} \pm 0,81^{\circ}\text{C}$ para el 2013, ambos valores medidos en la época de lluvias.

- **Salinidad**

Los valores de salinidad fluctuaron entre 9,5 y 31,3 para la época lluviosa de 2012 y entre 19,8 y 27,1 para la época lluvias de 2013.

- **pH**

Los valores de pH en la época de lluvias de 2012 oscilaron entre 8,4 a 8,7 con un promedio $8,5 \pm 0,1$ mientras que en el 2013 fluctuaron entre 5,4 a 8,4 con un promedio $8,0 \pm 0,8$.

- **Oxígeno Disuelto**

En la época lluviosa 2012 fluctuó con un promedio de $4,5 \text{ mg/L} \pm 2,3$ en la época lluviosa y con un promedio de $4,3 \text{ mg/L} \pm 0,8$ para la época de lluvias de 2013.

- **Sólidos Suspendidos Totales**

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Los sólidos suspendidos totales (SST) no sobrepasaron los 60 mg/L para el año 2012 ni para el 2013. Es importante mencionar que las variaciones de SST entre las estaciones de muestreo, se deben al cambio de la marea y al drenaje de los arroyos que desembocan en la ciénaga, que resuspenden los sedimentos del fondo.

- **Nutrientes**

Se midió el nitrógeno en formas de nitratos (NO₃-), nitritos (NO₂-), amonio (NH₄⁺), y el fósforo inorgánico disuelto en forma de ortofosfato (PO₄⁻). Los resultados mostraron que existen variaciones entre estaciones de muestreo durante la época de lluvia de 2012 y 2013, que registraron los mayores valores en las estaciones ubicadas en los arroyos que drenan hacia la ciénaga.

- **Clorofila**

La concentración de clorofila en la ciénaga fluctuó con un promedio de 23,2 ±20,2, encontrándose las mayores concentraciones de clorofila estarían influenciadas por las descargas de los arroyos que drenan a la ciénaga.

- **Microbiológicos**

El monitoreo de la calidad microbiológica de la ciénaga de La Virgen mediante la determinación de coliformes totales (CTT) y termotolerantes (CTE).mostró que en la época lluviosa del 2012 las CTT superaron los 1.000 NMP.100 mL⁻¹ mientras que en la época lluviosa 2013 oscilaron entre 20 NMP.100 mL⁻¹ hasta 24.000 NMP.100 mL⁻¹. Por su parte las CTE muestran que sólo en el sector norte del Sistema Bocana Estabilizadora de Mareas en ambas épocas se superó el límite de las 200 NMP. 100 mL⁻¹), las cuales son atribuidas a la contaminación puntual por basuras y por las escorrentías que durante la temporada de lluvias producen mayor arrastre de materia orgánica aumentando las concentraciones en este parámetro.

- **DBO5 y Materia Orgánica**

Para el 2012 se registraron en la mayoría de estaciones los valores superiores a 5 mg/L de DBO5 excepto en la salida Bocana y la Ciénaga Juan Polo; mientras en el 2013 se observa un descenso en las concentraciones de DBO5 en el cuerpo de agua. En cuanto a la Materia Orgánica, se presentaron contenidos más altos, especialmente en la época lluviosa de 2011 en el Emisario (22,6 mg/L), Norte de la Ciénaga (20,5 mg/L), Sur Bocana (17,3 mg/L), Norte Bocana (16,1 mg/L) y Canal Aeropuerto (15,4 mg/L); y para la época de lluvias de 2013 las concentraciones de materia orgánica disminuyeron hasta estar entre 0,8 y 3,7 mg/L. Esta situación de cambios favorables en las concentraciones de DBO5 y Materia Orgánica, por el periodo evaluado, puede ser debida a la disminución de las descargas de aguas residuales sobre la ciénaga gracias a la puesta en marcha del Emisario Submarino y la adecuación de nuevos canales recolectores de aguas residuales de la Ciudad.

▪ **Plaguicidas**

La determinación de plaguicidas organoclorados y de uso actual, durante las épocas lluviosas de 2012 y 2013 estuvo por debajo del límite de detección de las técnicas utilizadas. No obstante la recomendación dada en el mismo informe técnico es que de acuerdo con los registros históricos de mediciones realizadas; no se debe descartar la necesidad de mantener los monitoreos que puedan evidenciar su presencia, que si bien es esporádica lleva asociada efectos sobre el ecosistema local.

▪ **Otros parámetros de calidad**

El informe técnico de calidad del agua para la ciénaga de La Virgen de la REDCAM también evaluó los parámetros de metales pesados, aceites y grasas e hidrocarburos. De ellos se determinó que ninguno tiene concentraciones que se consideren de alto riesgo para la biota acuática durante los periodos 2012 y 2013 evaluados.

1.2.2.9. Sistema de Caños y Lagos Internos.

Las lagunas y caños internos del distrito de Cartagena están conformados por una serie de cuerpos de agua que se comunican entre sí, desde la Ciénaga de la Virgen hasta la Bahía de Cartagena, en ese orden estos son: Caño Juan Angola, Laguna del Cabrero, Laguna de Chambacu, Laguna de San Lazaro, Caño Bazurto y Ciénaga de las Quintas (Ilustración 20). A continuación se describe en forma general cada uno de ellos.

- **Caño Juan Angola:** este cuerpo de agua 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. 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. (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).
- **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. (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).
- **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. (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).
- **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

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Quintas a la altura del puente Jiménez. Tiene una profundidad promedio de 1.73 m., con una longitud aproximada de 1.2 Km. y 12 hectáreas de espejo de agua. (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).

- **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 (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).

- **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. (BELTRAN. A & Suarez. L., 2004).

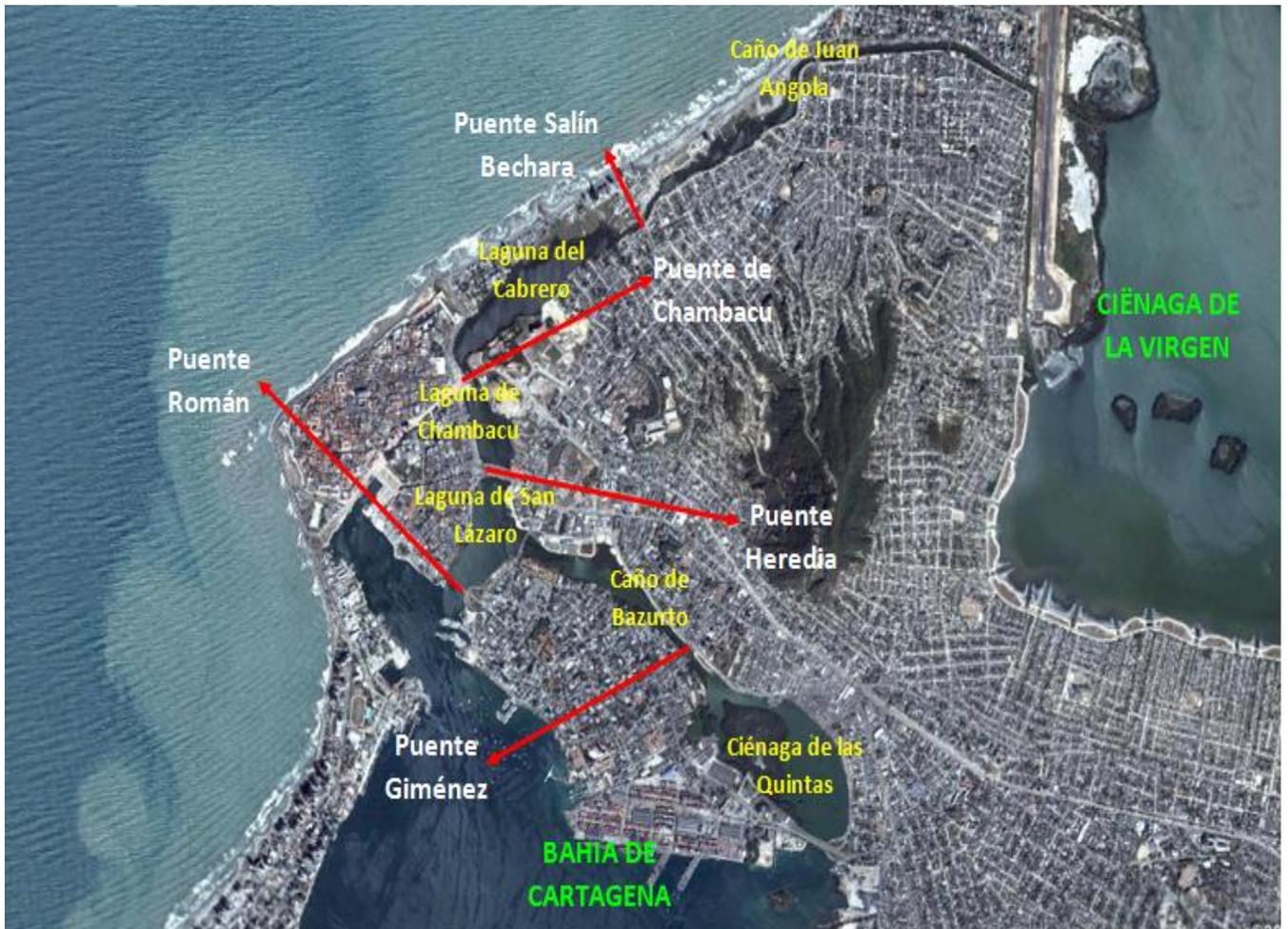


Ilustración 20. Caños y lagunas en el Distrito de Cartagena. Fuente: Universidad de Cartagena. Con información de Google Earth, 2010

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Para este sistema Beltrán & Suárez (2010) realizaron un estudios de calidad del agua, monitoreando en la época seca y húmeda el comportamiento del sistema, como se muestra en la Ilustración 21.

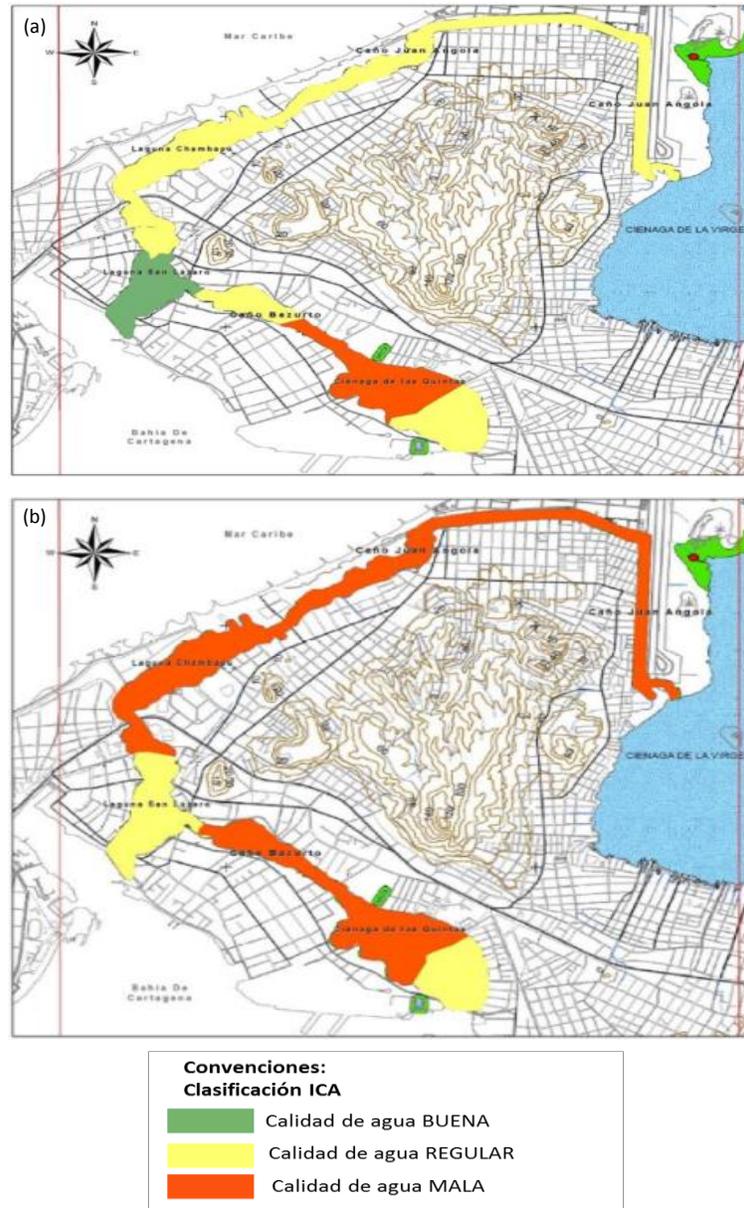


Ilustración 21: (a) Condiciones de calidad del agua en la época seca, (b) Condiciones de calidad del agua en la época húmeda generado por Beltrán & Suárez, 2010

En esta ilustración lo que se puede observar es que en la época seca la laguna San Lázaro mantiene una calidad de agua Buena; mientras que el caño Juan Angola, la laguna El Cabrero, Chambacú y parte del caño Bazurto y la ciénaga de Las Quintas mantienen una calidad de agua Regular para la época seca; en contraste con la otra porción del caño Bazurto y la ciénaga de Las Quintas que mantienen una calidad de agua Mala para la misma época. No obstante, llega a ocurrir que durante la época húmeda la calidad del agua en los cuerpos hídricos disminuye significativamente, tal es el caso de la laguna San Lázaro que pasa a tener una calidad de agua Regular; mientras que el caño Juan Angola, la laguna El Cabrero, Chambacú y todo el caño Bazurto pasan a tener una calidad Mala; cabe destacar como la ciénaga de Las Quintas mantiene la misma tendencia de tener un zona con calidad de agua Regular y otra con calidad Mala.

Estos cambios espacio-temporales en la calidad del agua de todo el sistema pueden estar asociados con los asentamientos humanos y/o la dinámica de las actividades comerciales (clandestinas y legales) que se dan en los perímetros de cada uno de los cuerpos de agua que compone el sistema, lo cual en términos generales se debe al vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento previo y la disposición de residuos sólidos de forma inadecuada. (UNIVERSIDAD DE CARTAGENA et al. - 3a, 2010)

1.2.2.10. Suelo que soporta a los componentes biofísicos del ecosistema (geomorfológicas, geológicas, tipos de suelo y de cobertura de la tierra)

El componente suelo es descrito haciendo énfasis en sus características geológicas y geomorfológicas, tipos de suelo y en su cobertura de la tierra.

- **Geología y Geomorfología.**

Las condiciones geológicas y geomorfológicas que predominan sobre el área de estudio están asociadas a las características litológicas y estructurales del llamado Cinturón del Sinú, en el que afloran unidades litológicas de rocas de edad terciaria de origen marino transicional continental de la unidad de formación de rocas Formación La Popa. (INGEOMINAS & ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS, 2001), tales como la unidad Detrítica de La Popa y la unidad calcárea o de calizas arrecifales de La Popa (INGEOMINAS et al., 2001).

En los conjuntos superior e inferior de la unidad calcárea de la Formación La Popa predominan las capas y bancos de caliza arrecifal y areniscas calcáreas, mientras hacia la parte intermedia son comunes las arcillas y limolitas calcáreas con bancos de areniscas muy friables. En la unidad detrítica de la Formación Popa, los conjuntos superior e inferior presentan predominio de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas localmente friables, mientras en el conjunto intermedio

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

prevalecen las areniscas friables con delgadas intercalaciones arcillosas. (UNIVERSIDAD DE CARTAGENA & ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS, 2010a)

En cuanto a las unidades litológicas reportadas, de la más antigua a la más joven, se encuentran: Turbiditas de Luruaco, Arcillolitas de Bocatocino, Detrítica del Popa, Calcárea o de calizas arrecifales de La Popa y Depósitos aluviales. (CARDIQUE et al, 2004)

Considerando los estudios de Ingeominas (1999), la unidad Turbiditas de Luruaco corresponden con la clasificación Pgsc, que son materiales terciarios constituidos por una secuencia de arcillolitas y limolitas interestratificadas con areniscas cuarzofeldespáticas en capas gruesas y medianas; la unidad Arcillolitas de Bocatocino corresponde a las clasificaciones de formaciones Nga y Ngb, con una secuencia predominantemente arcillosa con abundante yeso diseminado; la unidad Detrítica del Popa definida como Qpr, constituida en su base de arcillolitas con intercalaciones de areniscas arcillosas muy finas donde igualmente es común la presencia de yeso diseminado; la unidad Calcárea o de calizas arrecifales de La Popa definidas como Qpp, que se presenta localmente como bancos de calizas arrecifales muy compactas y areniscas calcáreas con delgadas capas de arcillolitas calcáreas; y la unidad Depósitos aluviales que se clasifica como depósitos cuaternarios Qcal y Qlc y la define como una cobertura de materiales de origen fluvial distribuida en la planicie baja de la cuenca, constituida por depósitos de llanura aluvial, asociados a los drenajes mayores que presentan una morfología aterrizada y constituidos de arenas y arcillas, localmente con lentes conglomeráticos. (CARDIQUE et al., 2004)

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

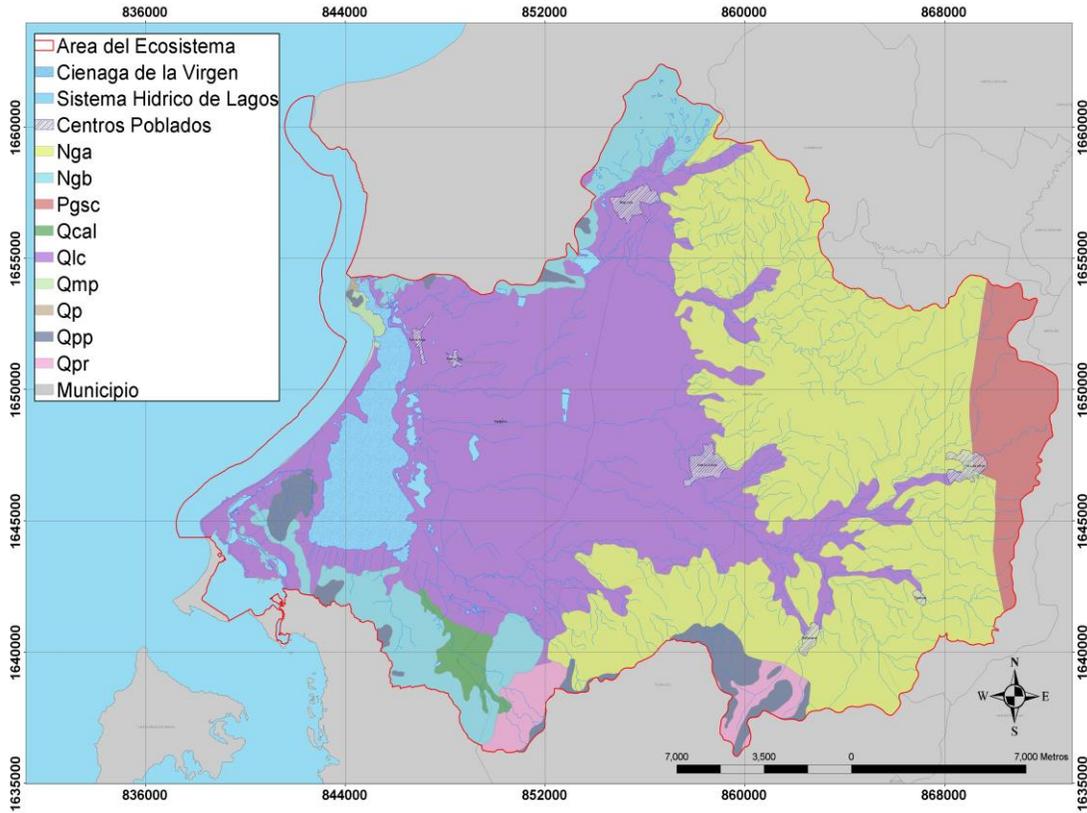


Ilustración 22: unidades geológicas del área de influencia delimitada. Fuente: CARDIQUE, 2004

Respecto a las unidades geomorfológicas, en el casco urbano del distrito se discriminan en unidades prominentes y bajas. Entre las prominentes se presentan colinas, lomas, pendientes, plataformas de abrasión elevadas, terrazas marinas y abanicos aluviales y coluviales. Entre las unidades catalogadas como bajas se definieron geoformas de origen marino tales como llanuras costeras, playas y playones, barras y espigas, lagunas costeras, llanuras intermareales, dunas costeras, deltas de flujo de marea y plataformas y bajos arrecifales. (BARBOSA, 2009)

Por su parte el sistema de caños, lagunas y ciénagas interiores del Distrito corresponde a un antiguo complejo hídrico de transgresiones y regresiones marinas (BARBOSA, 2009), discordantes con las rocas de la unidad de formación característica dado que sobre ellas se encuentran depósitos cuaternarios de origen marino y continental como playas, playones, sustrato de manglar, dunas y depósitos aluviales, coluvioaluviales y de coluvión (INGEOMINAS et al., 2001).

Tomando como punto de referencia la Ciénaga de la Virgen, la configuración geomorfológica en la parte oriental de la zona de estudio se divide en tres unidades de paisaje: lomerío, constituida por unidades de relieves de lomas, espinazos y vallecitos; el piedemonte, constituido por glaciares de acumulación; y la planicie, conformada por un plano fluvio marino y una terraza litoral.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Entre el sistema de caños, lagunas y ciénagas interiores del distrito y la Ciénaga de la Virgen la geomorfología del sector está definida por la presencia del Cerro de La Popa, geomorfológicamente definido como una colina, y las lomas de Peyé y el Diamante; aunque el rasgo geomorfológico más prominente es el Cerro de la Popa, que con sus 150 m de altura sobresale en la morfología de la ciudad de Cartagena y sus alrededores. (CONSORCIO CONSULTORES CARTAGENEROS et al., 2009). En este sentido, el sector es el centro de una zona plana formada por pedimentos y playones; en el que adicionalmente se aprecian en los bordes de los cuerpos de agua formaciones artificiales generadas por el relleno de dichos bordes y de las áreas próximas que originalmente eran llanuras de manglar. (GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS, 2010)

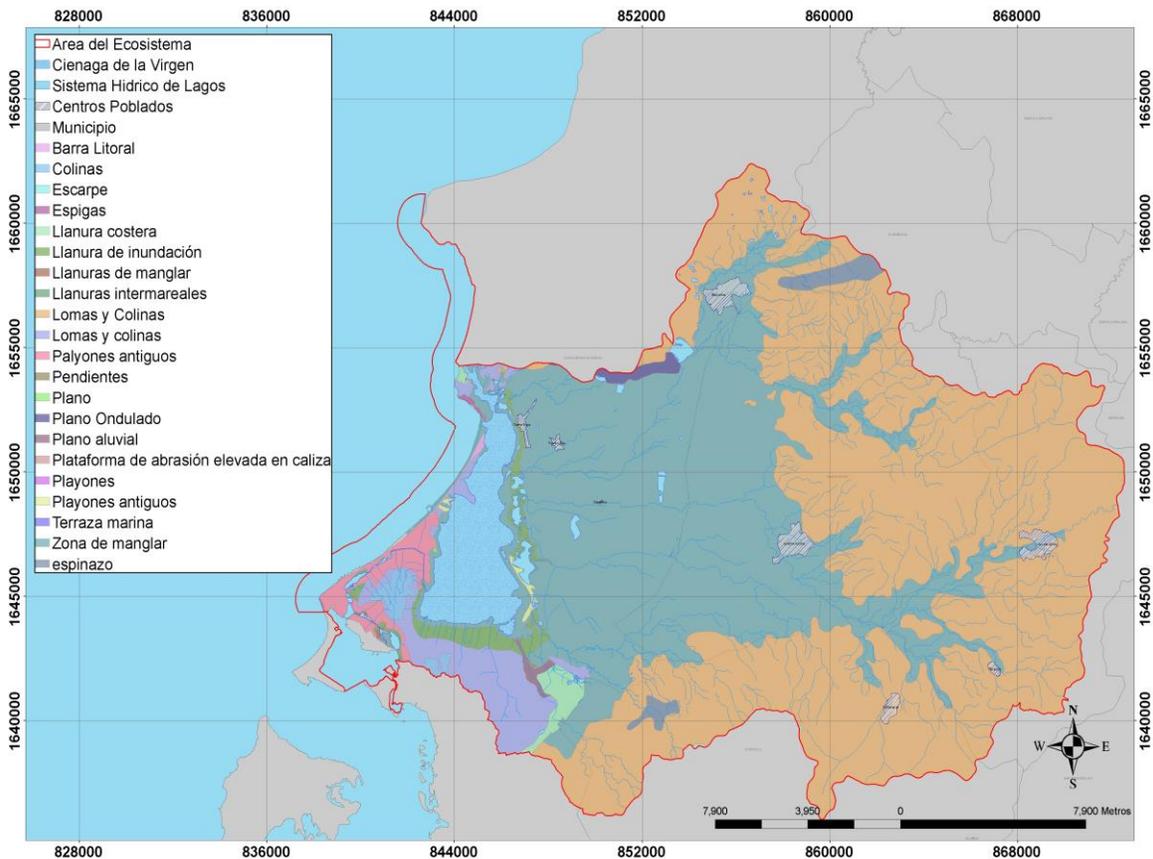


Ilustración 23: unidades geomorfológicas en el área de influencia delimitada. Fuente: CARDIQUE, 2004

- **Tipos de suelo**

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Los tipos de suelo en los que se divide el territorio corresponden a agrupación según sus características físicas adaptada a partir de la definición y clasificación metodológica utilizada por CARDIQUE et al. (2004), para definir las capacidades de uso del suelo.

A continuación se muestra la localización (Ilustración 24) y descripción en detalle (tabla xx) de las limitaciones y/o riesgos de uso asociados a las características de clasificación presentada.

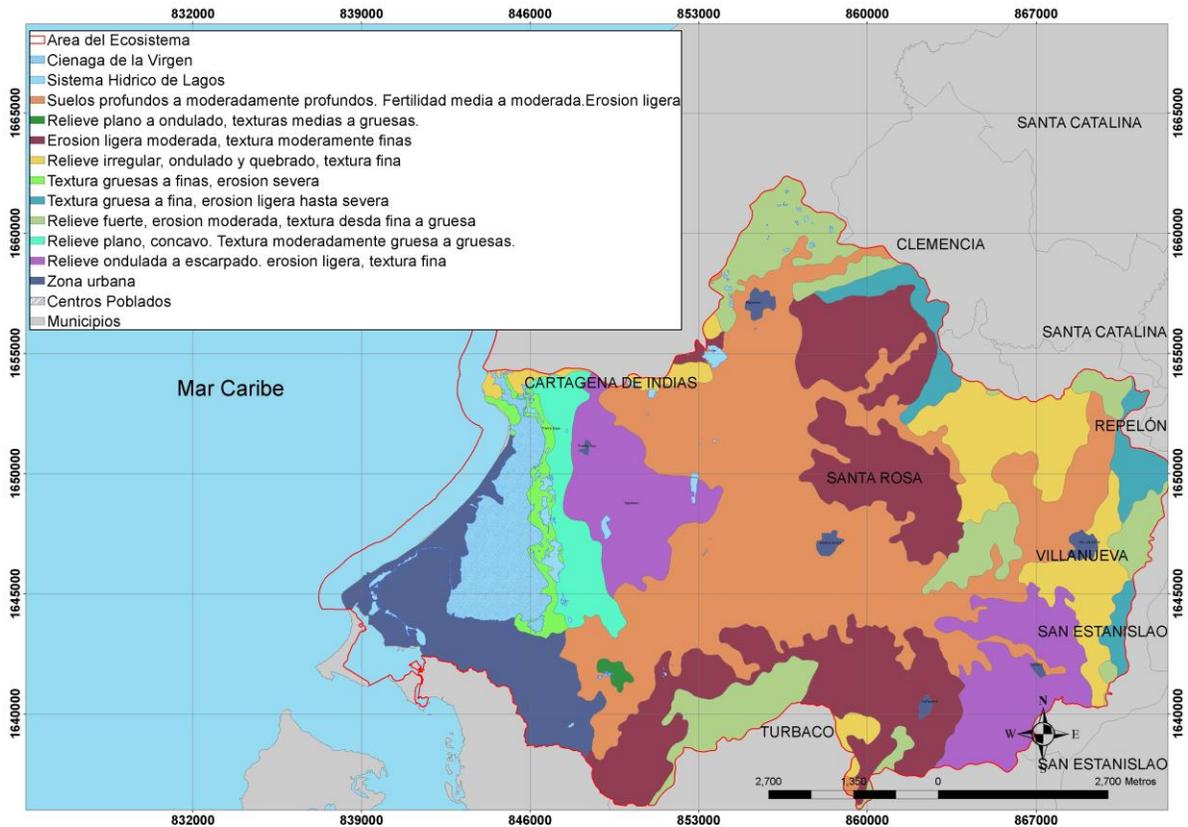


Ilustración 24. Características físicas del suelo del ecosistema.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 5: Descripción de las tipologías del suelo clasificadas en el territorio

| TIPOS DE SUELO / CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | DESCRIPCIÓN |
|---|--|
| Suelos profundos a moderadamente profundos. Fertilidad media a moderada. Erosión ligera | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular y en la producción de cultivos; deficiencia hídrica y con fuerte acidez o ligeramente salinos o sódicos. Lo anterior reduce el número de cultivos a implantar y genera la necesidad de implementar prácticas de manejo especial y conservación para su uso sostenible. |
| Relieve plano a ondulado, texturas medias a gruesas. | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular y en la producción de cultivos; deficiencia hídrica, y con presencia de sales o sodio. Lo anterior reduce el número de cultivos a implantar y genera la necesidad de implementar prácticas de manejo especial y conservación para su uso sostenible. |
| Erosión ligera moderada, textura moderadamente finas | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular, en cuanto a la pendiente por erosión o susceptibilidad a la misma y fuerte acidez. Se debe favorecer la regeneración natural para controlar la erosión además de prácticas de conservación y/o uso sostenible. |
| Relieve irregular, ondulado y quebrado, textura fina | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular, presencia de sales y sodio, drenaje pobre o excesivo, reacción moderadamente alcalina o muy fuertemente ácida, fertilidad baja o muy baja. Se debe implementar prácticas de manejo especial y conservación para su uso sostenible, con énfasis en la aplicación de enmiendas calcáreas. |
| Textura gruesas a finas, erosión severa | Pendiente mayor del 75%, misceláneo erosionado, afloramientos rocosos o drenaje pantanoso. Representa lo que está cubierto por vegetación de manglar. Se deben dedicar para la protección y conservación de la flora, la fauna, los suelos y la dinámica hídrica y estuarina. |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| TIPOS DE SUELO / CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Textura gruesa a fina, erosión ligera hasta severa | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular, y de erosión o susceptibilidad a la misma por pendiente entre 50 y 75%. Se deben usar métodos selectivos en la explotación, para que siempre exista una buena cobertura y proteger al suelo de la erosión; reforestar o declarar como unidad de recuperación de los recursos. |
| Relieve fuerte, erosión moderada, textura desde fina a gruesa | Presenta problemas o limitaciones en la zona radicular, en cuanto a la pendiente por erosión o susceptibilidad a la misma y por condición climática o extrema acidez. Se debe implementar prácticas de conservación y/o uso sostenible del suelo para prevenir la erosión. |
| Relieve plano, concavo. Textura moderadamente gruesa a gruesas. | Presenta problemas o limitaciones por mal drenaje, encharcamientos o inundaciones. Se debe implementar prácticas protección de zonas contiguas a ciénagas. |
| Vls. Relieve ondulada a escarpado. Erosión ligera, textura fina. | Presenta problemas o limitaciones en cuanto a la pendiente por erosión o susceptibilidad a la misma, con muy baja fertilidad, con toxicidad mineral, con sales o sodio cerca de la superficie, con extrema a muy fuerte acidez o cambio textural abrupto. Se debe implementar prácticas de conservación y/o uso sostenible del suelo para prevenir la erosión. |

- **Coberturas de la Tierra.**

Los ecosistemas terrestres se determinan a partir de las condiciones físicas, biológicas y paisajísticas del área a medida que pasa el tiempo. Estos van formando de manera natural una serie de interacciones que permiten identificar estados sucesiones y evolutivos a nivel vegetativo y faunístico. Identificando de esta manera las condiciones de hábitats y disposición de alimento que finalmente garanticen el establecimiento de diversas especies biológicas.

**FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES**

**REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN**

En este sentido, en el área de influencia de este proyecto es posible identificar de manera general fragmentos de coberturas vegetales con una drástica transformación, evidenciándose el grado de intervención antrópica, donde la mayor parte de especies presente tienen comportamientos generalista, es decir, presentan una amplia tolerancia a cambios fisiológicos y usos del recurso. Esta fragmentación no permite que las especies típicas de este tipo de ecosistemas tengan un lugar de refugio apropiado y una oferta alimenticia que favorezca la abundancia y permanencia de especies.

A continuación se realiza una descripción del área de cobertura de la tierra, haciendo especial énfasis en el área de cobertura vegetal, teniendo en cuenta las características bióticas del área de influencia del proyecto.

El levantamiento de cobertura vegetal se define como el análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura presentes en una zona o región determinada, de acuerdo a la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos.

La caracterización de las coberturas identificadas en el área de influencia, se realiza teniendo como antecedente que el área de estudio se comporta como una unidad ecosistémica, conformada por una serie de factores climáticos, edáficos, bióticos y una alta influencia urbanística que funcionan de forma integrada permitiendo de forma limitada la supervivencia y mantenimiento de la biodiversidad. Es por esta razón, que se debe aclarar que en el área se evidencia una fuerte intervención Antrópica y modificación de las coberturas por actividades como la tala, y aplastamiento de semillas por acción de indigentes dentro del área del manglar, así mismo se ha generado nuevas coberturas y fraccionamiento de las originales.

Es pertinente aclarar que estas coberturas son fundamentales en la estructuración de corredores biológicos, hábitats, fuente de alimentos, banco de semillas y flora, así mismo influye y hace parte del ciclo hídrico de los cuerpos de agua presentes, en los procesos de absorción y reciclaje de nutrientes del suelo, en la regulación de la temperatura, la protección del suelo, regulación de los vientos y reducción de la radiación sobre el área de influencia.

El proceso metodológico utilizado para la interpretación y delimitación de las coberturas de la tierra en el área de influencia, inicia con la revisión de información secundaria presente en el POT, 2001. Sin embargo, para efectos de estandarizar y consolidar la caracterización de las coberturas naturales y antrópicas presentes en todo el territorio colombiano, la clasificación de las coberturas de la tierra se asoció con las coberturas definidas teniendo en cuenta lo establecido en la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000, desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena). Con el fin de unificar los criterios, conceptos y métodos que nos permitan conocer en un mismo lenguaje como está cubierto el país. El producto generado en el que se muestra en la Ilustración 25.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

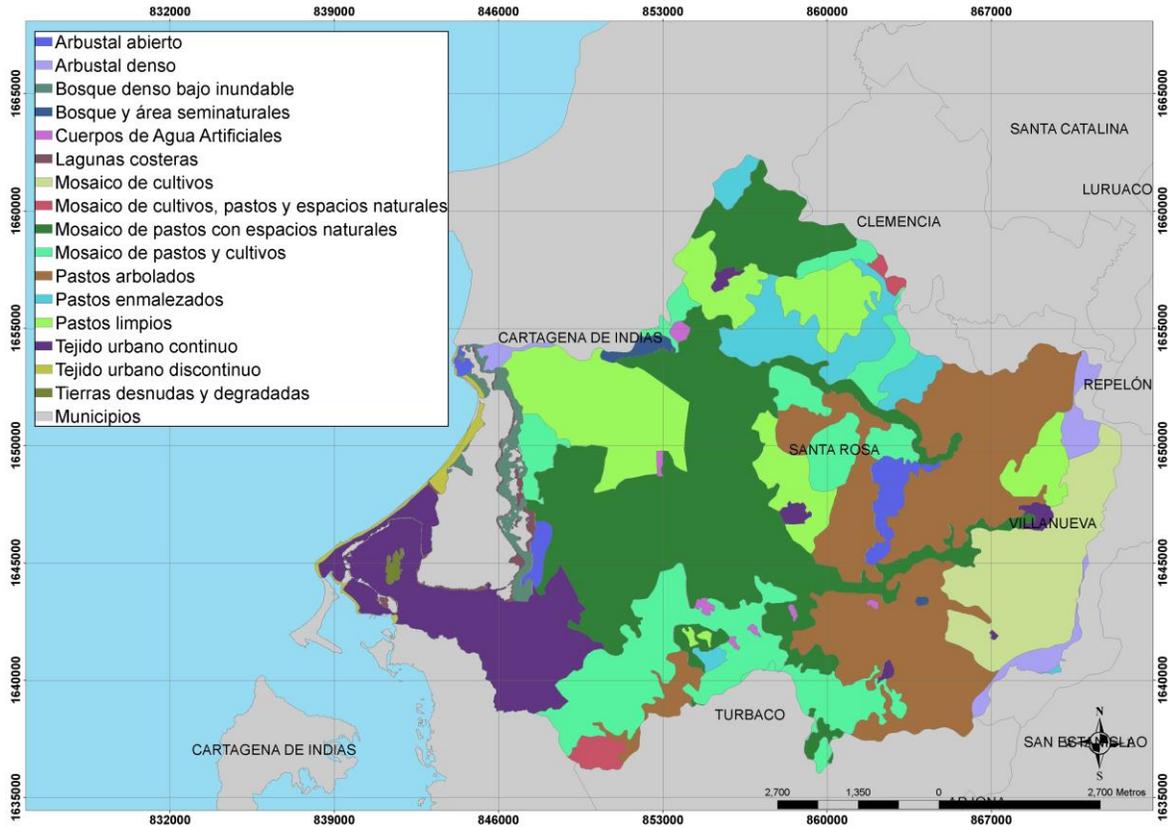


Ilustración 25: Mapa de cobertura de la tierra del área de influencia del proyecto. Fuente: Autores, 2015

En la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 6, se presentan las coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia del proyecto la cual cubre un área de equivalente a 17231.08 ha distribuidas como se denota a continuación.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 6: Coberturas de la tierra área de influencia del proyecto

| N° | Cobertura | Área (Ha) | N° | Cobertura | Área (Ha) |
|---------------------------------|--|-----------|--------------------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | Aeropuerto | 49,04567 | 11 | Pastos Enmalezados | 274,1629 |
| 2 | Arbustal Abierto | 344,8643 | 12 | Pastos Limpios | 3.744,00 |
| 3 | Arbustal Denso | 39,63128 | 13 | Ríos | 1,758491 |
| 4 | Bosque Abierto | 159,0098 | 14 | Tejido Urbano Continuo | 4.472,16 |
| 5 | Bosque de Galería y Ripario | 739,9122 | 15 | Tejido Urbano Discontinuo | 31,00919 |
| 6 | Canales | 32,40039 | 16 | Tierras Desnudas y Degradadas | 13,77925 |
| 7 | Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales | 2.481,66 | 17 | Vegetación Secundaria o en Transición | 203,361 |
| 8 | Manglar denso alto | 794,6162 | 18 | Zonas Arenosas Naturales | 35,50015 |
| 9 | Mosaico de pastos con espacios naturales | 1.623,32 | 19 | Zonas Pantanosas | 185,064 |
| 10 | Pastos Arbolados | 1.865,22 | 20 | Zonas Quemadas | 140,6168 |
| Área de Influencia Total | | | 17231,08 Ha | | |

▪ **Zonas Industriales y Comerciales**

Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, Industrial, de servicios y comunicaciones (IDEAM, 2010). En el área de influencia del Proyecto este tipo de cobertura se encuentra representada por industrias de mediano tamaño.

○ *Aeropuerto*

Comprende la infraestructura donde funciona una terminal aérea. Incluye las pistas de aterrizaje y carreteo, los edificios, las superficies libres, las zonas de amortiguación y la vegetación asociada. Dentro de esta clasificación se encuentra el Aeropuerto Rafael Núñez que ocupa un área de 49,04567 Ha.

▪ **Área con vegetación herbácea y/o Arbustiva**

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica (IDEAM, 2010). Así mismo, solo se observa en la zona plantas herbáceas adaptadas a los altos contenidos salinos de los suelos, en donde no se evidencian procesos sucesiones.

○ *Arbustal Abierto*

Esta cobertura se caracteriza por presentar vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, crecimiento arbóreo encontrado en el área bajas en donde por la ausencia de agua salada durante un tipo prolongado ha sido posible el crecimiento de especies

herbáceas y arbustivas conformando áreas con vegetación continua de tamaño mediano, debido a la ausencia de material orgánico en los suelos para favorecer su crecimiento en este tipo de coberturas es muy posible encontrar Trupillos (*Prossopis juliflora*). Para la zona de influencia del Proyecto, esta cobertura está representada por 344,8643 Ha.

- *Arbustal Denso*

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo con altura del dosel entre 5 y 15 metros y que se encuentra localizada en las franjas adyacentes a los cuerpos de agua Lóticos (IDEAM, 2010).

Este escenario está conformado por Manglares cuyo hábitat es exclusivamente tropical, apto para sobrevivir en suelos o sedimentos saturado. Las especies que conforman este tipo de cobertura pueden adaptarse a diferentes grados de salinidad, ya que están en contacto con agua estuarina, se les conoce como plantas halófilas. Para la zona de influencia del Proyecto, esta cobertura está representada por 39,63128 Ha.

- *Bosque Abierto*

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros (IDEAM, 2010), en el área de influencia del proyecto esta cobertura está representada con 159,0098 Ha, las cuales están establecidas por la presencia de *Rizophora mangle* cuya característica son árboles de porte alto, no superiores a los 15 m.

- *Bosque de Galería y Ripario*

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cuerpos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. En el área de influencia del proyecto se encuentra representada con 739,9122 Ha.

- **Aguas Continentales**

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.

- *Canales*

Cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente, que tiene un ancho mínimo de 50 m y que puede enlazar o no dos masas de agua. Comprende los canales de navegación

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

y los de los distritos de riego. El área de influencia del proyecto tiene un área de 32,40039 Ha con estas características.

- *Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales*

Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociadas con las áreas de desborde de los grandes ríos. Las ciénagas pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas, de pequeña área, los cuales quedan incluidos en el cuerpo de agua siempre que no representen más de 30% del área del cuerpo de agua. El área de influencia tiene un área de 2.481,66 Ha con este componente de áreas húmedas, donde se incluye la Ciénaga de la Virgen y todos sus cauces y el sistema interno e caños y lagos del distrito de Cartagena.

- *Ríos*

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiada aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros. En conjunto estos sistemas tienen un área de 1,758491 Ha, dentro del área de influencia.

- **Bosque y Áreas Seminaturales**

Este tipo de cobertura de la tierra comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación.

El área de estudio se encuentra en la zona de influencia de la Ciénaga de la Virgen y el sistema interno de caños y lagos del distrito de Cartagena. En esta área el ecosistema es sensible y está fuertemente influenciado por el ecosistema de manglar, el cual en la actualidad se encuentra fuertemente intervenido por la acción antrópica. La comunidad extrae la madera de mangle para utilizarla en la construcción de viviendas y leña principalmente.

- *Manglar denso alto*

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en las franjas adyacentes a los cuerpos de agua (lóticos), las cuales corresponden principalmente a las vegas de divagación y llanuras de desborde con procesos de inundación periódicos con una duración mayor a dos meses. En conjunto estos sistemas tienen un área de 794,6162 Ha, dentro del área de influencia.

▪ **Áreas Agrícolas Heterogéneas**

Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra (IDEAM, 2010).

○ *Mosaico de pastos con espacios naturales*

Está distribuida en un área de 1.623,32 Ha en el área de influencia, estos espacios están constituidos por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

○ *Pastos*

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

○ *Pastos Arbolados*

Esta cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% de área total de la unidad de pastos. En el área de estudio tenemos una extensión de 1.865,22 Ha de pastos arbolados.

○ *Pastos Enmalezados*

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. En el área de estudio tenemos una extensión de 274,1629 Ha de pastos enmalezados.

○ *Pastos Limpios*

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, enclamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En el área de estudio tenemos una extensión de 3.744,00 Ha de pastos limpios.

- **Zonas Urbanizadas**

Según menciona el IDEAM (2010), las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas.

- **Tejido Urbano Continuo**

De acuerdo con la descripción establecida por el IDEAM (2010), el tejido urbano continuo se conforma por edificaciones y espacios adyacentes a la infraestructura edificada y vías que constituyen la grilla característica de todo centro poblado encontrado. En el área de influencia tenemos una extensión de 4.472,16 ha representada en tejido urbano continuo.

- *Tejido Urbano Discontinuo*

Esta área corresponde a espacios conformados por edificaciones y zonas verdes, en donde las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua (IDEAM, 2010).

Esta unidad se encuentra en las áreas periféricas de los centros poblados. Las viviendas que conforman este tipo de cobertura no cuentan con todos los servicios públicos, en donde no hay servicio de acueducto. Además, hay aguas servidas y disposición de basura a cielo abierto junto a estos tejidos urbanos que evidencian falta de servicios adecuados de recolección de residuos y alcantarillado o manejo de aguas negras.

Asimismo, en el interior de esta unidad de análisis, se tienen en cuenta las viviendas construidas sobre soportes de madera, situación frecuente en el interior de la ciénaga de la virgen. A nivel general la cobertura de tejido urbano discontinuo está representada por un área 31,00919 Ha.

- **Áreas Abiertas, sin o con Poca Vegetación**

- *Tierras Desnudas y Degradadas*

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas. En este estudio se tiene un área de 13,77925 Ha con estas características.

- **Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva**

- *Vegetación Secundaria o en Transición*

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original, lo que se denomina resiliencia en ecología. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida (IDEAM, 2010).

- **Áreas Abiertas, sin o con Poca Vegetación**

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.

- *Zonas Arenosas Naturales*

Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo. En el área de influencia están conformados por un área de 35,50015 Ha. Se caracteriza por presentar playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. También se incluyen las superficies conformadas por terrenos cubiertos por arenas, limos o guijarros ubicados en zonas planas de los ambientes litoral y continental, que actualmente no están asociadas con la actividad de los ríos, el mar o el viento.

- *Zonas Quemadas*

Comprende las zonas afectadas por incendios recientes, donde los materiales carbonizados todavía están presentes. Estas zonas hacen referencia a los territorios afectados por incendios localizados tanto en áreas naturales como seminaturales, tales como bosques, cultivos, sabanas y arbustales (IDEAM,2010). Esta área tiene una extensión de 140,6168 Ha dentro del área de influencia del proyecto.

▪ **Áreas Húmedas Continentales**

Las áreas húmedas hacen referencia a los diferentes tipos de zonas inundables, pantanos y terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente. Fueron diferenciados los siguientes tipos:

○ *Zonas Pantanosas*

El área de influencia comprende un área de 185,064 ha con esta cobertura la cual comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Comprenden hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos. Dentro de los pantanos se pueden encontrar cuerpos de agua, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática, con tamaño menor a 25 ha, y que en total representan menos de 30% del área total del pantano.

1.2.2.11. Climatología.

El ecosistema del área de estudio se encuentra dentro de la ciudad de Cartagena, la cual posee un clima tropical semiárido; y por su situación geográfica en el área Suroeste del Caribe, el régimen climático de la región donde se encuentra está bajo la influencia de los desplazamientos Norte - Sur de la Zona de Convergencia Intertropical (Z.C.I.).

Cabe resaltar que en el área, se identifican dos períodos climáticos principales: una Época Seca, que inicia desde el mes de diciembre hasta el mes de marzo, y Época Húmeda, que va desde el mes de abril al mes de noviembre; y entre ellas se da una época de transición, que inicia a finales del mes de abril hasta el mes de julio.

A continuación se describen los aspectos climáticos más relevantes:

• **Temperatura**

La temperatura promedio presenta sus mayores valores entre los meses mayo a junio, con promedios entre 28.3°C y 28.4°C, y los valores mínimos se presentan durante los meses de enero, febrero y marzo, con valores entre 26.8°C y 27.1°C.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

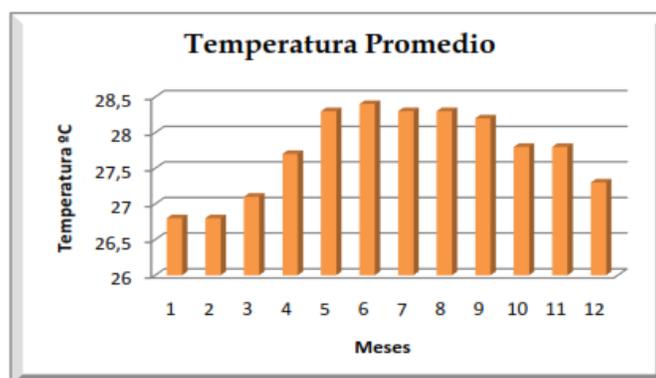


Ilustración 26: Registros de Temperatura promedio generados por el CIOH, 2015

- **Precipitación**

En la ciudad de Cartagena la época humedad va desde el mes de abril al de noviembre, incluso en ocasiones se extiende hasta la segunda semana del mes de diciembre, la cuales oscilan entre 29 y 244 mm/mes, constituyéndose este último como el de más altos índices de pluviosidad en el mes de Octubre. El período seco transcurre entre los meses de diciembre hasta marzo, con promedios entre 1.0 y 37 mm/mes. (CIOH, 2015)

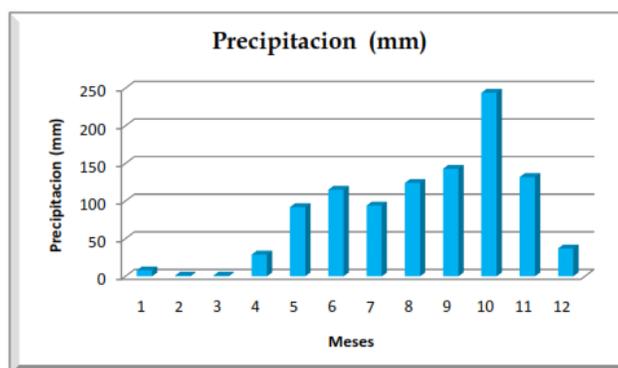


Ilustración 27: Registros de precipitación generados por el CIOH, 2015

- **Humedad Relativa**

Los mayores niveles de humedad se registran en los meses de Octubre y Noviembre, los más lluvioso con 82%, le siguen Mayo, Junio, Agosto, Septiembre y Diciembre con 81%, y los de menor humedad son Febrero y Marzo con 78%, así mismo la media anual es de 80%. (CIOH, 2015)

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
 REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

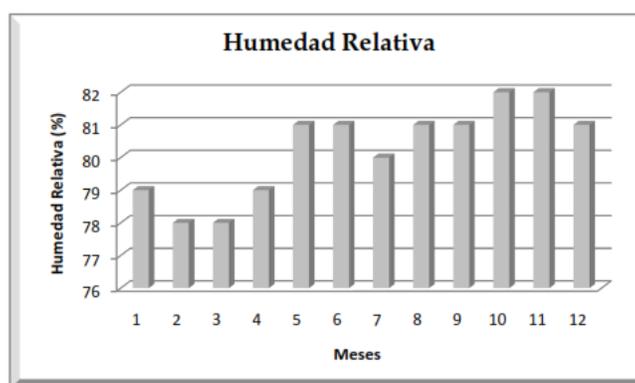


Ilustración 28: Registros de humedad relativa generados por el CIOH, 2015

- **Brillo Solar**

Los valores promedio mayores de brillo solar se presentan en los meses de Enero y Diciembre con 279 y 245 horas/mes, respectivamente. Los meses con menos brillo solar son Septiembre y Octubre con 176 y 175 horas/mes; el resto del año oscila entre 175 y 244 horas/mes. (CIOH, 2015)

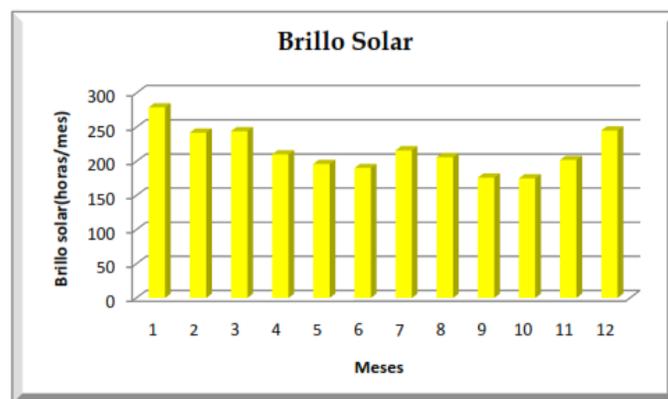


Ilustración 29: Registros de brillo solar generados por el CIOH, 2015

- **Evaporación**

El mes de mayor evaporación es Marzo, con un promedio de unos 194 mm/mes y los meses con más baja evaporación son Septiembre, Octubre y Noviembre, siendo Noviembre el de menor evaporación con 132 mm/mes.(CIOH, 2015)

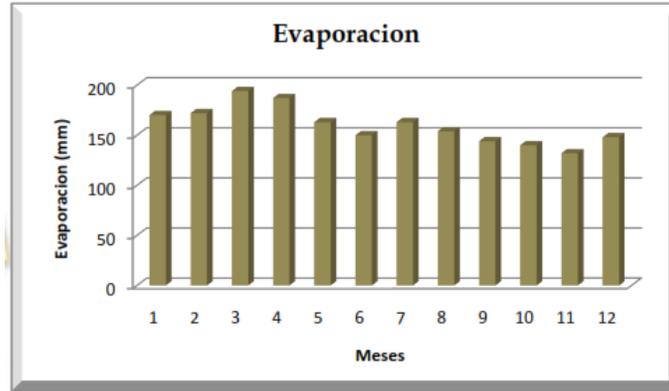
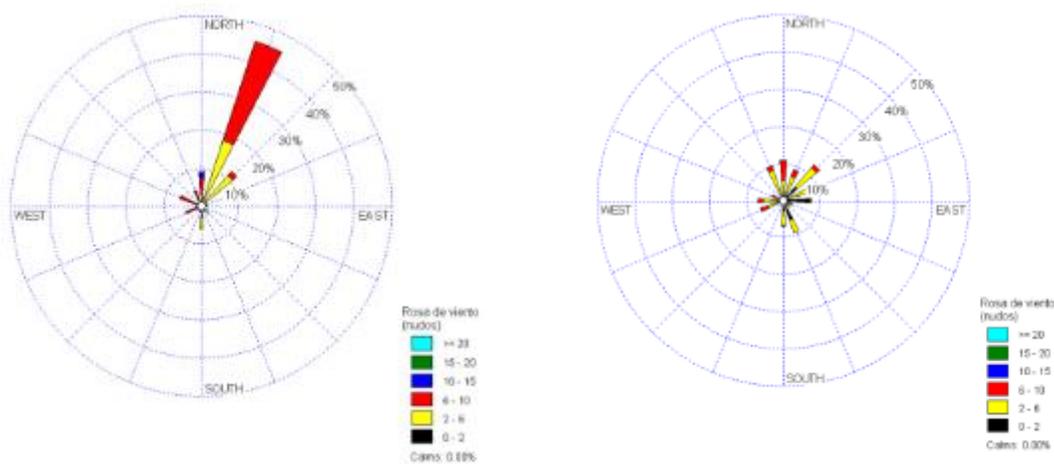


Ilustración 30: Registros de evaporación generados por el CIOH, 2015

- **Régimen de Vientos**

El régimen de vientos en el área varía según la época del año. En el caso de la época seca predomina el flujo de los vientos alisios del noreste oscilando entre 5 y 10 nudos de intensidad y en ocasiones sobrepasan estos valores alcanzando hasta los 30 nudos de intensidad. Para la época húmeda en que las condiciones atmosféricas se ven influenciadas por la disminución de los vientos de manera considerable, oscilan entre los 2 y 5 nudos de intensidad y en raras ocasiones sobrepasando los 10 nudos.

Y durante la época de transición se presenta una variabilidad en la dirección del viento que comienza siendo de dirección norte y luego a finales de esta época mantiene un predominio del sur con intensidades que oscilan entre 6 y 10 nudos.



FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Ilustración 31: Registros del régimen de vientos en la época seca generados por el CIOH, 2015

Ilustración 32: Registros del régimen de vientos en la época húmeda generados por el CIOH, 2015

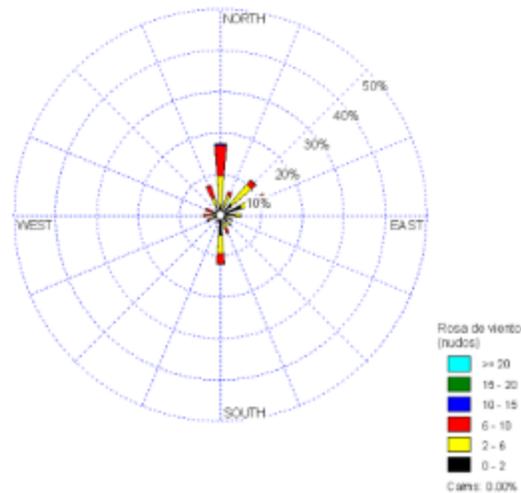


Ilustración 33: Registros del régimen de vientos en la época de transición generados por el CIOH, 2015

- **Calidad atmosférica**

Las condiciones de calidad atmosféricas relacionan cientos de contaminantes que se presentan en forma de partículas y gases en la atmósfera, dentro de las que se encuentran los denominados contaminantes criterio, tales como el Monóxido de carbono (CO), Óxidos de azufre (SOx), Óxidos de nitrógeno (NOx), Ozono (O3), Plomo (Pb) y Material particulado; así mismo los niveles de ruido también son considerados como un referente de las condiciones de calidad atmosférica.

Para el caso de Cartagena y su casco urbano las principales fuentes de contaminación atmosférica que con la ayuda de las condiciones meteorológicas, principalmente el viento, se dispersan en las áreas de influencia de sistema de caños, lagos, ciénagas interiores y ciénaga de La Virgen según el estudio de Valoración de los Niveles de Riesgos Ambientales en el distrito de Cartagena se discriminan como fuentes móviles y fijas. En cuanto a fuentes móviles es el tráfico vehicular, que es responsable de emisiones de material particulado por resuspensión a su paso por las vías y de emisiones NOx, CO, SOx y PM10 producto de la combustión incompleta de combustibles en los motores de los automóviles; y en cuanto a las fuentes fijas, estas se concentran en casos específicos donde se presentan emisiones de contaminantes, principalmente de material particulado, este es el caso del aerosol marino provenientes de las zonas costeras de playa además de otros puntos específicos de la Ciudad como el Mercado de Bazurto, donde existen gran cantidad de restaurantes que aun cocinan con leña y por tanto emiten gran cantidad de humo diariamente, así como otros puntos dispersos en donde se practican quemados de basura y/o de residuos de podas. (UNIVERSIDAD DE CARTAGENA – 3a, 2010)

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

En este sentido el estudio de Valoración de los Niveles de Riesgos Ambientales en el distrito de Cartagena, realizó mediciones puntuales de NO_x, SO₂ y PM₁₀ de las que se obtuvo un mapa de calidad de aire, el cual espacializa los niveles de concentración de PM₁₀ en el casco urbano de la ciudad dado que existieron algunas mediciones que no cumplieron con lo estipulado en la Resolución 610 de 2010; obviando realizar el mismo producto para las concentraciones de NO_x, y SO₂ porque sus resultados no sobrepasaron los límites estipulados por dicha resolución, en ningún punto de la ciudad.

Cabe destacar que las concentraciones de PM₁₀, como se puede notar en la Figura 34, y comparándolo con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010 para un tiempo de exposición anual, en el área de influencia del Sistema de caños, lagos, ciénagas interiores y ciénaga de La Virgen existen zonas que no sobrepasan los niveles permisibles (13.3 – 49 µg/m³) y otras que si lo hacen (49 – 74.8 µg/m³).

Este resultado también permite alertar la presencia de una atmósfera en el área con un déficit de calidad, que podría activar mecanismo y/o procesos de deterioro ambiental.

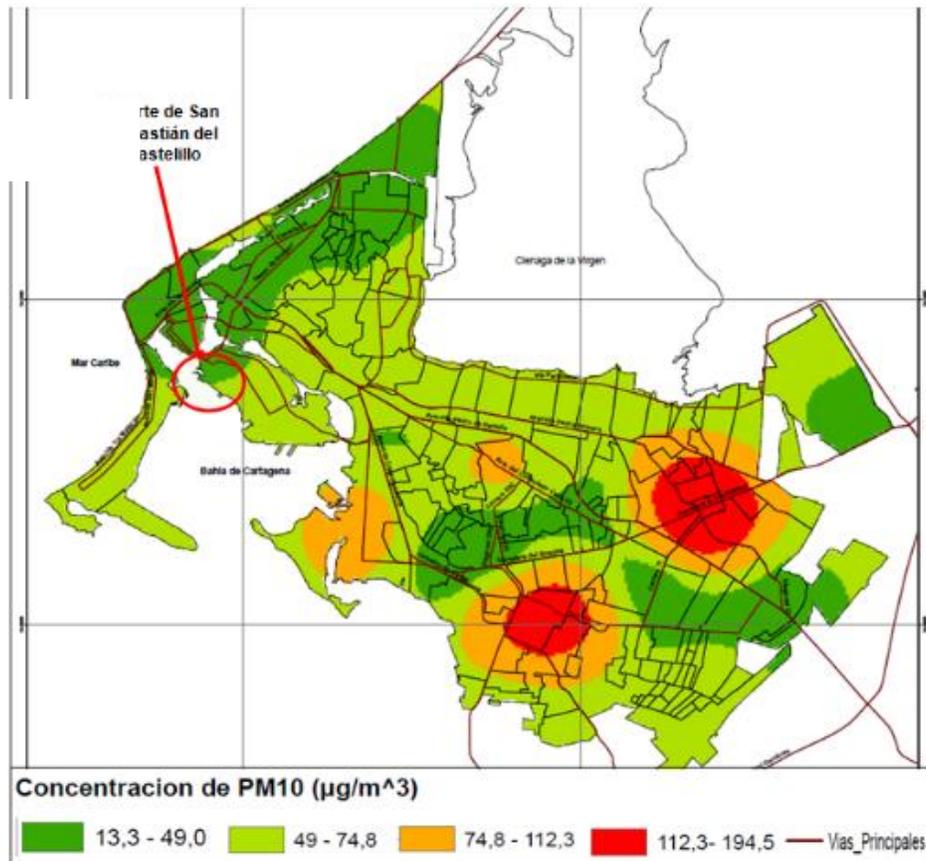


Ilustración 34: Mapa de Concentración de PM₁₀ en el Casco Urbano de Cartagena. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Respecta a los niveles de ruido, el mismo estudio de la Alcaldía De Cartagena (2010) definió que la principal fuente móvil de contaminación acústica de la Ciudad es el tráfico vehicular, especialmente sobre las principales vías del casco urbano de la Ciudad, además de otras fuentes como las sirenas de las ambulancias y patrullas y los equipos de sonidos incorporados a algunos vehículos. Por su parte las fuente fijas destacadas y ubicadas dentro del área de influencia descrita en este documento son: los establecimientos comerciales, los talleres y las discotecas en el Centro Histórico de la Ciudad; las cantinas y locales comerciales que como estrategias de venta utilizan equipos de sonidos generadores de altos decibeles, en el Mercado de Bazurto; y como casos dispersos, destacan que en algunos sectores donde implementan, como parte de las actividades de entretenimiento, equipos de sonidos generadores de altos decibeles.

Luego con los resultados de las mediciones de presión sonora obtenidos en el estudio en mención se desarrollaron mapa de ruido de la ciudad de Cartagena que se compararon con lo exigido en la Resolución 627 de 2006, respecto a niveles permisibles para un Sector B de Tranquilidad y Ruido Moderado.

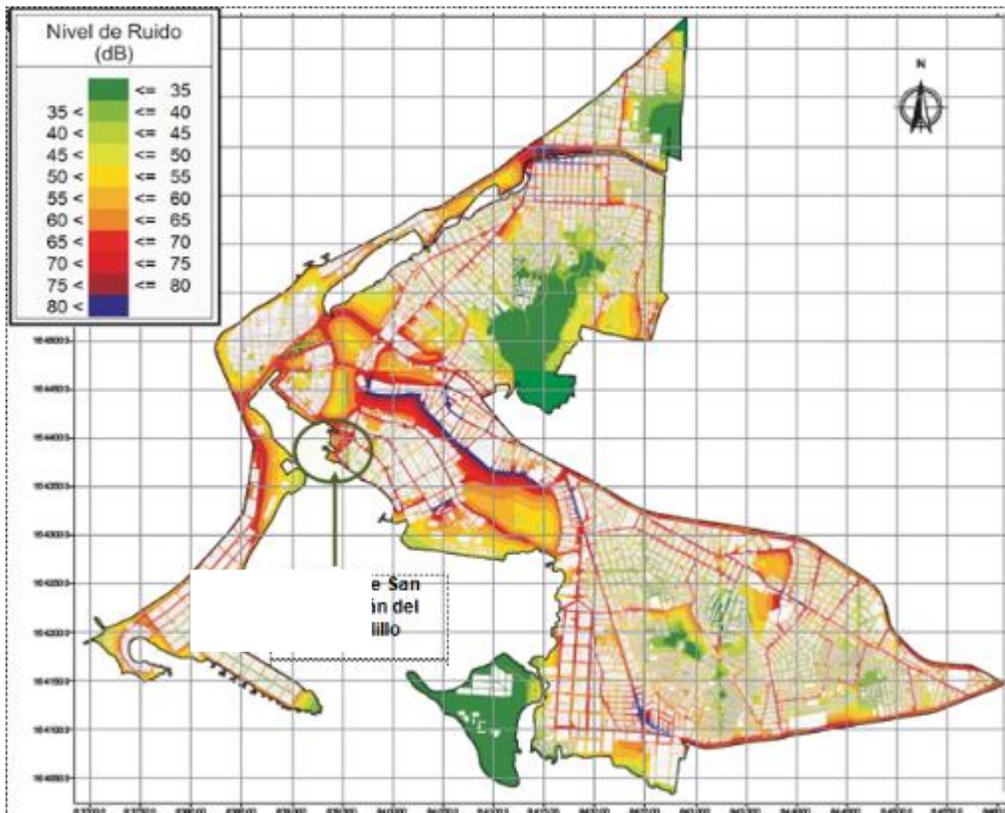


Ilustración 35: Modelación de Ruido Ambiental en las Localidades 1 Y 2 de Cartagena para Fuentes Móviles y Fuentes Fijas en el Día Ordinario Horario Diurno. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

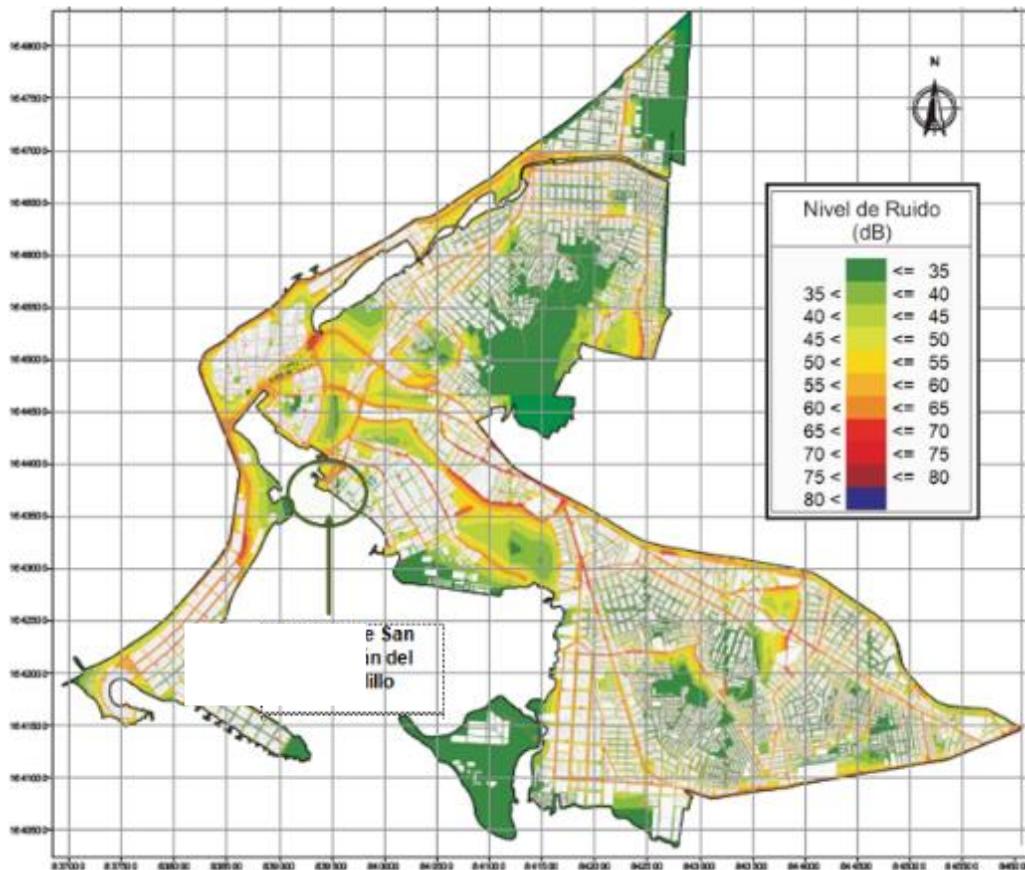


Ilustración 36: Modelación de Ruido Ambiental en las Localidades 1 Y 2 de Cartagena para Fuentes Móviles y Fuentes Fijas en el Día Ordinario Horario Nocturno. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA - 3a, 2010

En cuanto a las horas diurnas, los niveles de presión sonora en el área de influencia del presente documento incumplen con los estándares máximos permisibles establecidos para el Sector B de 65 db(A) en zonas perimetrales al caño Juan Angola, el caño Bazurto y parte de la ciénaga de La Virgen. Para las horas nocturnas, también se incumplen con los estándares máximos permisibles para el Sector B de 55 db(A), pero en menor proporción y solo en parte del caño Bazurto y la ciénaga de La Virgen.

Lo anterior podría presumir que el área de influencia en cuestión presenta problemas de contaminación atmosférica por causa de altos niveles de presión sonora en las jornadas diurnas.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

1.2.3. Análisis de los procesos de interdependencia del ecosistema.

Una vez descritos los componentes biofísicos que interactuar directamente con la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos internos, se procedió a identificar y analizar los procesos o relaciones de interdependencia que existen entre cada uno de ellos y que se deben garantizar para que el sistema funcione adecuadamente. Dichas relaciones fueron identificadas al confrontar, en un panel de expertos, los componentes biofísicos frente a la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos. (Ver ilustración y

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 7).

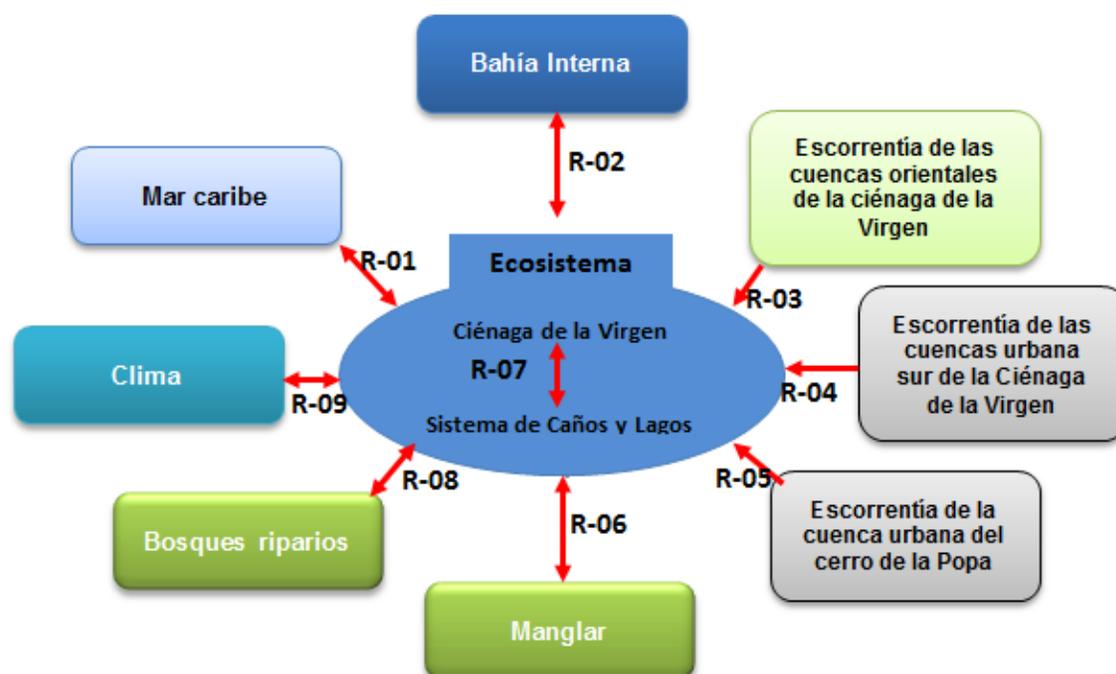


Ilustración 37. Esquema de Relaciones de interdependencia entre la ciénaga de la Virgen y Sistema de Caños y lagos internos y los componentes ambientales que los rodean.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 7. Relaciones de interdependencia de los componentes ambientales que conforman el ecosistema.

| Puntos de relaciones o de flujos. | Componentes que intervienen en la relación | Tipo de Relación |
|-----------------------------------|--|---|
| R-01 | Relación Mar caribe con la ciénaga de la Virgen | Control hidrodinámico |
| | | Condicionamiento de la calidad del agua. |
| R-02 | Relación Bahía Interna con Laguna de San Lazaron y Ciénaga de las Quintas | Control hidrodinámico |
| | | Condicionamiento de la calidad del agua. |
| R-03 | Relación escorrentía de las cuencas orientales de la ciénaga de la Virgen con la Ciénaga de la Virgen. | Control de niveles de la ciénaga. |
| | | Variación de la Calidad del Agua de la ciénaga. |
| | | Aporte de nutrientes al manglar y fitoplancton |
| R-04 | Relación escorrentía de las cuencas urbana sur de la Ciénaga de la Virgen con la Ciénaga de la Virgen. | Control de niveles de la ciénaga. |
| | | Variación de la Calidad del Agua de la ciénaga. |
| | | Aporte de nutrientes al manglar y fitoplancton |
| R-05 | Relación escorrentía de la cuenca urbana del cerro de la Popa con el Sistema de caños y lagos. | Control de niveles del sistema de caños y lagos. |
| | | Variación de la Calidad del Agua de la ciénaga. |
| | | Aporte de nutrientes al manglar y fitoplancton |
| R-06 | Relación Manglar con la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos. | Filtro de nutrientes y sedimentos |
| R-07 | Relación ciénaga de la Virgen con Sistema de caños y lagos | Condicionamiento de la calidad del agua. |
| R-08 | Relación Bosques riparios de las cuenca orientales de la ciénaga de la Virgen con la Ciénaga de la Virgen. | Filtro de nutrientes, sedimentos y humedad del suelo. |
| | | Regulador de la escorrentía. |
| R-09 | Relación Condiciones Climáticas con el suelo y el ecosistema. | Control de caudales de escorrentía. |
| | | Mantiene la vegetación del suelo |

A continuación se analizan cada una de las relaciones identificadas.

1.2.3.1. Relación entre el Mar caribe y la ciénaga de la virgen (R-01) y entre la Bahía Interna y Laguna de San Lazaron y Ciénaga de las Quintas (R -02).

La relación que tiene el mar Caribe y la Bahía interna con la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos internos, consiste en el condicionamiento mutuo de sus características hidronómicas y de calidad fisicoquímica de sus aguas. Este condicionamiento se da por la conexión que existe entre estos cuerpos de agua en cuatro puntos específicos. De norte a sur, la primera conexión es la que la ciénaga de la Virgen tiene con el mar Caribe a la altura de los puentes actuales de la Boquilla, Caño Luisa y Juan Polo, que se encuentra al norte del Corregimiento de la Boquilla. La segunda conexión se da también entre la ciénaga de la virgen y el mar Caribe en el lugar donde se construyó la Bocana Estabilizadora. Y la tercera y cuarta conexión se da entre la bahía de Cartagena, más exactamente en su bahía interna, y la laguna de San Lázaro en el Puente Román y La ciénaga de las Quintas en el puente Bazurto. (Ver Ilustración 38).



Ilustración 38. Conexiones del Mar Caribe y Bahía de Cartagena con Sistema de la Ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos internos.

A continuación se analiza la influencia hidrodinámica y de calidad del agua entre estos sistemas.

- **Influencia del mar Caribe y Bahía Interna sobre las características hidrodinámicas del sistema.**

Desde el punto de vista hidrodinámico, la influencia que tiene el mar Caribe sobre la ciénaga de la Virgen se da por las dos conexiones que existen entre ellos (Ver en la Ilustración 38 conexiones 1 y 2). Esta influencia se da de la siguiente forma.

La conexión 1 o entrada natural por La Boquilla ha cambiado debido a las intervenciones realizadas en el sistema y se mantiene cerrada actualmente cuando su apertura era de una vez al año. Anteriormente, la comunicación se mantenía abierta cuando los niveles de la ciénaga eran altos debido a la acumulación de agua proveniente de la escorrentía de la cuenca y la energía del agua rompía la barra de arena que separa la ciénaga del mar. El efecto del oleaje y el transporte de sedimentos, una vez la energía del flujo de salida de la ciénaga disminuía, contribuía al cierre temporal de la boca de La Boquilla hasta la siguiente época de lluvia. Levantamientos recientes demuestran que el ancho de la barra disminuye de 55 m a 45 m cuando pasa de la época seca a la época de lluvia más sin embargo solo se ha dado apertura en los años 2005, 2007 y 2012 (Maza y Rangel, 2015).

En la Ilustración 39 se puede apreciar la diferencia entre la boca cerrada y abierta de la ciénaga a la altura de la Boquilla. En modelación realizada por Mouthon (1991) la ciénaga podría alcanzar hasta 0.9 m de sobre nivel debido a la acumulación de la escorrentía mientras que la velocidad en el canal de comunicación ciénaga-mar Caribe se podrían alcanzar velocidades en el rango de 0.1 a 1.2 m/s. La apertura de la boca natural permite el recambio de las aguas del sistema con la salida de nutrientes y otros elementos acumulados en la ciénaga. Adicionalmente, sirve de alivio a los niveles de inundación en su zona de playones estableciendo un ciclo de exposición de agua dulce al ecosistema establecido en sus orillas.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 39 – Estado de cierre y apertura de la boca natural de la Boquilla (actual y año 2012).

En cuento a la conexión 2 se tiene que el mar Caribe introduce una corriente de agua marina sobre la Ciénaga de la Virgen por las compuertas de la Bocana. Esta corriente avanza en dirección sur enmarcada al oriente por la pantalla metálica y al occidente por el costado occidental de la ciénaga. Sobre el borde sur la corriente toma dirección hacia el oriente mezclándose con los vertimientos de los canales pluviales provenientes del núcleo central de la ciudad, y toma luego dirección hacia el norte y después hacia el oeste para dirigirse a las compuertas de salida de la Bocana. Las compuertas de salida de la Bocana, se abren cuando tiene lugar la bajamar en la zona marina y permiten la evacuación hacia el mar de la mezcla del agua marina con los vertimientos provenientes de los canales pluviales.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Este sistema de corriente inducida permite el intercambio de aguas de la ciénaga con el mar y su área de influencia abarca los sectores centro y sur del cuerpo de agua y se va reduciendo a medida que se avanza hacia el norte hasta que se vuelve prácticamente nula en los sectores de Juan Polo, en el extremo norte de la ciénaga.

La influencia de la Bahía de Cartagena (Bahía Interna) sobre la hidrodinámica del sistema de caños y lagos internos, se da por las conexiones 3 y 4 que se muestra en la Ilustración 38.

Otra de las influencias que tiene la hidrodinámica del mar Caribe con relación al sistema conformado por la Ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos, está relacionada con las proyecciones de ascenso del nivel del mar realizadas en el estudio Adaptación Costera al Ascenso del Nivel del Mar, realizado por INVEMAR en Abril del 2008, como parte del compromiso adquirido en atención del mandato de la Segunda Conferencia Ambiental y de Desarrollo (Second United Nations Conference on Environment and Development, UNCED-2) llevada a cabo en Junio de 1992; de la Convención de Diversidad Biológica (CBD) en el Mandato de Jakarta (1995) y de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés).

Dicho estudio permitió identificar una tendencia de aumento del nivel medio del mar en las costas colombianas de hasta 10 cm, a partir de un análisis con series de tiempo de 53 años de registro (1941 hasta 1994), tomados en las estaciones mareográficas de Cartagena y Buenaventura, así como el análisis de datos proveniente de estaciones ubicadas en Panamá. (INVEMAR, 2008).

Si esta tendencia aumentara hacia el futuro, se presume que la inundación en las costas bajas en Colombia será extensiva y que este efecto se presentará paralelamente a la intensificación de la erosión de terrenos susceptibles; El área aproximada de inundación en el Caribe continental sería de 4900 km² y el Pacífico continental de 6400 km². (INVEMAR, 2008).

Con el fin de analizar el impacto de un eventual ascenso del nivel del mar, el estudio mencionado simuló dos escenarios de inundación uno Leve y otro Fuerte.

En el caso de un nivel de inundación Leve el impacto estaría ocasionado por la pérdida de playas y efectos sobre los ecosistemas costeros. En este escenario ascendería el nivel de la ciénaga de la Virgen y del sistema de caños y lagos, ampliando sus espejos de agua hacia las zonas occidentales y sur de la ciénaga de la Virgen (Ver Ilustración 40).

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

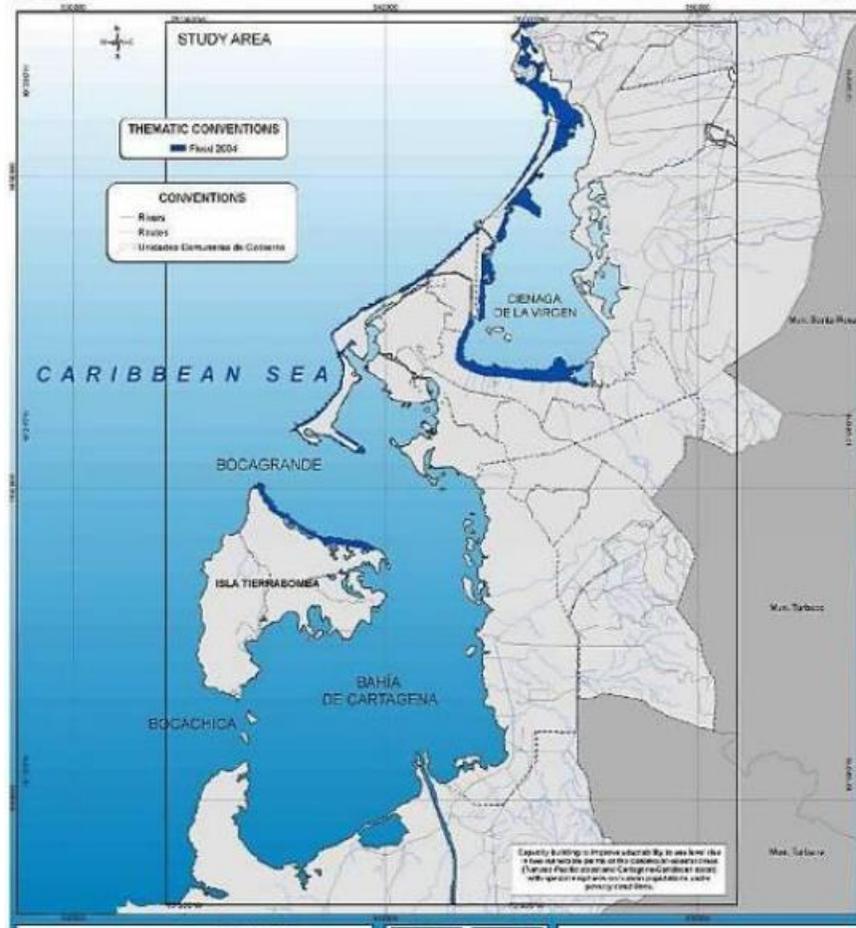


Ilustración 40: Cartagena. Inundación leve área de estudio. Este nivel de inundación corresponde a la unión del mapa elaborado por los expertos asistentes al seminario-taller ¿Cómo nos afecta el acelerado ascenso del nivel del mar?, el mapa de riesgos incluido en el POT, análisis de fotos satelitales y supone inundación de las áreas de manglar. INVEMAR, 2008.

Como resultado de un escenario de inundación fuerte, el nivel de la ciénaga de la Virgen y del sistema de caños y lagos internos aumentaría aún más, expidiendo sus espejos de agua hasta el punto de afectar la zona urbana localizada al sur oriental de la ciénaga de la Virgen y los alrededores de la ciénagas de las Quintas y Caño Bazurto. (Ver Ilustración 41).

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

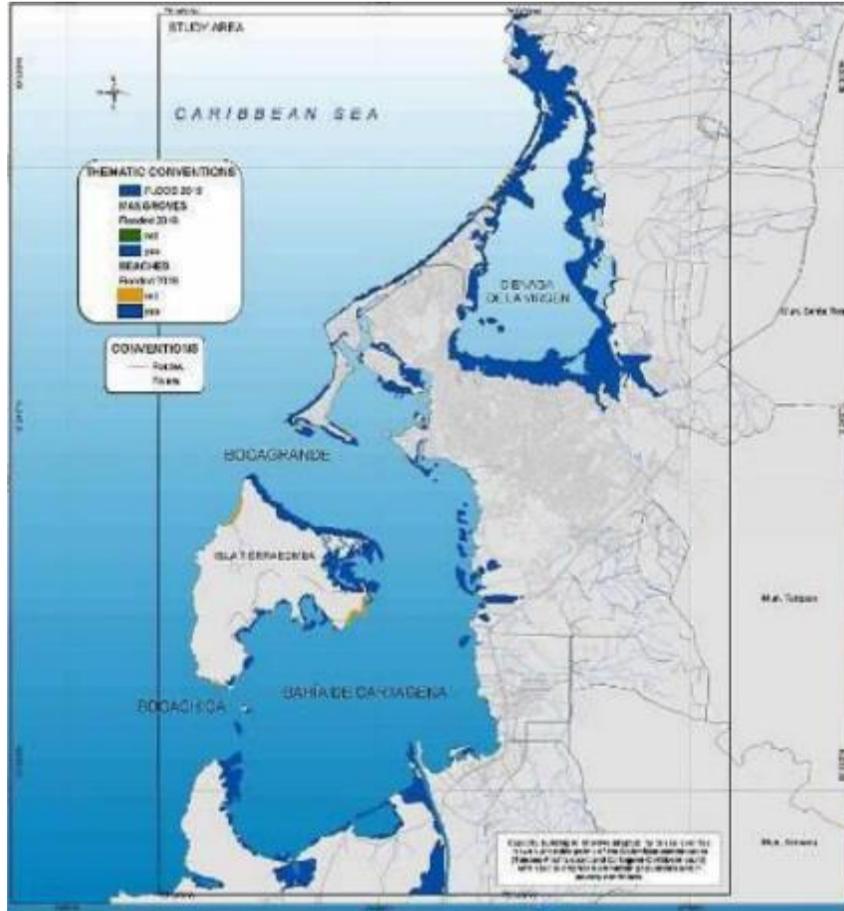


Ilustración 41: Cartagena. Playas y manglares inundados. INVEMAR, 2008

- **Influencia del mar Caribe y Bahía Interna sobre las características fisicoquímicas de la calidad del agua.**

De las cuatro conexiones que se muestran en la Ilustración 38, la Bocana es la que mayor influencia ha tenido sobre la calidad del agua de la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos internos es la de. Esta conexión ha garantizado el flujo y reflujos de las corrientes de marea, permitiendo el intercambio continuo de las aguas de la ciénaga de la Virgen con el mar Caribe. La dilución producida por este intercambio de agua le ha permitido al medio una mejor asimilación de biomasa, estabilizando así el oxígeno disuelto. Además aporta suficiente oxígeno a la ciénaga para realizar los procesos de oxigenación de los nutrientes como el amonio.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

No obstante lo anterior, se tiene que las conexiones 3 y 4 también generan un impacto positivo sobre la calidad del agua del sistema de Caños y lagos internos y en especial sobre la Laguna de San Lazaro y la ciénaga de las Quintas.

Durante el proyecto de “diseño del sistema inteligente de monitoreo de calidad ambiental del distrito de Cartagena” realizado por el EPA Cartagena y la Universidad de Cartagena en el año 2015, fue posible determinar el comportamiento de oxígeno disuelto durante 24 h en el sistema de caños y lagos internos. Como resultado se pudo notar que la variación de oxígeno en las conexiones 3 y 4 (ver estaciones 15 y 10 de la Ilustración 42) no obtuvo, en ningún momento del día, valores menores de 5 mg/l, lo que denota una buena calidad del agua; mientras que en otros puntos localizados al interior del sistema de caños y lagos (ver estaciones 2 y 6 de la Ilustración 42), obtuvo valores muy malos de hasta 0,4 m/l.

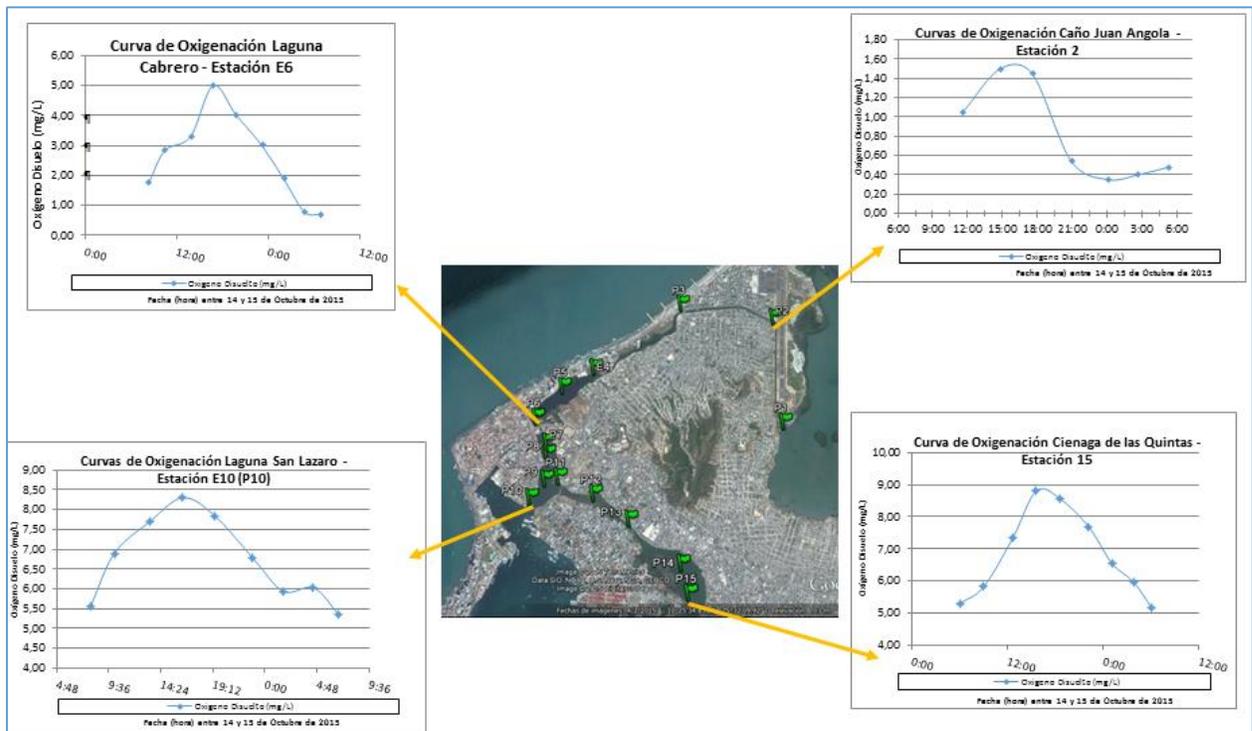


Ilustración 42. Variación del Oxígeno Disuelto en Varios puntos del sistema de Caños y lagos internos. Fuente: EPA Cartagena y la Universidad de Cartagena en el año 2015

Este comportamiento exige potenciar el intercambio de agua entre la Bahía de Cartagena y el sistema de caños y lagos, para lograr mejorar la calidad de las aguas de estos últimos.

Además de la Bahía de Cartagena y del Mar Caribe, existe otro elemento que no está dentro del entorno que rodea al sistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos internos, pero que es importante mencionar debido a la influencia indirecta que ejerce sobre la calidad de estos cuerpos

de agua; se trata del Canal del Dique. Este cuerpo de agua se considera como la principal fuente de contaminación en la Bahía de Cartagena. Las actividades antrópicas que se desarrollan en su cuenca hidrográfica transportan grandes cantidades de Sedimentos y de metales pesados que terminan depositándose en la bahía de Cartagena. Estos sedimentos son arrastrados por las corrientes y en algunos casos son transportados hasta las conexiones 3 y 4 (ver Ilustración 38). La evidencia se da por la presencia de vegetación flotante proveniente del canal del Dique que se ha encontrado en dichas conexiones.

1.2.3.2. Relación entre la escorrentía de las cuencas hidrográficas que drenan al costado oriental y sur de la ciénaga de la Virgen y la Ciénaga de la Virgen (R-03 y R-04) y Relación entre los Bosques riparios de las cuenca orientales de la ciénaga de la Virgen y la Ciénaga de la Virgen (R-08).

La ciénaga de la Virgen presenta tres tipos de relaciones de interdependencia con las cuencas que drenan hacia su costado oriental y sur. La primera consiste en el condicionamiento hidrodinámico, la segunda en la alteración de la calidad de sus aguas, y la tercera en la interconexión biológica que se presenta entre el manglar que rodea sus orillas y los bosque riparios discontinuos que de las rodas hídricas de los arroyos que en ella desembocan. A continuación se hace un análisis sobre cada una de ellas.

- **Condicionamiento hidrodinámico.**

Como ya se ha mencionado, sobre el costado oriental de la ciénaga de la Virgen drenan siete arroyos (Caño Mesa, Tabacal, Hormiga, Chiricoco, Chiamaria, Tomatal y Matute) que en épocas de lluvia introducen caudales de agua representativos que influyen en la variación de los niveles de la ciénaga. Además estos arroyos están intervenidos con numerosos represamientos y desviaciones en la cuenca superior, la mayoría de ellos con muy poco rigor técnico. En eventos lluviosos con alguna intensidad han ocurrido desbordamientos por encima de las presa que han dado lugar al colapso en serie de las presas de aguas abajo, produciendo inundaciones en los sectores habitados de la cuenca baja, ya en el casco urbano de la ciudad.

Con el fin de plantear una solución a estas problemática, Arrieta, A. y Rejtman, P, realizaron el estudio denominado “Simulación hidráulica de las compuertas de marea estabilizada de la ciénaga de la Virgen de la ciudad de Cartagena”; en el cual fue analizada la influencia que tiene la ciénaga de la Virgen junto con la manipulación de las compuestas de la Bocana, para mitigar las inundaciones antes mencionadas.

Dicho estudio valoró el efecto de las lluvias extremas realizando la diferencia entre los niveles de estimados sin lluvia y los niveles obtenidos para los hidrogramas de lluvias de 10 y 100 años.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Los resultados se muestran en la Ilustración 43, donde se aprecia que se obtiene para 100 años valores de ascenso del nivel de 82 cm, y de 40 cm para periodo de retorno de 10 años.

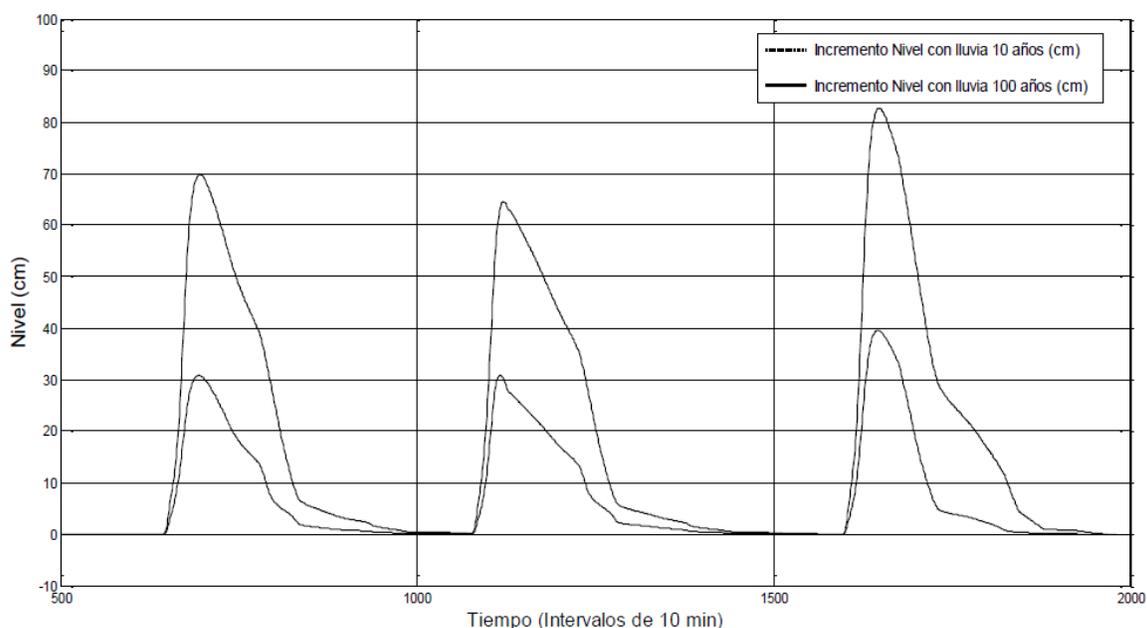


Ilustración 43. Niveles estimados por efectos de lluvias de 10 y 100 años de periodo de retorno. Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P

Adicionalmente el mismo estudio analizó el efecto de las lluvias extremas sobre los caudales, obteniendo la serie de diferencias entre los caudales obtenidos con lluvias de 10 años y 100 años, con los caudales obtenidos sin lluvia. En la figura 14, se muestran los hidrogramas de lluvias para 10 y 100 años y el incremento de caudal en la Bocana por efecto de las lluvias para 10 y 100 años de periodo de retorno. Los resultados muestran que el caudal pico del orden de 1400 m³/s, para una lluvia con periodo de retorno de 100 años es amortiguado a un caudal pico del orden de 400 m³/s, lo cual muestra que la Ciénaga amortigua los caudales extremos a más de un 70%. Para el periodo de retorno de 10 años con caudal pico del orden de 690 m³/s, se obtiene un caudal en la Bocana incremental de 320 m³/s, proporcionando una regulación superior al 50%.

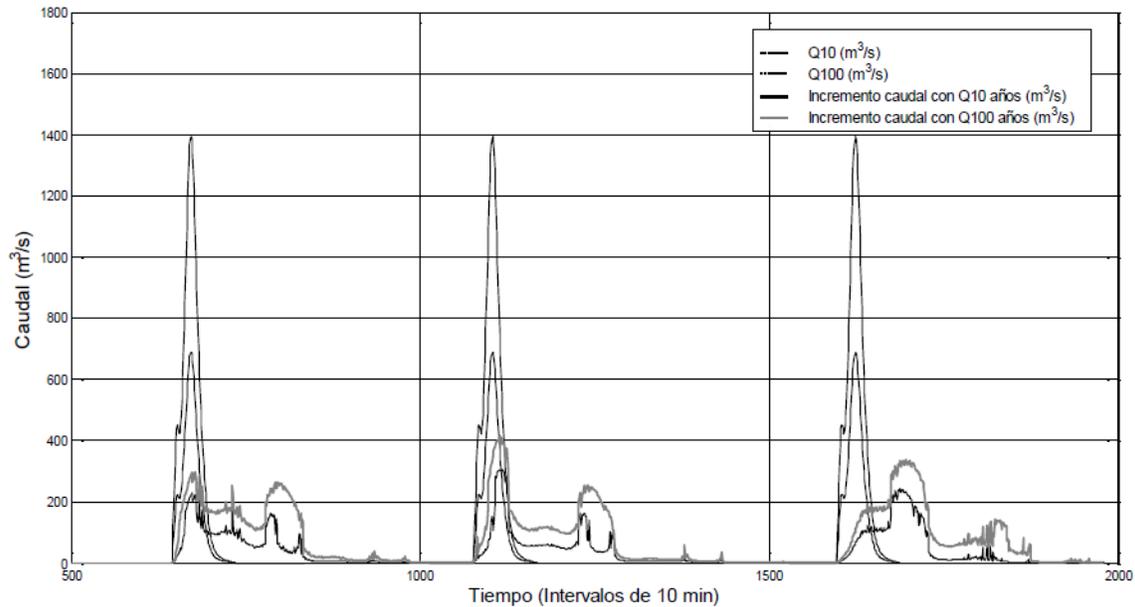


Ilustración 44. Caudales estimados de la salida en la Bocana por efecto de lluvias de 10 y 100 años de periodo de retorno.
Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P

Como conclusiones del estudio realizado por Arrieta, A. y Rejtman, P se obtuvieron las siguientes:

- La manipulación de las compuertas de entrada a la Ciénaga de la Virgen produce una depresión del nivel interno, del orden de 25 cm. Lo cual puede ser utilizado como una medida para bajar la cota del control hidráulico en la descarga de los canales y arroyos de la ciudad de Cartagena que llegan a la Ciénaga, y dar una mayor capacidad de almacenamiento a la Ciénaga.
- Lluvias con periodos de retorno de 100 años producen ascensos del nivel de la Ciénaga del orden de ochenta centímetros (80 cm), y para periodos de retorno de 10 años, cuarenta centímetros (40 cm).
- La Ciénaga de la Virgen tiene una capacidad de regulación de los caudales picos de escorrentía superficial del orden del 70%, para lluvias extremas con periodos de retorno estimado en 100 años, y 50% de regulación para eventos extremos de periodo de retorno de 10 años
- **Alteración de la Calidad del Recurso hídrico.**

Las escorrentías de las cuencas orientales que drenan al costado oriental de la ciénaga de la Virgen también tienen influencia sobre la calidad de sus aguas, ya que las prácticas agrícolas que se realizan en sus territorios y en las que predomina el uso de plaguicidas, fertilizantes, y otros productos químicos difícilmente degradables, son fuente de contaminación de los suelos, el agua y los ecosistemas en general. Este tipo de sustancias son arrastradas por las escorrentías hasta verterse

en la ciénaga de la Virgen. Una vez allí provocan la alteración de la calidad fisicoquímica e hidrobiológica de su recurso hídrico. Las escorrentías de las cuencas del sur también aportan elementos que alteran la calidad del agua de la ciénaga, con la diferencia que dichos elementos residuos y vertimientos provenientes de las inadecuadas prácticas domiciliarias.

- **Interconexión biológica que se presenta entre el manglar que rodea la ciénaga de la Virgen y los bosque de las rondas hídricas de los arroyos que desembocan en ella.**

Desde el punto de vista biótico, se evidencia, una relación directa entre el manglar que rodea la ciénaga de la Virgen y los bosques riparios que de las rondas hídricas de los arroyos que desembocan en ella. Se trata de las coberturas vegetales discontinuas o fragmentadas presentes en las rondas de los arroyos y drenajes de las cuencas. Es de suma importancia, que se genere una conexión entre las cuencas a través de la regeneración vegetal ecológica de forma participativa y rápida del bosque ripario. El papel que juega el bosque ripario es retardar y reducir la escorrentía superficial, utilizando el exceso de nutrientes, atrapando los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos, protegiendo los cuerpos de agua, y aumentando además la infiltración en las áreas de inundación, por acción de las raíces de las plantas que crecen en estas áreas.

Si no se toman estas medidas, se incurre en problemas ambientales mayores a nivel de fauna asociada a estos ecosistemas, pues se está obligando a grupos exigentes en el uso de sus hábitats a invadir fragmentos remanentes de bosques para refugiarse, restringiendo su área de acción y disminuyendo sus posibilidades de sobrevivencia a largo plazo. Es importante que los gremios o especies más adaptadas mejoren sus facultades para desplazarse por paisajes alterados.

Las zonas riparias proveen de hábitat, así como también de una vía para el desplazamiento de la vida silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como continuos. Entre mayor sea la conectividad entre los parches-hábitats, los animales encontrarán más fácil el desplazamiento entre sitios. Esto ayuda a mantener las poblaciones de vida silvestre en bosques y parches de áreas arboladas.

1.2.3.3. Relación entre la escorrentía de la cuenca urbana del cerro de la Popa y el Sistema de caños y lagos (R-05).

El sistema de caños y lagos internos es receptor de las consecuencias que se derivan del fenómeno de invasión y deforestación del que ha sido testigo el Cerro de la Popa durante muchos años. La pérdida de cobertura vegetal que ha presentado este cerro, ha ocasionado que sus suelos se deterioren y sean más propensos a sufrir procesos de erosión. De esta forma se generan sedimentos que en épocas de lluvia son arrastrados por las escorrentías hasta depositarse, en su gran mayoría, en el sistema de Caños y Lagos.

Según El Macroproyecto de Recuperación Integral del Cerro de la Popa realizado en el año 2010, las principales microcuencas que nacen en el cerro de la Popa drenan sus escorrentías junto con un

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

considerable volumen de sedimentos a diferentes cuerpos de agua internos de la ciudad principalmente a El Caño Juan de Angola, a La Ciénaga de la Quinta, la Ciénaga del Cabrero y a La Ciénaga de la Virgen.

El mismo macroproyecto menciona que la gran mayoría de los drenajes naturales han sido alterados y obstruidos en su parte superior y media ocasionando durante la época invernal flujos de detritos y fragmentos de bloques, dando origen a procesos de erosión concentradas tipo socavación y generación de grandes cárcavas. Estos flujos llegan a la parte baja del sector obstruyendo e inundando vías y predios en varios puntos alrededor del cerro. En el plano de la Ilustración 45 se puede notar el efecto que el Cerro de la Popa tiene sobre los alrededores del sistema de caños y lagos internos, principalmente los efectos de inundación por las escorrentías.

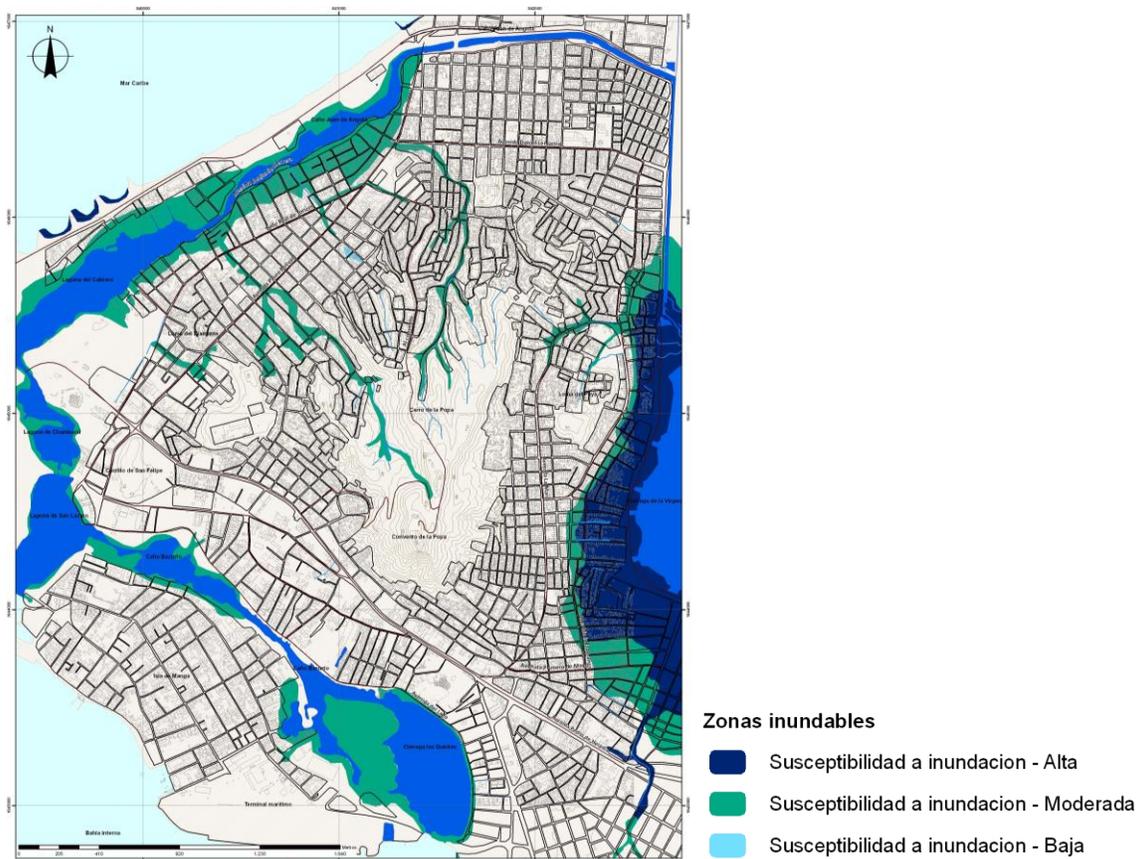


Ilustración 45. CARTAGENA, SECTOR CERRO DE LA POPA, PREDIOS LOCALIZADOS SOBRE LOS DRENAJES NATURALES
Elaboración de la consultoría. Fuente: Plan maestro de drenajes pluviales. Consultores cartageneros, 2009

1.2.3.4. Relación entre el Manglar con los cuerpos de agua de la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos internos (R-06).

Al igual que los bosques riparios la cobertura de manglar actúa atrapando los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos, protegiendo los cuerpos de agua, y aumentando además la infiltración en las áreas de inundación, por acción de las raíces de las plantas que crecen en estas áreas.

Lo anterior deja claro el papel fundamental que juega el manglar en el funcionamiento del ecosistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos internos. En efecto es necesario que las rocas de estos cuerpos de agua se mantengan cubiertas con coberturas de manglar.

Actualmente en el área de estudio, la relación entre las coberturas de manglar y dichos cuerpos de agua, ha estado condicionada e influenciada por la acción antrópica, ya que en algunos sectores, principalmente en el costado sur y suroccidental de la ciénaga de la Virgen y en algunos sectores del Caño de Juan Angola, laguna del Cabrero y Ciénaga de las Quintas, ha intervenido y en muchos casos talado para dar lugar a actividades socioeconómicas tanto formales como informales.

Para el caso de la ciénaga de La Virgen el problema comenzó por la invasión de los orillas de la ciénaga en los costados sur y suroccidental, luego continuó con la esquina suroriental y desde hace una década está atacando el costado occidental con invasiones para vivienda y para sabaleras. (CARDIQUE et al., 2004)

Esta ocupación ha tenido un desarrollo histórico, en el área comprendida entre el Cerro de La Popa y la Ciénaga de la Virgen, dado que en su gran mayoría eran áreas que originalmente formaban parte de la Ciénaga de la Virgen, cuyo espejo de agua llegaba en 1948 prácticamente hasta el pie de la Loma de Peyé, como se muestra en la Ilustración 46. (GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS, 2010)

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



Ilustración 46: Fotografías aéreas de 1948 y 2007. En rojo punteado la línea aproximada del borde de la Ciénaga de la Virgen. Fuente: GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS. 2010

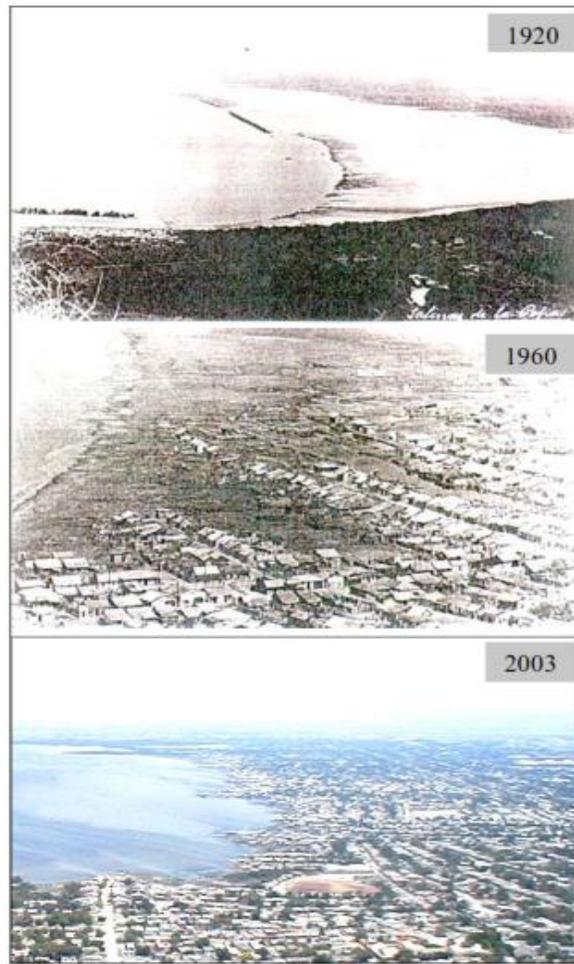
Esta ocupación se inició en la década de 1960 con la invasión de terrenos del basurero municipal en lo que hoy es el barrio San Francisco, al norte de la Loma de Peyé. Posteriormente aparecieron, al sur de la loma, los barrios de La María y La Esperanza, y sobre la falda suroccidental del cerro el barrio Las Delicias, cercano al barrio La Quinta. (GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS, 2010)

Cabe destacar que aún tanto el costados sur, suroccidental y suroriental mantienen en buena parte una condición de subnormalidad principalmente a que se ha continuado expandiendo la frontera urbana sobre las orillas de la ciénaga; generando así deficiencias de infraestructura y espacio público, a lo cual se suma el hecho de estar construidos en terrenos inundables. (GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS, 2010)

A continuación se presentan las principales porciones del entorno de la ciénaga y de su cuenca misma que se han visto alteradas por los procesos de expansión urbana.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Ilustración 47: Avance de invasiones sobre el costado sur y suroccidental de la ciénaga



Fuente: CARDIQUE et al. 2004

En la Ilustración 47 se muestra como ha sido el avance de las invasiones para vivienda en el costado sur y suroccidental de la ciénaga y como dicho proceso de expansión urbana le fue ganando terreno al cuerpo de agua hasta el año 2003.

En este sentido y dado el inminente avance de la población sobre las orillas de la ciénaga, se construyó la Vía Perimetral como una forma de interrumpir y detener ese avance. (Ilustración 48)

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

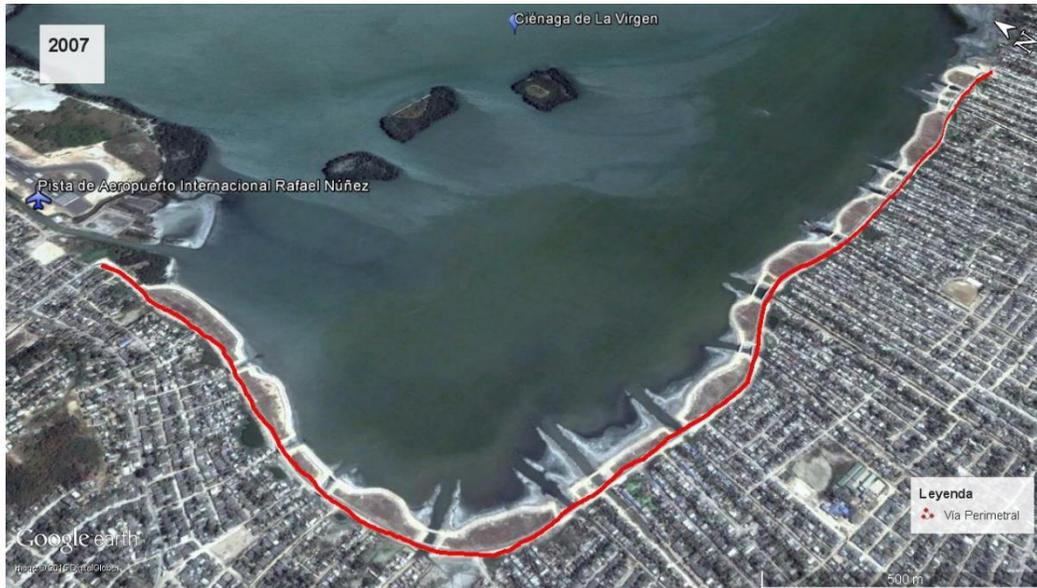


Ilustración 48: Construcción de la vía perimetral en el costado sur y suroccidental de la ciénaga. Fuente: Google Earth, modificado por autores. 2015

Respecto a la esquina suroriental, el avance de las invasiones por viviendas no ha podido ser controlado, por lo que desde el año 2007 los límites urbanos han sido sobrepasados de manera considerable, invadiendo las orillas de la ciénaga progresivamente.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Ilustración 49: Avance de invasiones sobre la esquina suroriental de la ciénaga. Fuente: Google Earth, modificado por autores. 2015

En el sector occidental aún hay cobertura de manglar que se conservan, específicamente al costado occidental de la pista del aeropuerto como se puede observar en la ilustración, que fue tomada de los estudios realizados en el proceso de formulación Plan Maestro de Desarrollo Aeropuerto Internacional RAFAEL NÚÑEZ de Cartagena de Indias.



Ilustración 50. Evidencias de Visita de campo Realizada a la Zona de estudio

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

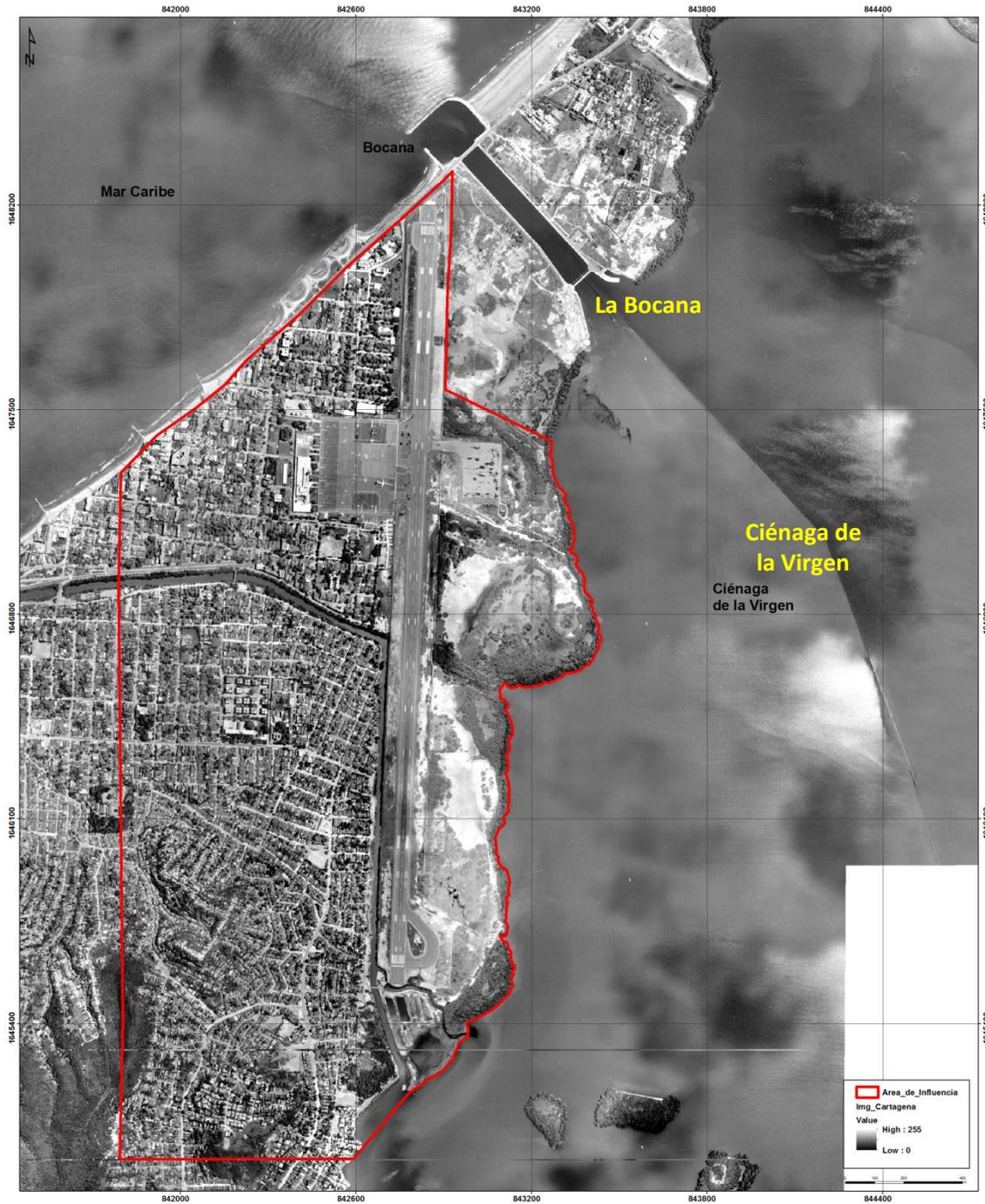


Ilustración 51. Zonas de Playones de Manglar al occidente de la Ciénaga de la Virgen.

1.2.3.5. Relación entre la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos (R-07)

La relación entre la ciénaga de la Virgen y el sistema de caños y lagos internos se da por el condicionamiento de sus características hidrodinámicas. Actualmente dicho condicionamiento está regulado por el funcionamiento de la compuerta de la Bocana (ver Conexión 2 de la Ilustración 38) y de la compuerta instalada en la Laguna de Chambacu (Ver Ilustración 52)



Ilustración 52. Compuerta de Chambacu

El estudio denominado “Caudales reales medidos en la Bocana de Marea Estabilizada de la Ciénaga de la Virgen”, realizado por Arrieta, A. y Rejtman, P en el año 2003, tuvo como objeto mostrar el

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

funcionamiento hidráulico de esas dos compuertas. Para tal fin midió las corrientes que se presentan en ellas en el mes de noviembre del 2002 y enero del 2003, utilizando un correntímetro AANDERAA RCM-9 de registro continuo. Como resultado se obtuvieron las gráficas que se muestran en la Ilustración 53.

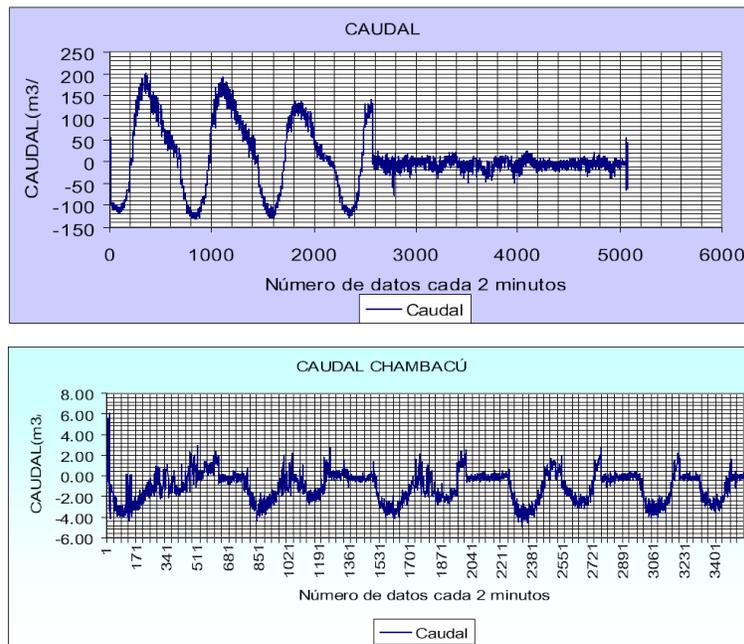


Ilustración 53. Caudal en la entrada de la Bocana, Caudal Medio en la Compuerta de Chambacú. Fuente: Arrieta, A. y Rejtman, P, 2002

Como resultados se obtuvieron:

- ❖ En la bocana de marea estabilizada se presentan mayores caudales picos de salida que de entrada, con valores picos alrededor de los 200 m³/s para la salida y de 130 m³/s para la entrada.
- ❖ De acuerdo con los registros de campo, los caudales promedios de entrada al sistema lagunar por la Bocana está alrededor de 50 m³/s.(entre 36 y 65 m³/s).
- ❖ De acuerdo con los registros de campo los caudales promedios de salida por la Bocana del sistema lagunar está alrededor de 67 m³/s.
- ❖ La velocidad máxima en la Bocana está alrededor de 1 m/s.
- ❖ El caudal máximo de salida por la compuerta de Chambacú está alrededor de 5 m³/s.
- ❖ El caudal medio de salida por la compuerta de Chambacú está alrededor de 1.6 m³/s.
- ❖ El volumen de agua que sale por las compuertas de Chambacú, representa entre el 2 y 4 % del volumen que sale por la Bocana de Marea Estabilizada

Finalmente se puede concluir que a pesar de la comunicación existente de esta relación (R-07), existe poca influencia de los volúmenes de agua entrantes del Mar Caribe hacia el sistema. Esto incide en una baja velocidad de flujo conservando el carácter lentic de los caños y lagos internos y la poca dilución o influencia en la calidad del agua. Esta relación es importante como punto de alivio del sistema de caños y lagos hacia la ciénaga cuando esta recibe aportes significantes de la cuenca urbana o como alivio en caso de incremento de niveles en la ciénaga de la Virgen.

1.2.3.6. Relación de las condiciones climáticas con el ecosistema (R-09).

Las condiciones climatológicas se consideran como el componente biofísico que mayor influencia tiene para garantizar el funcionamiento adecuado de un ecosistema, ya que son ellas las que hacen que exista un equilibrio natural entre las distintas especies que lo habitan. Si una de ellas se altera, se producen problemas en la naturaleza del ecosistema.

Los dos factores climáticos más importantes para los ecosistemas son: la luz solar y el agua. La luz solar es importante para el crecimiento de las plantas y para proveer energía para calentar la atmósfera de la tierra. La intensidad de la luz controla el crecimiento de las plantas. La duración de la luz afecta el florecimiento de las plantas y los hábitos de los animales e insectos. Por otro lado, es importante que todos los organismos vivos tengan contacto con el agua por un determinado tiempo para poder subsistir. Los organismos en ecosistemas secos se adaptan a las condiciones, guardando agua para usarla durante largos períodos de tiempo o siendo menos activos. En el otro extremo, algunas plantas y animales solamente sobreviven si son sumergidas en agua.

Para el caso del ecosistema de la ciénaga de la Virgen y de los Caños y lagos internos, se puede decir que el clima proporciona la cantidad de luz y de agua necesaria para que el mismo funcione adecuadamente. La luz es aportada por las radiaciones solares que se presentan durante el día, y el agua por las precipitaciones o lluvias anuales que se infiltran y/o escurren por un tiempo determinado sobre el suelo de las cuencas hidrográficas hasta almacenarse en acuíferos o cuerpos de agua continental superficial o en el mar Caribe.

Sin embargo existen algunas intervenciones humanas sobre dicho ecosistema y en especial sobre sus cuencas hidrográficas, que actualmente han generado procesos de deforestación e impermeabilización, que han causado cambios a las características del suelo provocando una disminución de los caudales de infiltración y del tiempo de escurrimiento de las aguas, que disminuye a su vez el tiempo de contacto del agua con los organismos vivos y en consecuencia degrada el ecosistema.

Esta disminución también ocasiona un incremento en los caudales de escorrentía superficial y genera mayor susceptibilidad a la acumulación de flujo en los cauces naturales que se encuentran aguas abajo, propiciando su desbordamiento hacia las márgenes.

Para efectos de tener una idea de la magnitud de las escorrentías que actualmente se generan en el ecosistema de la ciénaga de la Virgen y Sistema de caños y Lagos internos debido a las precipitaciones y características del suelo con su cobertura vegetal, el presente estudio hizo un

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

análisis en el que correlacionó las coberturas vegetales y tipos de suelo del área de estudio, para asignarles, con la implementación de la método S.C.S del Servicio de Conservación de suelo de la USA, un coeficiente de numero de curvas que permite establecer el umbral de escorrentía neto. Para conocer las características de las coberturas vegetales y de los tipos de suelo se utilizaron los planos que se muestran en las Ilustración 24 e Ilustración 25. Como resultado del análisis se obtuvo el plano de la Ilustración 54 (Ver

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 8)

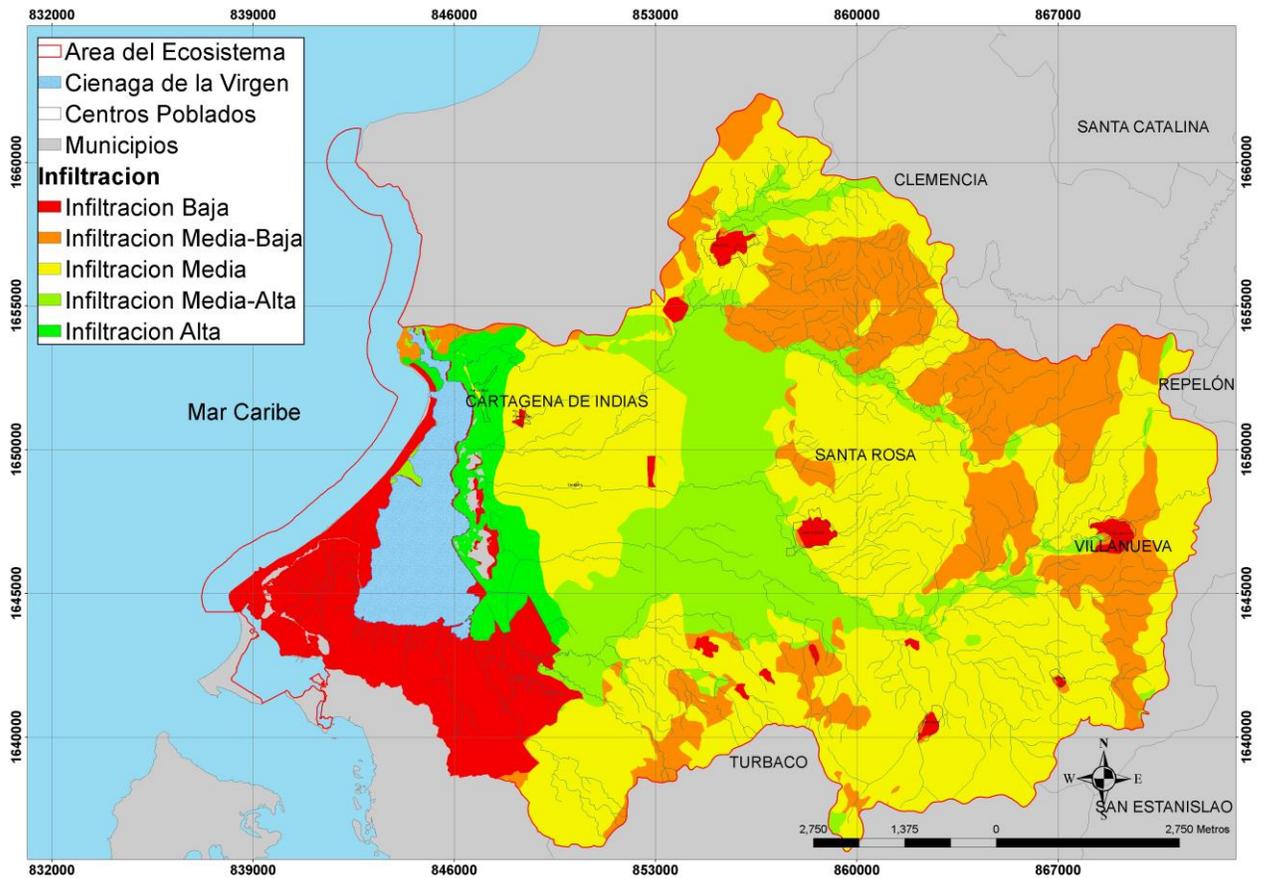


Ilustración 54. Plano de coeficientes de escorrentía. Fuente: Autores, 2015

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 8. Descripción de los Rangos de la Ilustración 54.

| Infiltración | Rango (mm) | Tonalidad | Descripción |
|-------------------------|---------------|-----------|---|
| Infiltración Baja | 0 – 8.11 | | Corresponde a zonas impermeabilizadas por las intervenciones urbanas. |
| Infiltración Media-Baja | 8.11 – 17.75 | | Zona no tan intervenida, pero con predominancia de suelos de partículas finas. |
| Infiltración Media | 17.75– 22.82 | | Zonas donde existe erosión ligera a severa con partículas desde finas a medianamente gruesas. |
| Infiltración Media-Alta | 22.82 – 29.92 | | Zonas con alta cobertura vegetal y suelos de partículas desde finas a gruesas. |
| Infiltración Alta | 29.92 – 64.66 | | Zonas de bosques de predominancia Manglar con partículas de suelo moderadamente gruesas. |

1.2.4. Síntesis de la Línea base Ambiental (Conclusiones sobre el funcionamiento del ecosistema).

El ecosistema de la Ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos funciona según el esquema que se presenta en la Ilustración 55, donde se puede notar que el ciclo hidrológico es el regulador y controlador.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
 CAPÍTULO 4
 ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 CAPÍTULO 2
 ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

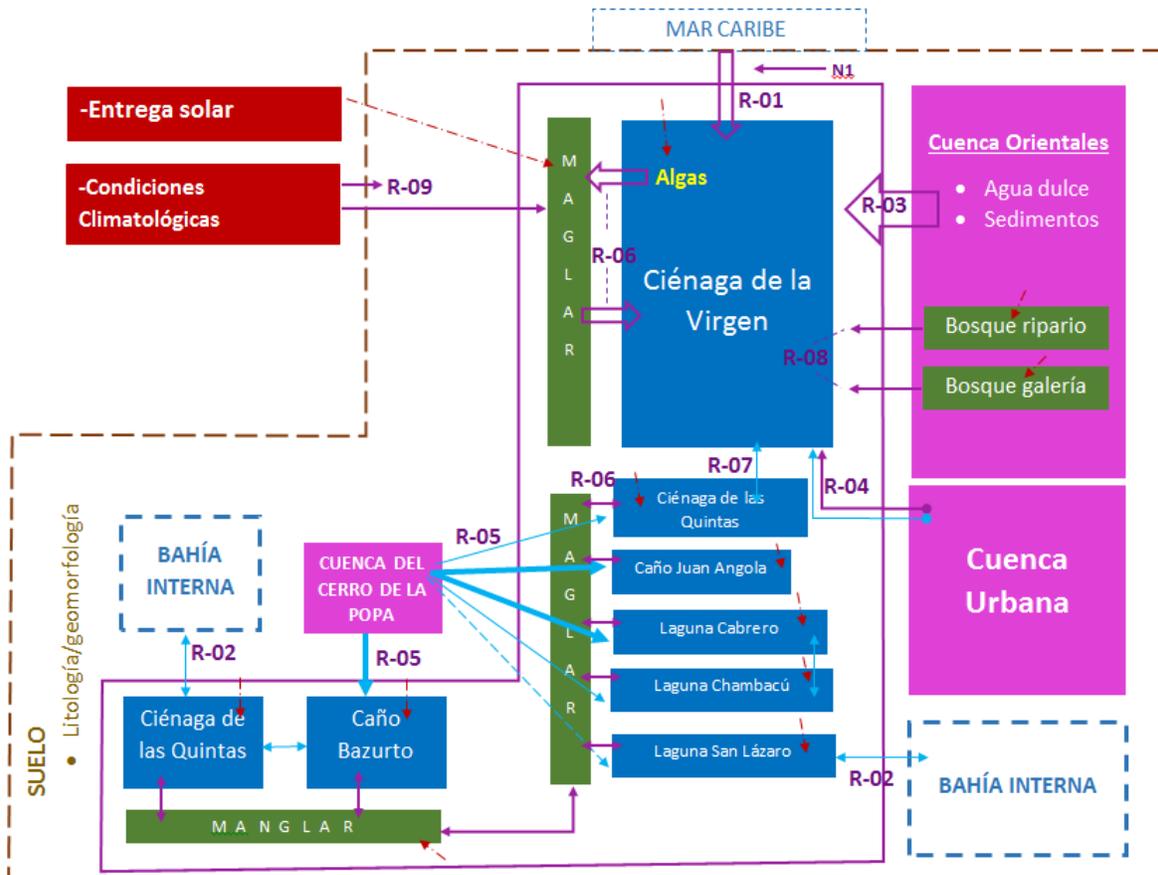


Ilustración 55. Esquema de funcionamiento y relaciones de interdependencia del ecosistema de caños y lagos internos.

De esta forma se tiene que el funcionamiento del ecosistema inicia al momento en que las condiciones climatológicas aportan o introducen aguas a las cuencas hidrográficas de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos a través de las lluvias o precipitaciones que se presentan con mayor frecuencia y con valores entre 29 y 244 mm/mes, durante el periodo que va desde el mes de abril hasta noviembre, extendiéndose en algunas ocasiones hasta la segunda semana del mes de diciembre, y con menor frecuencia en el periodo que va desde diciembre hasta marzo, con valores entre 1.0 y 37 mm/mes.

Durante los periodos de alta frecuencia de lluvias la temperatura varían entre los 27.6 °C y 28.6 °C y durante los periodos de baja frecuencia varían entre 26.8 y 27.3 °C.

En el momento en que las precipitaciones tienen contacto directo con las cuencas hidrográficas, inician su proceso de escurrimiento e infiltración en el suelo. Para el caso del ecosistema objeto de estudio se tiene que el comportamiento del escurrimiento e infiltración está claramente diferenciado en dos zonas. Por un lado está la zona de las cuencas que drenan al oriente de la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

ciénaga de la Virgen, y por otro lado la zona de las cuencas que drenan al sur de la misma ciénaga, acompañadas de las que drenan al sistema de caños y lagos internos (cuena del Cerro de la Popa).

Según el análisis realizado en el presente estudio para determinar el comportamiento de los niveles de infiltraciones sobre los distintos tipos de suelo y coberturas de la tierra del ecosistema, se pudo deducir, que en las cuencas orientales los niveles de infiltración de agua varían entre Medio-Baja (8.11 – 17.75 mm), media (17.75– 22.82 mm), Medio alta (22.82 – 29.92 mm) y alta (29.92 – 64.66); a excepción de algunos sectores que tienen presencia de centros poblados y donde la infiltración es baja.

Los sectores de estas cuencas, donde las infiltraciones son altas y medio altas, se caracterizan por contar con coberturas vegetales densas de tipo bosques de manglar, misceláneo de arbolados y parques de bosques o arbusto. Estas coberturas son las que tienen mayor tiempo de contacto con el recurso hídrico y en efecto se consideran como las que brindan mejores condiciones de hábitat para las especies de fauna típicas del entorno.

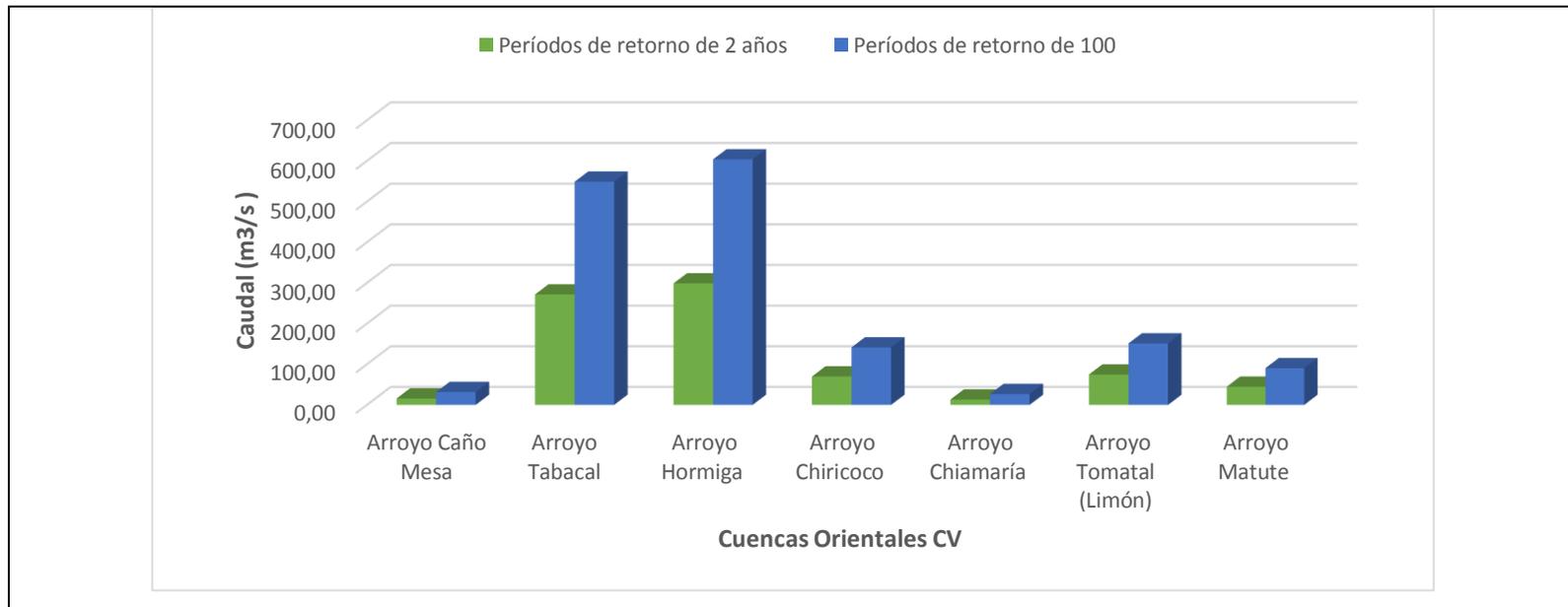
Por su parte, en las cuencas que drenan al sur de la ciénaga de la Virgen y al sistema de caños y lagos internos, predominan los niveles de infiltración baja (0 – 8.11), ya que corresponden a zonas impermeabilizadas por las intervenciones urbanas. Estas zonas brindan condiciones de hábitat limitadas para el desarrollo de fauna.

Durante el escurrimiento de las aguas sobre las cuencas hay un momento y lugar en donde las mismas se concentran hasta el punto de formar cuerpos de agua superficiales de tipo permanente o transitorio y de comportamiento lentic o lotico. Para el caso del ecosistema que se está analizado, los cuerpos de agua de tipo permanente y de comportamiento lentic, son precisamente la Ciénaga de la Virgen y el Sistema de Caños y lagos internos (Caños de Juan Angola, Lagunas del Cabrero, Chambacu y San Lázaro, Caño de Bazurto y Ciénaga de las Quintas) y los de tipo transitorio y de comportamiento lotico, son todos los arroyos de las cuencas que drenan caudales de agua hacia la ciénaga de la virgen y hacia los caños y lagos internos.

La ciénaga de la virgen tiene un área de 22,5 km² y una profundidad promedio de 1.6 m; y el sistema de caños y lagos internos tiene una longitud de 10,58 km, un área aproximada de 90 Ha y una profundidad promedio de 2 m.

Los caudales que estos cuerpos de agua reciben de los arroyos que drenan hacia ellos, presentan los valores que se muestran en las gráficas de la Tabla 9 y que fueron extraídos de los cálculos realizados por el Plan Maestro de Drenajes Fluviales de la Ciudad de Cartagena, 2010.

Tabla 9. Resumen de caudales de escorrentía de cuencas que drenan hacia la ciénaga de la virgen y caños y lagos internos.



FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

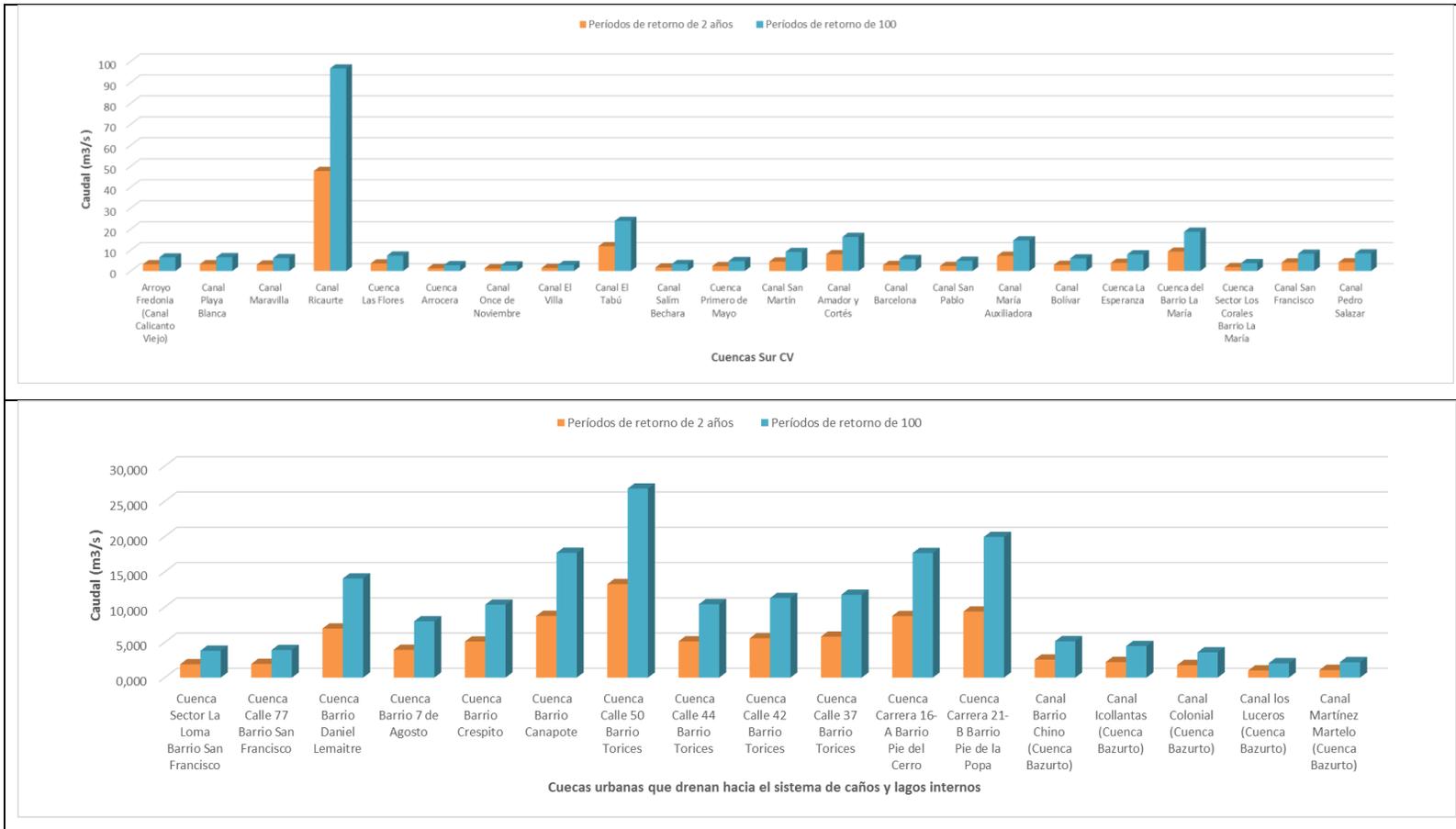
CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN



FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

En la Tabla 9 se puede notar que las cuencas orientales presentan valores que oscilan entre 15,7 y 298,7 m³/s con un promedio de 112,63 m³/s para periodos de retorno de 2 años, y entre 31,7 y 604 m³/s con un promedio de 227,74 m³/s para periodos de retorno de 100 años.

Los caudales de las cuencas que drenan hacia el sur de la ciénaga oscilan entre 1,31 y 47,7 m³/s con un promedio de 6,00 m³/s para periodos de retorno de 2 años, y entre 2,64 y 96,6 m³/s con un promedio de 12,14 m³/s para periodos de retorno de 100 años.

Finalmente los caudales de las cuencas que drenan al Sistema de Caños y Lagos internos oscila entre 1,01 y 13,25 m³/s con un promedio de 5,00 para periodos de retorno de 2 años y entre 26,8 y 2,03 m³/s con promedio de 10,18 para periodos de retorno de 100 años.

Los aportes de caudales que los arroyos hacen a la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos internos crean relaciones de interdependencia entre ellos que condicionan su comportamiento y el del ecosistema desde tres puntos de vista: el hidrodinámico, el fisicoquímico y el biótico.

- Desde el punto de vista hidrodinámico, el condicionamiento del comportamiento tiene lugar en las zonas donde la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos, reciben los caudales de escorrentía de los arroyos. Dependiendo de la magnitud de los caudales y de los niveles de marea de la ciénaga y caños y lagos internos, pueden presentarse una situación donde la probabilidad de inundación de los alrededores es baja y otra donde es alta. En el estudio denominado “Simulación hidráulica de las compuertas de marea estabilizada de la ciénaga de la Virgen de la ciudad de Cartagena”; realizado por Arrieta, A. y Rejtman, P; se analizó la influencia que tiene la ciénaga de la Virgen junto con la manipulación de las compuertas de la Bocana, para mitigar las inundaciones en los alrededores de la ciénaga. Como conclusiones se obtuvo que la manipulación de las compuertas de entrada a la Ciénaga de la Virgen, genera una disminución del nivel interno, del orden de 25 cm. Lo cual puede ser utilizado como una medida para bajar la cota del control hidráulico en la descarga de los canales y arroyos de la ciudad de Cartagena que llegan a la Ciénaga. Esto permite concluir que cuando los niveles de marea de la ciénaga son bajos hay menos probabilidad de inundaciones.
- Desde el punto de vista fisicoquímico se tiene, que la calidad del agua de la ciénaga y caños y lagos internos, junto con el estado de las especies marinas y terrestres que dependen de ellos, se afecta negativamente cuando los arroyos aportan caudales cargados de sedimentos y de sustancias provenientes de las inadecuadas prácticas domiciliarias o agropecuarias que se desarrollan en las cuencas sus hidrográficas. En los caños y lagos internos, esta afectación se manifiesta con un carácter especial, ya que reciben las consecuencias que se derivan del fenómeno de invasión y deforestación del que ha sido testigo el Cerro de la Popa durante muchos años y que genera grandes cantidades de sedimentos que en su mayoría terminan depositándose en esos cuerpos de agua.
- Desde el punto de vista biótico, la relación está dada por la interconexión que se presenta entre el manglar que rodea la ciénaga de la Virgen y la vegetación de las rondas hídricas de los arroyos que desembocan en ella. Esta interconexión juega un papel importante en el ecosistema ya que las zonas riparias proveen de hábitat, así como también de una vía para el desplazamiento de la vida silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como

**FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES**

**REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN**

continuos. Entre mayor es la conectividad entre los parches-hábitats, los animales encuentran más fácil el desplazamiento entre sitios. Esto ayuda a mantener las poblaciones de vida silvestre en bosques y parches de áreas arboladas

La presencia de manglar a los alrededores de la ciénaga y de los caños y lagos internos y la presencia de vegetación rodeando las rondas hídricas de los arroyos, también desarrollan una función importante en el ecosistema, ya que actúan como filtro del agua de escorrentía atrapando los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos, protegiendo los cuerpos de agua, y aumentando además la infiltración en las áreas de inundación, por acción de las raíces de las plantas que crecen en estas áreas.

Después de que las aguas provenientes de las precipitaciones escurren por las cuencas hidrográficas, infiltrándose en el suelo, y filtrándose a su paso por los bosques riparios y de manglar, se depositan en la ciénaga de la Virgen y caños y lagos internos. Hasta este punto el agua ha prestado sus funciones a los componentes biofísicos localizados en el suelo que soporta al ecosistema y ha dejado su huella en las zonas, que entre otras cosas, deben respetarse para conservar el buen funcionamiento del ecosistema. Actualmente en muchas de las zonas donde el agua ha dejado su huella, se localizan asentamientos humanos que se han visto afectados por problemas de inundación.

Una vez el agua se encuentra almacenada en la ciénaga de la Virgen y caños y lagos internos, inicia el cierre de su ciclo hidrológico. El calor que recibe por las radiaciones solares, genera las condiciones para que experimente su proceso de evaporación y empiece a transportarse hacia la atmosfera. A medida que el vapor se eleva, el aire humedecido lo enfría hasta condensarse y convertirse en nubes que finalmente vuelven a precipitar y aportar agua al territorio del ecosistema.

Pero el funcionamiento del ecosistema de la ciénaga de la Virgen y caños y lagos internos no tiene su cierre definitivo en el ciclo hidrológico antes descrito; ya que este ecosistema está interconectado con dos cuerpos de agua externos que también lo condicionan internamente desde el punto de vista de sus características hidrodinámicas y calidad fisicoquímica de sus aguas. Estos dos cuerpos de agua son: el mar Caribe y la Bahía Interna.

El mar caribe se conecta con la ciénaga de la Virgen en dos puntos, uno localizado a la altura de los puentes actuales de la Boquilla, Caño Luisa y Juan Polo, que se encuentra al norte del Corregimiento de la Boquilla, y otro en la Bocana Estabilizadora. Por su parte la Bahía interna se conecta con la laguna de San Lazaro y la ciénaga de las Quintas.

En la entrada natural por La Boquilla ha cambiado debido a las intervenciones realizadas en el sistema y se mantiene cerrada actualmente cuando su apertura era de una vez al año. Anteriormente, la comunicación se mantenía abierta cuando los niveles de la ciénaga eran altos debido a la acumulación de agua proveniente de la escorrentía de la cuenca y la energía del agua rompía la barra de arena que separa la ciénaga del mar. El efecto del oleaje y el transporte de sedimentos, una vez la energía del flujo de salida de la ciénaga disminuía, contribuía al cierre temporal de la boca de La Boquilla hasta la siguiente época de lluvia. Levantamientos recientes demuestran que el ancho de la barra disminuye de 55 m a 45 m cuando pasa de la época seca a la

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

época de lluvia más sin embargo solo se ha dado apertura en los años 2005, 2007 y 2012 (Maza y Rangel, 2015). Teniendo en cuenta esto no es conveniente descartar la posibilidad de que vuelva a abrirse y tener contacto directo con la ciénaga.

En la Bocana se tiene que el mar Caribe introduce una corriente de agua marina sobre la Ciénaga de la Virgen por sus compuertas. Esta corriente avanza en dirección sur enmarcada al oriente por la pantalla metálica y al occidente por el costado occidental de la ciénaga. Sobre el borde sur la corriente toma dirección hacia el oriente mezclándose con los vertimientos de los canales pluviales provenientes del núcleo central de la ciudad, y toma luego dirección hacia el norte y después hacia el oeste para dirigirse a las compuertas de salida de la Bocana. Las compuertas de salida de la Bocana permiten la evacuación hacia el mar de la mezcla del agua marina con los vertimientos provenientes de los canales pluviales.

En cuanto a la conexión de la bahía interna con la laguna de San Lazaro y la Ciénaga de las Quintas, se tiene una relación que condiciona la calidad fisicoquímica del agua de los dos últimos. Dicho condicionamiento se pudo confirmar mirando los resultados de oxígeno disuelto arrojados por las mediciones realizadas por el EPA Cartagena en octubre de 2015, durante 24 h en el sistema de caños y lagos internos, donde se pudo notar que la variación de oxígeno no obtuvo, en ningún momento del día, valores menores de 5 mg/l, lo que denota una buena calidad del agua; mientras que en otros puntos localizados al interior del sistema de caños y lagos (ver estaciones 2 y 6 de la Ilustración 42), obtuvo valores muy malos de hasta 0,4 m/l

Otra de influencia que ejerce el mar Caribe está relacionada con la tendencia de aumento del nivel medio del mar en las costas colombianas. Con el fin de analizar el impacto de un eventual ascenso del nivel del mar, el INVEMAR realizó en el 2008 un estudio donde simuló dos escenarios de inundación, uno Leve y otro Fuerte.

En el caso de un nivel de inundación Leve el impacto estaría ocasionado por la pérdida de playas y efectos sobre los ecosistemas costeros. En este escenario ascendería el nivel de la ciénaga de la Virgen y del sistema de caños y lagos, ampliando sus espejos de agua hacia las zonas occidentales y sur de la ciénaga de la Virgen. Como resultado de un escenario de inundación fuerte, el nivel de la ciénaga de la Virgen y del sistema de caños y lagos internos aumentaría aún más, expidiendo sus espejos de agua hasta el punto de afectar la zona urbana localizada al sur oriental de la ciénaga de la Virgen y los alrededores de la ciénagas de las Quintas y Caño Bazurto

De todos el análisis realizado fue posible identificar las zonas de interrelación de los componentes biofísicos que conforman al ecosistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos y que se debe respetar para efectos del ordenamiento territorial del sector. Esta son las que se muestra en los planos de la Ilustración 57 e Ilustración 34.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN

ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

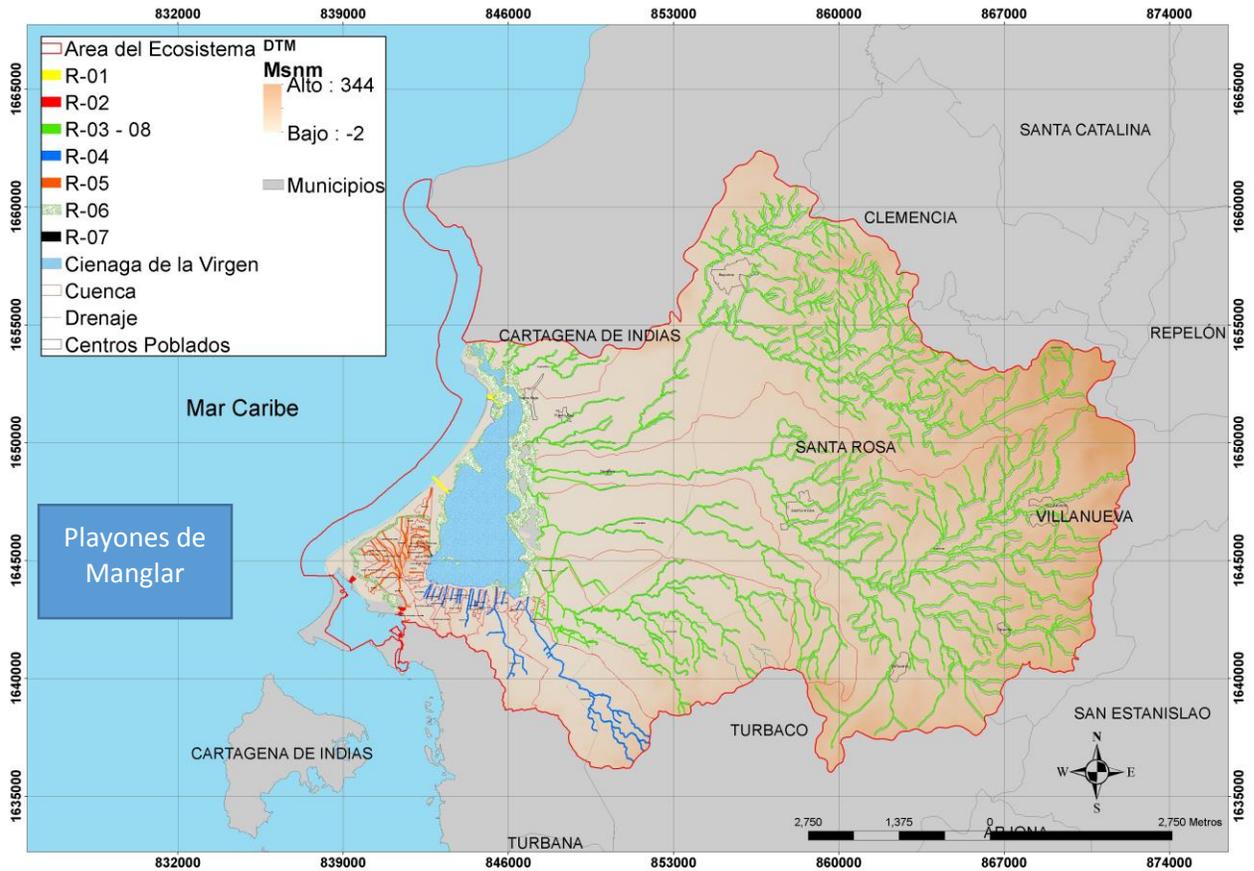


Ilustración 56. Zonificación de procesos de interrelación del ecosistema de la ciénaga de la Virgen.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

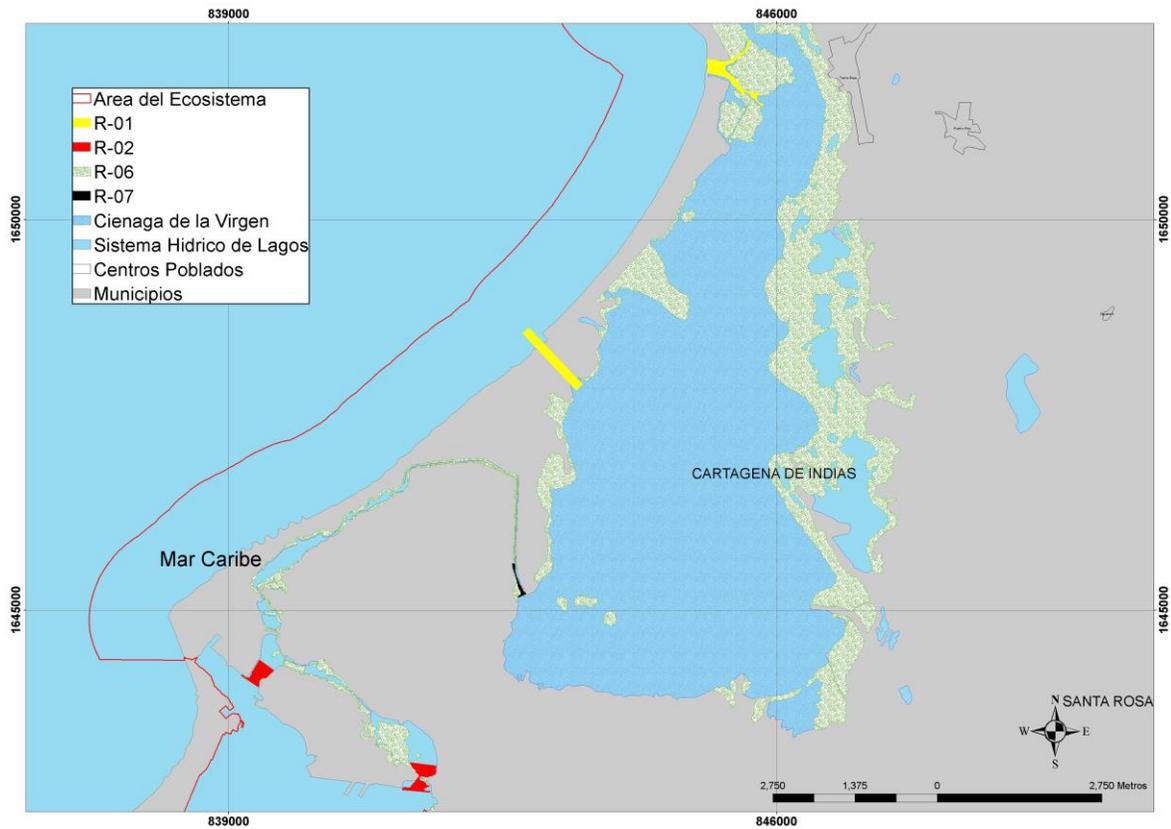


Ilustración 57. Zonificación de procesos de interrelación del ecosistema de la ciénaga de la Virgen ZOOM.

1.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE SE PUEDAN PRESENTAR HACIA LA VEGETACIÓN Y FAUNA EXISTENTES EN LA ZONA, CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AIRE Y AUMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO Y GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES.

La identificación de impactos se basó en una adaptación de las metodologías utilizadas para la evaluación de impactos ambientales a partir del “*Método de matriz causa*” o de superposición de un proyecto versus su entorno ambiental.

En este sentido se inició por determinar las actividades que se desarrollan fuera de los procesos que garantizan el funcionamiento del ecosistema descrito en el numeral 1,2. Estas actividades se identificaron desde un enfoque socioeconómico, es decir, desde un enfoque que permitió conocer cuáles son las prácticas antrópicas que en ese ecosistema se desarrollan. Las actividades determinadas fueron enfrentadas con el ecosistema de la ciénaga de la Virgen y Caños y Lagos Internos, logrado así identificar los impactos ambientales. Como resultado se tienen la Tabla 10, la cual se muestra a continuación.



Ilustración 58. Esquema de Identificación de impactos ambientales.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

Tabla 10: Lista de actividades e impactos asociados al ecosistema de la Loma del Peyé.

| ECOSISTEMA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y CAÑOS, LAGOS Y CIÉNAGAS INTERNOS | |
|---|---|
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Permanente inadecuada disposición de residuos sólidos en calles, caños y canales que luego son arrastrados por las lluvias hasta su desembocadura en las cuencas a las que pertenecen.</p> | <p>Disminución de la calidad del agua de la Ciénaga y de todos los cuerpos de agua internos en general.</p> <p>Disminución de la calidad del recurso suelo.</p> <p>Perdida de la diversidad de fauna y flora.</p> <p>Pérdida de la estructura ecológica del ecosistema.</p> <p>Disminución o aumento de caudales.</p> <p>Modificación de las condiciones hidráulicas de los cauces.</p> <p>Susceptibilidad a fenómenos de inundación tanto por mareas como por lluvias extremas y/o extensión de las inundaciones ocurridas durante los periodos invernales.</p> <p>Aumento de casos de enfermedades transmitidas por vectores.</p> |
| <p>Descripción</p> <p>Algunas de las cuencas urbanas están conformadas por calles canales, los cuales están mayormente expuestos a condiciones inadecuadas de uso que podrían limitar sus capacidades hidráulicas y con ello alterar la hidrología de la cuenca a la que pertenecen; generando procesos de deterioro ambiental de origen antrópico.</p> | |
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Actuaciones de fuentes móviles y fijas de contaminación atmosférica por presencia de material particulado como el tráfico vehicular, aerosol marino proveniente de las zonas costeras, restaurantes que aun cocinan con leña y quemas de basura y/o de residuos. Además de actuaciones de fuentes móviles y fijas de contaminación atmosférica por ruido</p> | <p>Susceptibilidad y vulnerabilidad a las variaciones climáticas</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad atmosférica</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad de vida</p> |

| ECOSISTEMA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y CAÑOS, LAGOS Y CIÉNAGAS INTERNOS | |
|--|---|
| tales como el tráfico vehicular, establecimientos comerciales, talleres, cantinas y discotecas. | |
| <p>Descripción</p> <p>Las condiciones de calidad atmosférica en cuanto a material particulado PM10 y niveles de ruido podrían ser detonantes de eventos, mecanismo y/o procesos adversos en contra de los componentes ambientales del entorno.</p> | |
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Asentamiento de la población en zonas con deficientes condiciones e infraestructura habitacional en cuanto a cobertura servicios públicos domiciliarios, equipamiento urbano, grado de urbanización y de deterioro ambiental.</p> | <p>Susceptibilidad y vulnerabilidad a las variaciones climáticas</p> <p>Aumento de casos de enfermedades transmitidas por vectores</p> <p>Afectación de actividades productivas</p> <p>Cambios de uso del suelo</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad de vida</p> <p>Deterioro de la calidad del paisaje</p> <p>Incremento de la población en zonas específicas.</p> |
| <p>Descripción</p> <p>Dentro del casco urbano de la Ciudad, a nivel de barrios, es posible encontrar condiciones de habitabilidad que manifiestan la gravedad del contraste de algunos barrios con deficientes condiciones de habitabilidad frente a la situación más favorable de unos pocos; con una correlación entre la ubicación espacial de las personas con condiciones socioeconómicas menos favorables, con las características geográficas de la ciudad y su influencia sobre la cobertura servicios públicos domiciliarios, el grado de urbanización y de deterioro ambiental.</p> | |
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Las actividades económicas agrícolas, pecuarias y silvícolas, minería y explotación de canteras asociados a actividades de quema e</p> | <p>Redistribución de ecosistemas y especies, y posible alteración de los servicios ambientales.</p> |

| ECOSISTEMA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y CAÑOS, LAGOS Y CIÉNAGAS INTERNOS | |
|---|--|
| <p>incendios forestales, deforestación, uso inadecuado de agroquímicos, represamiento y desviación de cauces en las áreas rurales que hacen parte de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de La Virgen.</p> | <p>Susceptibilidad y vulnerabilidad a las variaciones climáticas</p> <p>Pérdida de la estructura ecológica del ecosistema.</p> <p>Pérdida paulatina de extensiones de terreno.</p> <p>Afectación de actividades productivas</p> <p>Modificación de la dinámica fluvial</p> <p>Contaminación del agua por sustancias tóxicas</p> <p>Pérdidas y cambios en la regulación del régimen hidrológico.</p> <p>Cambios en las condiciones del microclima</p> <p>Deterioro en la composición y estructura de la cobertura vegetal</p> <p>Pérdida de fauna terrestre</p> <p>Disminución o pérdida de recurso hidrobiológico</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad de vida</p> |
| <p>Descripción</p> <p>Las dinámicas socioambientales en las zonas rurales del área de estudio actúan como tensores ambientales de las características y condiciones biofísicas y ecológicas, que por hacer parte de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de La Virgen tienen incidencias sobre el sistema de caños, lagunas interiores y ciénaga de La Virgen y que no han contribuido en el bienestar socioeconómico de la población y por el contrario propician en alguna medida el deterioro ambiental de la zona.</p> | |
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Vertimientos de aguas residuales domésticas sobre los cuerpos hídricos</p> | <p>Aumento de casos de enfermedades transmitidas por vectores</p> <p>Pérdida del patrimonio ecológico</p> |

| ECOSISTEMA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y CAÑOS, LAGOS Y CIÉNAGAS INTERNOS | |
|---|--|
| | <p>Redistribución de ecosistemas y especies, y posible alteración de los servicios ambientales.</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad de vida</p> <p>Deterioro de la calidad del paisaje</p> <p>Disminución o pérdida de recurso hidrobiológico</p> <p>Pérdidas y cambios en la regulación del régimen hidrológico.</p> <p>Deterioro en la composición y estructura de la biota acuática</p> |
| <p>Descripción</p> <p>Los cuerpos hídricos se ven afectados por los vertimientos de aguas residuales domésticas y aunque existen colectores para las mismas, se siguen vertiendo directamente sin tratar a la Ciénaga o a los canales interiores de la red de drenaje pluvial del sistema de caños, lagos y ciénagas interiores.</p> | |
| Actividad | Impactos ambientales asociados |
| <p>Expansión poblacional sin respeto de las barreras naturales que limitan la continuidad del tejido urbano.</p> | <p>Modificación de la geomorfología</p> <p>Desestabilización o desprendimiento de taludes o formaciones de suelos</p> <p>Redistribución de ecosistemas y especies, y posible alteración de los servicios ambientales.</p> <p>Susceptibilidad a procesos erosivos</p> <p>Susceptibilidad a fenómenos de inundación tanto por mareas como por lluvias extremas y/o extensión de las inundaciones ocurridas durante los periodos invernales.</p> <p>Susceptibilidad y vulnerabilidad a las variaciones climáticas</p> <p>Pérdida del patrimonio ecológico</p> <p>Pérdida paulatina de extensiones de terreno.</p> |

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

| ECOSISTEMA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y CAÑOS, LAGOS Y CIÉNAGAS INTERNOS | |
|---|--|
| | <p>Aumento en las probabilidades de ocurrencia e intensidad de eventos extremos como mares de leva, lluvias torrenciales y veranos intensos</p> <p>Deterioro de la calidad del paisaje</p> <p>Deterioro en las condiciones de calidad de vida</p> <p>Incremento de la población</p> <p>Cambios en los usos del suelo</p> |
| <p>Descripción</p> <p>La presión urbana por procesos de ocupación ilegal se han extendido incontroladamente sobre las laderas de las geoformas prominentes del casco urbano y sobre las riveras de los cauces y cuerpos de agua internos, lo cual han generado una serie de dinámicas socioambientales que han redundado en el deterioro</p> | |

1.4. FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES Y CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

A continuación se presentan las directrices ambientales para la formulación del Plan Integral para el sistema de Caños y lagos y ciénaga de la Virgen, las cuales fueron definidas bajo un enfoque que busca la recuperación, protección y manejo adecuado de las zonas que garantizan el mantenimiento de las relaciones que se deben presentar entre los componentes biofísicos del área de estudio para que la estructura ecológica del principal del sistema se conserve.

- Mejorar la calidad del agua de la ciénaga de Virgen y del sistema de Caños y Lagos internos como clave para la conservación de la flora y fauna que allí habita. Este mejoramiento se realizará implementando acciones que ayuden a aumentar la oxigenación y a disminuir los impactos por contaminación.
- Recuperar la conexión hidráulica entre la ciénaga de la Virgen y el mar Caribe en el punto donde se encuentran los puentes actuales de la Boquilla y el caño Luisa, ya que la apertura de esta boca permite el recambio de las aguas del sistema con la salida de nutrientes y otros elementos acumulados en la ciénaga. Adicionalmente, sirve de alivio a los niveles de inundación en su zona de playones estableciendo un ciclo de exposición de agua dulce al ecosistema establecido en sus orillas.
- Garantizar que las zonas del ecosistema que presentan niveles de infiltración alto, medio alto y medio (ver

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

- Tabla 8) se mantenga en esas condiciones, de tal manera que sigan actuando como zonas amortiguadoras de los caudales de escorrentía y de mitigación de inundaciones. También es importante que las zonas que presentan niveles de infiltración bajo y medio bajo, sean sometidas a medidas de manejo que busquen mejorar esa condición.
- Recuperar las coberturas vegetales en la totalidad de las fajas¹ de protección (Bosques Riparios) de los arroyos y canales que drenan aguas a la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos internos, de tal manera que dichas coberturas se potencien como filtros de retención que eviten la entrada a los arroyos, de sedimentos y elementos provenientes de las prácticas antrópicas (en especial residuos sólidos). Además estas coberturas ayudan a garantizar la estabilidad al suelo evitando la erosión.
- Mantener y aumentar el área de playones alrededor de la ciénaga de la Virgen conservando su capacidad de almacenamiento y filtración de agua y nutrientes provenientes de las cuencas.
- Controlar los niveles de agua para mejoramiento del comportamiento hidrodinámico del sistema y en especial para evitar inundaciones en zonas aledañas. Según Arrieta y Retjaman 2001, La manipulación de las compuertas de entrada a la Ciénaga de la Virgen produce una depresión del nivel interno, del orden de 25 cm. Lo cual puede ser utilizado como una medida para bajar la cota del control hidráulico en la descarga de los canales y arroyos de la ciudad de Cartagena que llegan a la Ciénaga, y dar una mayor capacidad de almacenamiento a la Ciénaga.
- Recuperar y proteger el manglar que bordea las rondas hídricas de la ciénaga de la Virgen y sistema de caños y lagos internos, como elemento amortiguador del sistema y como filtros de retención que eviten la entrada a estos cuerpos de agua, de sedimentos y elementos provenientes de las prácticas antrópicas.
- Mejorar las condiciones hidráulicas en el punto de conexión de la ciénaga de la Virgen con el sistema de Caños y Lagos de tal manera que se aumente la oxigenación de estos últimos.

¹ Según el **Literal d** del **Artículo 83** del Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de los Recursos Naturales) establece que sobre la roda de un río o lago se debe conservar una faja paralela a la línea de mareas máximas de hasta treinta metros de ancho.

**FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS
INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS
CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA
FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES**

**REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN
CAPÍTULO 2
ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN**

2. BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS (2001). Decreto 977 del 2001. Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Cartagena.

ARENAS, D. & SERJE, N. (2015) Variación de la calidad del agua de la ciénaga de La Virgen producto de la implementación del emisario submarino. Ed. Universidad de Cartagena.

BARBOSA, G. (2011). Informe Final: Evaluación geotécnica y diseños geotécnicos e hidráulicos de obras de mitigación, en las laderas donde se planea construir el colegio de la Fundación Pies Descalzos, en la ciudad de Cartagena.

BELTRÁN, A. & SUÁREZ, L. (2010). Diagnóstico ambiental de los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias.

CARTAGENA COMO VAMOS. Evaluación de la calidad de vida 2014. Cartagena. 2015

CAÑÓN, M., TOUS, G., LOPEZ, K., LOPEZ, R. & OROZCO, F. (2007). Variación espaciotemporal de los componentes fisicoquímico, zooplanctónico y microbiológico en la Bahía de Cartagena. Boletín Científico CIOH No. 25. 120-134. ISSN: 120-542.

CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS DEL CARIBE -CIOH-. Climatología de los principales puertos del caribe colombiano: Cartagena, D. T. y C. Publicaciones Seriadas. Cartagena. [Consultado el 23/10/2015]

CONSORCIO CONSULTORES CARTAGENEROS & ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS. (2009) Estudios y diseños del plan maestro de drenajes pluviales del distrito de Cartagena de Indias.

CARDIQUE -CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE- & CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA. (2004). Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de la ciénaga de La Virgen. Bolívar.

DÍAZ, C., CASTRO, I. & MANJARREZ, G. (2010). Mangles de Cartagena de Indias: “Patrimonio biológico y fuente de biodiversidad”.

GRUPO DE ESTUDIOS URBANOS. (2010). Macroproyecto de recuperación integral del cerro de La Popa – Producto 3: Propuesta técnica del macroproyecto.

INGEOMINAS & ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS. (2001). Zonificación geotécnica, aptitud y uso del suelo en el casco urbano de Cartagena de Indias, DTC – Bolívar.

PÉREZ, G. J. & SALAZAR I. (2007). La pobreza en Cartagena: Un análisis por barrios. Banco de la Republica. Centro de estudios económicos regionales -CEER- Cartagena. ISSN 1692-3715.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

RED DE VIGILANCIA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DE COLOMBIA -REDCAM-. (2015). Informe Técnico 2014: Diagnóstico y evaluación de la calidad de aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos. Serie de publicaciones periódicas. Número 4. ISSN: 2389-8615.

RED DE VIGILANCIA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DE COLOMBIA -REDCAM-. (2014). Informe Técnico 2013: Diagnóstico y evaluación de la calidad de aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos. Serie de publicaciones periódicas. Número 4. ISSN: 2389-8615.

RUBIO, C. (2010). Diagnóstico y formulación de la estructura del sistema de gestión ambiental distrital (SIGAD).

SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA S.A. (2012). Plan Maestro de Desarrollo Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de India: Anexo VI. Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental.

TIRADO, O.; MANJARREZ, G.; DÍAZ, C. (2011). Caracterización ambiental de la ciénaga de la quinta localizada en Cartagena de Indias, Colombia, 2009 – 2010. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 131 – 139.

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA & ALCALDÍA DE CARTAGENA DE INDIAS.

- (2010a). Diagnóstico del distrito de Cartagena en materia de ordenamiento territorial. Producto entregable: Documento base para el expediente urbano distrital.

- (2010b). Diagnóstico del distrito de Cartagena en materia de ordenamiento territorial. Producto entregable: Prediagnóstico componente socioeconómico.

- (2010c). Valoración de los niveles de riesgos ambientales en el distrito de Cartagena. Producto entregable: Informe diagnóstico línea base ambiental Cartagena de Indias, Tomo II Diagnóstico Ambiental Cartagena.

Agudelo et al. (2005).

ARRIETA A. (2005). *Estudio y Diseño de los drenajes pluviales principales del Aeropuerto Rafael Núñez*. Cartagena: Hidroconsultores.

BELTRAN. A & Suarez. L., (2004). *Diagnostico Ambiental de los Cuerpos internos de agua de la Ciudad de Cartagena de Indias*. . Cartagena: CARDIQUE, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

CIOH. (2008). *Boletín Meteomarinero Manual de Caribe Colombiano*. Cartagena: Centro de Investigación Oceanográficas e Hidrográficas.

FORMULACIÓN DE PLAN INTEGRAL PARA LA RECUPERACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES DE CARTAGENA DE INDIAS

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL, ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE Y FORMULACIÓN DE DIRECTRICES AMBIENTALES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE CAÑOS, LAGOS Y LAGUNAS INTERIORES

REVISIÓN Y AJUSTE DEL MACROPROYECTO PARQUE DISTRITAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL MACROPROYECTO PARQUE CIÉNAGA DE LA VIRGEN
ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, CON BASE EN DESARROLLOS POSTERIORES A SU FORMULACIÓN Y ADOPCIÓN

CIOH, Universidad de Cartagena - IHSA & SPD. (2009). *Evaluación de Propuestas Presentadas para Solucionar el Problema de Inundaciones de Cartagena de Indias y Elaboración del Documento Presentado al Banco Internacional de Desarrollo (BID)*. Cartagena: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Universidad de Cartagena - IHSA, Secretaría de Planeación Distrital.

GWS, British Maritime Technology. (1994). *British Maritime Technology*.

IDEAM . (2007). *Circulación General De La Atmósfera. 2007. Informe Final Seguimiento De Las Condiciones Meteorológicas Y Oceanográficas En El Caribe Colombiano*. Cartagena: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .

INECO. (2009). *ANEXO VI. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL*. Cartagena de Indias: Sociedad Aeroportuaria de la costa S.A.

INVEMAR. (2009). *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Boletines Meteorológicos*. Cartagena: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

POMCA Ciénaga de la Virgen. (2004). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen*. Cartagena: Corporación Autónoma y Regional del Canal del Dique, CARDIQUE.