

CM-2022-0005

Barranquilla, Marzo de 2023



**Formulación del Plan de
Ordenamiento del Recurso Hídrico**
para la ciénaga de Malambo en el
departamento del Atlántico



CAPITULO IV
FASE II: Diagnóstico



CONTENIDO

4. FASE II: DIAGNÓSTICO	12
4.1. INTRODUCCIÓN	12
4.2. ÁREA OBJETO DEL ORDENAMIENTO	13
4.2.1. Localización y codificación de la cuenca y sus tributarios.	13
4.2.2. Información básica utilizada.	15
4.2.3. Hidrografía y Red Hidrográfica de la cuenca.	17
4.2.4. Caracterización Geomorfológica.	20
4.2.5. Cobertura y usos de la tierra.	24
4.2.6. Zonificación ambiental.	26
4.2.7. Redes de calidad del agua.	29
4.2.8. Redes hidrometeorológicas.	30
4.3. IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN	31
4.4. REVISIÓN Y ANÁLISIS DE QUEJAS	35
4.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN	37
4.5.1. Identificación de actores, comunidades étnicas y organización de la base de datos.	37
4.5.2. Actores sociales participantes identificados por tipología.	38
4.5.3. Diseño e implementación de la estrategia participativa.	43
4.5.4. Aspectos metodológicos y conceptuales.	43
4.5.4.1. Socialización del PORH y Acotamiento de la ciénaga de Malambo.	46
4.6. CENSO DE USUARIOS Y CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	56
4.6.1. Captaciones de usuarios representativos.	56
4.6.2. Vertimientos.	58
4.6.3. Inventario de sistemas de tratamiento para agua potable para poblaciones mayores a 50 habitantes.	59
4.6.4. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.	61
4.6.4.1. Manejo de aguas residuales industriales.	71
4.7. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS USOS ACTUALES	72
4.7.1. Tipos de uso y orden de prioridad.	72
4.7.2. Usos del agua para la ciénaga de Malambo.	74
4.8. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL SISTEMA DE CIÉNAGAS DE LA MARGEN ORIENTAL DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO Y PLANICIE ALUVIAL DEL RIO MAGDALENA	77
4.8.1. Ciénagas y pantanos.	82
4.8.2. Ciénaga de Malambo.	82
4.8.2.1. Espejo de agua en la ciénaga de Malambo.	85

4.8.2.2.	Análisis multitemporal de estructuras antrópicas en la ciénaga de malambo 1973 – 2022.	86
4.8.2.3.	Conectividad hídrica superficial entre ciénaga de Malambo y río Magdalena.	90
4.8.2.4.	Cambio en el Paisaje de la ciénaga de Malambo.	91
4.8.2.5.	Efecto de diques construidos e intervenciones antrópicas en la hidrodinámica de la ciénaga de Malambo.	94
4.8.3.	Hidrografía.	94
4.9.	ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HIDRICA TOTAL, OFERTA HIDRICA DISPONIBLE E INDICADORES DE ESTADO	95
4.9.1.	Clima, Hidrología e hidráulica.	95
4.9.2.	Información secundaria.	97
4.9.3.	Aspectos climatológicos.	98
4.9.3.1.	Clasificación climática.	100
4.9.3.2.	Precipitación.	104
4.9.3.3.	Evaporación.	107
4.9.3.4.	Evapotranspiración potencial.	108
4.9.3.5.	Temperatura.	109
4.9.3.6.	Humedad relativa.	110
4.9.3.7.	Brillo solar.	111
4.9.3.8.	Vientos.	113
4.9.4.	Aspectos hidrológicos.	116
4.9.4.1.	Red de drenaje y áreas tributarias.	116
4.9.4.2.	Selección de la estación de lluvias para la cuenca de estudio.	117
4.9.4.3.	Balance hidroclimático.	118
4.9.4.4.	Tiempos de concentración.	121
4.9.4.5.	. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia.	122
4.9.4.6.	Hietograma sintético de la tormenta o lluvia típica para la zona de estudio.	123
4.9.4.7.	Estimación de caudales y volúmenes de escorrentía.	126
4.9.4.8.	Estimación del número de curva (CN) para la cuenca de Malambo.	129
4.9.4.9.	Escorrentía neta de la ciénaga de Malambo.	132
4.9.5.	Oferta hídrica - escorrentía neta de las microcuencas tributarias hasta la ciénaga de Malambo.	136
4.9.5.1.	Curva de capacidad de la ciénaga de Malambo.	138
4.9.5.2.	Fluctuación de niveles mensuales en la ciénaga de Malambo.	139
4.9.5.3.	Conclusiones relacionadas con la Oferta Hídrica ciénaga de Malambo.	142
4.9.6.	Demanda hídrica.	143
4.9.6.1.	Indicie uso del agua (IUA).	144
4.9.6.2.	Índice de aridez.	146
4.9.6.3.	Cálculo de la evapotranspiración real.	147
4.10.	ASPECTOS HIDRÁULICOS	148
4.10.1.	Niveles rio magdalena sector Puente Pumarejo (K22) – Puerto Pimsa (K38).	148
4.10.2.	Modelación hidrodinámica ciénagas de Convento - Malambo – Bahía.	151
4.10.3.	Inventario hidráulico de la ciénaga de Malambo.	172
4.11.	DIAGNÓSTICO ASOCIADO A LOS ASPECTOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	196

4.12. PROBLEMÁTICAS JERARQUIZADAS A NIVEL DE LA FUNCIÓN HIDROLÓGICA E HIDRODINÁMICA DEL SISTEMA - CIÉNAGA DE MALAMBO	198
4.13. ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA CIÉNAGA DE MALAMBO	199
4.14. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL PLANO DEL RECURSO HÍDRICO	199
4.15. PERFIL DE CALIDAD ACTUAL	201
4.15.1. Variables fisicoquímicas.	201
4.15.2. Variables hidrobiológicas.	206
4.15.2.1. Fitoplancton.	206
4.15.2.2. Zooplancton.	207
4.15.2.3. Perifiton.	208
4.15.2.4. Macroinvertebrados bentónicos.	208
4.15.2.5. Macrófitas.	209
4.15.2.6. Peces.	212
4.15.3. Índices de Calidad del Agua (ICA) y estado trófico.	216
4.16. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES CONFLICTOS	221
4.16.1. Actores generadores y afectados por el conflicto.	222
4.17. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO	224
4.17.1. Percepción social del diagnóstico.	224
4.17.2. Acontecimientos históricos como parte de la dinámica de la ciénaga de Malambo.	227
4.17.3. Visión futuro de la ciénaga de Malambo.	232

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización y codificación de la subcuenca del arroyo San Blas.	13
Tabla 2. Información de imágenes espaciales.	15
Tabla 3. Información pluviométrica del IDEAM.	15
Tabla 4. Registros climatológicos del IDEAM.	16
Tabla 5. Referencia para la clasificación del terreno en relación con los grados de inclinación.	21
Tabla 6. Unidades y subunidades geomorfológicas identificadas para la zona de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo.	22
Tabla 7. Coberturas de la tierra identificadas en el área de la microcuenca de la ciénaga Malambo, según metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.	25
Tabla 8. Categorías de ordenación, zonas y subzonas de uso de manejo de cuenca.	27
Tabla 9. Estación IDEAM seleccionadas para el área de estudio.	30
Tabla 10. Relación de información técnica consultada.	32
Tabla 11. Relación de PQRs de los actores sociales relacionados con la ciénaga de Malambo.	36
Tabla 12. Actores Sociales.	38
Tabla 13. Actores Industriales identificados.	40
Tabla 14. Actores institucionales identificados.	42
Tabla 15. Principales problemáticas ponderadas para la ciénaga de Malambo.	51
Tabla 16. Causas identificadas según las problemáticas.	52
Tabla 17. Concesiones de aguas superficiales reportadas en el RURH que se encuentran en el área de influencia de la ciénaga de Malambo.	57
Tabla 18. Permisos de vertimiento relacionados en el RURH que tienen como fuente receptora la ciénaga de Malambo o alguno de sus tributarios.	59
Tabla 19. Coordenadas de las PTAP de Aguas de Malambo S.A. E.S.P.	60
Tabla 20. Patrones de consumo con datos de 2013.	61
Tabla 21. Vertimientos de aguas residuales sobre la ciénaga de Malambo y sus tributarios.	62
Tabla 22. Proyectos del PSMV del municipio de Malambo.	64
Tabla 23. Usuarios del sistema de saneamiento básico por estrato y por sectores.	65
Tabla 24. Proyección del caudal medio del alcantarillado para los próximos 10 años.	70
Tabla 25. Usos del recurso hídrico para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena subcuenca 2904-3.	74
Tabla 26. Objetivos de calidad para las aguas de clase I.	75
Tabla 27. Objetivos de calidad para las aguas de clase V.	76
Tabla 28. Identificación de infraestructuras asociadas a la ciénaga de Malambo, para la serie de tiempo comprendida entre 1973 y 2022. Fuente: Elaboración Propia- año 2022.	86
Tabla 29. Cuenca Tributarias a la ciénaga de Malambo.	94
Tabla 30. Estación IDEAM seleccionadas para el área de estudio.	99
Tabla 31. Información de las estaciones climatológicas evaluadas en este estudio.	103
Tabla 32. Valores de Precipitación Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	105
Tabla 33. Valores de Precipitación máximas en 24 horas – estación Aeropuerto.	106
Tabla 34. Evaporación (mm) para la estación de Las Flores.	107
Tabla 35. Evapotranspiración Potencial (mm) para la estación Las Flores.	109
Tabla 36. Temperatura (°C) máxima y mínima mensual multianual para la estación de Aeropuerto.	110
Tabla 37. Humedad Relativa (%) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.	111

Tabla 38. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	112
Tabla 39. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.	112
Tabla 40. Velocidad del Viento (m/s) media mensual Multianual para la Estación Las Flores.	113
Tabla 41. Velocidad del Viento (m/s) media mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	115
Tabla 42. Resumen parámetros climáticos para la ciénaga de Malambo.	115
Tabla 43. Características morfométricas de las cuencas.	117
Tabla 44. Balance hidro climático subcuenca Ay. Caracolí.	119
Tabla 45. Balance hidro climático subcuenca Ay. San Blas.	120
Tabla 46. Tiempos de concentración.	122
Tabla 47. Número de curva ponderado subcuencas.	132
Tabla 48. Valores medios de escorrentía mensual multianual Arroyo Caracolí (1990-2020)	133
Tabla 49. Valores medios de escorrentía mensual multianual Arroyo San Blas (1990-2020)	133
Tabla 50. Oferta hídrica.	136
Tabla 51. Conductividad hidráulica saturada (in/hr) de las coberturas de suelo.	136
Tabla 52. Resumen de salida resultados Oferta hídrica Modelo HEC-HMS.	138
Tabla 53. Función Área- Capacidad-Volumen ciénaga de Malambo.	138
Tabla 54. Valores medios multianuales de precipitación total y neta del Arroyo San Blas.	140
Tabla 55. Balance hídrico Arroyo San Blas.	140
Tabla 56. Demanda	143
Tabla 57. Concesiones de fuentes superficiales.	144
Tabla 58. Categorización Índice de Uso del Agua.	145
Tabla 59. Categorización de Índice de Uso del Agua	145
Tabla 60. Categorización Índice de Aridez.	146
Tabla 61. Evapotranspiración Real - Ay. San Blas.	147
Tabla 62. Evapotranspiración Potencial - Ay. San Blas.	147
Tabla 63. Índice de Aridez - Ay. San Blas.	147
Tabla 64. Índice de Aridez - Ay. San Blas	147
Tabla 65. Estaciones hidrométricas seleccionadas.	148
Tabla 66. Resumen del inventario hidráulico.	172
Tabla 67. Cuantificación del impacto: 1) Muy Alto, 2) Alto, 3) Medio, 4) Bajo y 5) Inexistente.	198
Tabla 68. Identificación de programas y proyectos para la preservación de la funcionalidad y conectividad hidráulica de la ciénaga de Malambo.	199
Tabla 69. Variables y ponderación en el ICA ^{ciénagas} .	217
Tabla 70. Fórmulas para el cálculo de los subíndices con variables agrupadas.	218
Tabla 71. Escala de clasificación e interpretación de resultados del ICA ^{ciénagas} .	219
Tabla 72. Resultados del cálculo de los subíndices que componen el ICA ^{ciénagas} , para diferentes períodos.	219
Tabla 73. Resultados del ICA ^{ciénagas} para los diferentes periodos de tiempo.	221
Tabla 74. Identificación de conflictos.	221
Tabla 75. Inquietudes y aportes de los actores sociales.	225
Tabla 76. Hechos históricos de la ciénaga de Malambo.	227
Tabla 77. Principales inundaciones en la historia de Malambo.	231

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización general de la cuenca del río Magdalena y el complejo de Ciénagas.</i> -----	14
<i>Figura 2. Identificación de la cubeta de llenado para la ciénaga de Malambo, mediante el procesamiento digital, del Modelo digital de Terreno-DTM.</i> -----	18
<i>Figura 3. Identificación de la dirección y acumulación de flujo de la masa de agua para la microcuenca de la ciénaga de Malambo.</i> -----	19
<i>Figura 4. Identificación de la Red Hídrica de contribuyentes a la ciénaga de Malambo.</i> -----	19
<i>Figura 5. Visualización estereoscópica mediante la herramienta de ArcGis ArcScene; de la zona correspondiente de la ciénaga de Malambo.</i> -----	20
<i>Figura 6. Esquema de trabajo utilizado para la generación del mapa de geoforma a escala 1.25000; para el área de localización de la ciénaga de Malambo.</i> -----	21
<i>Figura 7. Mapa de unidades geomorfológicas identificadas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo.</i> -----	23
<i>Figura 8. Perfil geomorfológico identificado para la zona de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo.</i> -----	24
<i>Figura 9. Mapa de Coberturas de la tierra identificadas en el área de la microcuenca de la ciénaga Malambo.</i> -----	26
<i>Figura 10. Zonificación ambiental de los humedales de la vertiente occidental del río Magdalena e el departamento del Atlántico.</i> -----	28
<i>Figura 11. Red de monitoreo de calidad del agua en la ciénaga de Malambo.</i> -----	29
<i>Figura 12. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.</i> -----	31
<i>Figura 13. Diapositivas con conceptos relevantes en la presentación del Taller 1. Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos.</i> -----	47
<i>Figura 14. Distribución de usuarios de acuerdo con el uso autorizado y vigente</i> -----	58
<i>Figura 15. Distribución del volumen concesionado entre los usuarios con resolución vigente.</i> -----	58
<i>Figura 16. Mapa de cobertura del alcantarillado en municipios del Atlántico.</i> -----	65
<i>Figura 17. Proporción del tipo de usuarios del sistema de saneamiento.</i> -----	66
<i>Figura 18. Ubicación de puntos de vertimientos.</i> -----	67
<i>Figura 19. Identificación de puntos críticos de vertimientos.</i> -----	68
<i>Figura 20. Ubicación de vertimientos si tratamiento, directamente a la calle o mediante conexiones irregulares con tubería al arroyo El Sapo (Punto 9).</i> -----	69
<i>Figura 21. Esquema general de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ingredión Colombia S.A. Planta Malambo.</i> -----	71
<i>Figura 22. Lecho mayor (línea amarilla) del Río Magdalena entre Puente Pumarejo e Isla Cabica.</i> -----	78
<i>Figura 23. Vegas de divagación vistas sobre una imagen Landsat TM. Terraza aluvial baja (Fm_{tz}b). Morfología plana en la parte superior, terrazas bajas por corresponder a un primer nivel de sedimentación del río con alturas hasta de unos 3 o 4 m, se componen de materiales en forma de capas o lentes.</i> -----	79
<i>Figura 24. Detalle de los diques aluviales (F_{da}), controlando el curso del río Magdalena en la parte Norte del área de estudio en sus márgenes izquierda y derecha correspondientemente.</i> -----	80
<i>Figura 25. Geomorfología Margen Izquierda Río Magdalena. Sector Sabanagrande (Atlántico) – Puente Pumarejo (Barranquilla).</i> -----	82
<i>Figura 26. Ciénaga de Malambo e intervenciones antrópicas (diques en tierra - color rojo).</i> -----	83
<i>Figura 27. Ciénaga de Malambo y zonas inundables.</i> -----	84
<i>Figura 28. Dinámica temporal de las infraestructuras asociadas a la ciénaga de Malambo.</i> -----	89
<i>Figura 29. Conectividad temporal de la lámina de agua asociada a las infraestructuras.</i> -----	90
<i>Figura 30. Conectividad hídrica superficial de la ciénaga de Malambo con el Río Magdalena.</i> -----	91
<i>Figura 31. Mapa de coberturas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo, para el año 2018.</i> -----	92
<i>Figura 32. Mapa de coberturas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo, para el año 2022.</i> -----	92

Figura 33. Variación cobertura de vegetación acuática ciénaga de Malambo periodo 2018 – 2022.	93
Figura 34. Subcuencas de la Ciénaga de Malambo.	95
Figura 35. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.	100
Figura 36. Isoyetas (100 mm) Multianual para el Complejo de Humedales en la Vertiente Occidental del río Magdalena. Tomado de “Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada” (CRA-2016).	102
Figura 37. Clasificación Climática Caldas Lang para el Complejo de Humedales en la Vertiente Occidental del río Magdalena.	102
Figura 38. Precipitación total anual multianual, Estación Aeropuerto.	104
Figura 39. Precipitación (mm) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	105
Figura 40. Precipitación total diaria multianual, Estación Aeropuerto.	106
Figura 41. Precipitaciones Máximas en 24 horas en la estación Aeropuerto.	106
Figura 42. Evaporación (mm) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.	107
Figura 43. Evapotranspiración Potencial ETP mensual multianual en la Estación Las Flores.	109
Figura 44. Temperatura (°C) máxima y mínima mensual multianual en la Estación Las Flores.	110
Figura 45. Humedad Relativa (%) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	111
Figura 46. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.	112
Figura 47. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.	112
Figura 48. Velocidad del Viento (m/s) Multianual para la Estación Las Flores.	113
Figura 49. Rosa del Viento para la Estación Las Flores.	114
Figura 50. Velocidad del Viento (m/s) Multianual para la Estación Aeropuerto.	115
Figura 51. Rosa del Viento para la Estación Aeropuerto.	115
Figura 52. Red de Drenaje y Subcuencas de la ciénaga de Malambo.	117
Figura 53. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.	118
Figura 54. Balance hidro climático subcuenca Ay. Caracolí	120
Figura 55. Balance hidro climático subcuenca Ay. San Blas.	121
Figura 56. Curva I-D-F. Estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz	123
Figura 57. Hietogramas sintéticos. Estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz.	125
Figura 58. Cobertura de Uso y Suelo de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.	130
Figura 59. Unidades cartográficas de suelos de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.	131
Figura 60. Grupos hidrológicos de suelos de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.	131
Figura 61. Número de curva Ay. Caracolí y Ay. San Blas.	132
Figura 62. Arroyo Caracolí. Estimación Caudales máximos instantáneos (m ³ /s) (2010-2011).....	134
Figura 63. Arroyo San Blas. Estimación Caudales máximos instantáneos (m ³ /s) (2010-2011)	134
Figura 64. Escorrentía neta Arroyo Caracolí (1990-2020) (Modelo HEC-HMS).	135
Figura 65. Escorrentía neta San Blas (1990-2020) (Modelo HEC-HMS)	135
Figura 66. Oferta hídrica Arroyo San Blas (4,906,122.58 m ³ /año).....	137
Figura 67. Oferta hídrica Arroyo Caracolí (7,187,261.29 m ³ /año).....	137
Figura 68. Curva de Nivel – Área -Capacidad ciénaga de Malambo.	139
Figura 69. Curva de Nivel – Volumen -Capacidad ciénaga de Malambo.	139
Figura 70. Variación de volúmenes – balance hidrológico de la ciénaga de Malambo (1990-2020).	141
Figura 71. Variación de los niveles – balance hidrológico de la ciénaga de Malambo (1990-2020).....	142
Figura 72. Curva de duración de niveles diarios excedidos Estación TEBSA.	149
Figura 73. Curva de duración de niveles diarios excedidos Estación PIMSA.....	149
Figura 74. Comparativo niveles río Magdalena estaciones TEBSA, PIMSA y Calamar (2009 – 2012).	150
Figura 75. Curva de remanso de niveles máximos y mínimos del río Magdalena entre Calamar y Barranquilla.	151

Figura 76. Modelo con malla de 300x300 e intervalo de tiempo: 6 horas	152
Figura 77. Hidrograma Calamar 2010-2011.	153
Figura 78. Hidrograma utilizado para el calentamiento.	153
Figura 79. Inicio después de calentamiento.	154
Figura 80. Inicio llenado de las ciénagas.	154
Figura 81. Fin del llenado ciénagas.	155
Figura 82. Inicio del descenso sistema.	155
Figura 83. Vaciado de las ciénagas.	156
Figura 84. Perfil brazo izquierdo rio Magdalena (Isla Cabica) en aguas altas.	157
Figura 85. Niveles y Caudales para 2010-2011.	158
Figura 86. Perfil de agua, brazo izquierdo Rio Magdalena Isla Cabica en aguas bajas.	158
Figura 87. Variación de niveles y caudales en Tebsa.	159
Figura 88. Velocidades del rio modeladas en aguas altas (Nov 15/2010).	159
Figura 89. Hidrograma de caudales salida arroyo San Blas (2011).	160
Figura 90. Las velocidades en la ciénaga son inferiores a 0.05 m/s (no es posible determinar su dirección).	161
Figura 91. Simulación aportes Arroyos San Blas y Caracolí. Velocidades a través de la ciénaga de Malambo.	161
Figura 92. Sección de control a través de la ciénaga de Malambo por la desembocadura del arroyo San Blas.	162
Figura 93. Trayectoria de partículas ciénaga de Malambo en la desembocadura de San Blas.	162
Figura 94. Panorama global Ciénaga de Malambo del contexto con el flujo de agua entrando por Pimsa.	163
Figura 95. Vectores de velocidades entre 0 y 0.2 m/s	163
Figura 96. Flujo de agua entrando por el canal dragado.	164
Figura 97. Agua saliendo por el canal dragado.	165
Figura 98. Gradientes de velocidad 0.03 m/s hasta 0.23 m/s en el punto de salida del dragado.	165
Figura 99. Simulación de dos (2) canales dragados ciénaga Malambo-Rio Magdalena.	166
Figura 100. Flujo descargando por los dos canales dragados.	166
Figura 101. Perfil del Flujo por eje del canal dragado 2.	167
Figura 102. Circulación del flujo de la ciénaga y el rio, inducido por los dos dragados.	167
Figura 103. Líneas de corriente generadas por las crecidas en A. San Blas y A. Caracolí, saliendo por los canales dragados.	168
Figura 104. Respuesta hidrodinámica efecto primer aguacero (10 de mayo 2010).	169
Figura 105. Respuesta hidrodinámica efecto segundo aguacero (16 de junio 2010).	169
Figura 106. Respuesta hidrodinámica efecto tercer aguacero (15 de noviembre de 2010).	170
Figura 107. Descenso de niveles.	170
Figura 108. máximo nivel en diciembre.	171
Figura 109. Nivel mínimo en 2011.	171
Figura 110. Vista General Estructuras Hidráulicas ciénaga de Malambo.	174
Figura 111. Detalle Sector Norte. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.	175
Figura 112. Detalle Sector Centro. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.	175
Figura 113. Detalle Sector Sur. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.	176
Figura 114. Box Culvert "La Luna"	177
Figura 115. Box Culvert "Box Culvert "1.1 m Ancho x 0. 6m alto".	178
Figura 116. Aguas de Malambo pTAP	178
Figura 117. Box Culvert "1.2 x 3.5 m".	179
Figura 118. Box Culvert "Arroyo San Blas"	180
Figura 119. Colector carrera 8	181
Figura 120. Tubería de 60cm	182
Figura 121. Alcantarilla aguas lluvias 1.5 X 1.5.	183

<i>Figura 122. Tubería de aguas lluvias.</i>	184
<i>Figura 123. Tubería Arroyo el Sapo.</i>	185
<i>Figura 124. Box Culvert “Aguas Lluvias”</i>	186
<i>Figura 125. Box Culvert “Aguas Lluvias Concorde y Villa Concorde.</i>	187
<i>Figura 126. Caño Desembocadura boca de muelle.</i>	187
<i>Figura 127. Jarillón Aguas del Concord</i>	188
<i>Figura 128. Dique Norte.</i>	188
<i>Figura 129. Vía Caimital.</i>	189
<i>Figura 130. Puente del terraplén Norte.</i>	189
<i>Figura 131. Dique Sector Sur.</i>	190
<i>Figura 132. Box culvert Pimsa.</i>	190
<i>Figura 133. Puente Pimsa.</i>	191
<i>Figura 134. Boca Caño Lavadero y Boca Caño La Barrita.</i>	191
<i>Figura 135. Jarillón Caño Puerta Boca.</i>	192
<i>Figura 136. Lindero planta triple A.</i>	192
<i>Figura 137. Caño Entrada Los pato.</i>	193
<i>Figura 138. Caño Las mujeres.</i>	193
<i>Figura 139. Caño tortuga.</i>	193
<i>Figura 140. Puerto de los Malambos.</i>	194
<i>Figura 141. Dique interno de la Ciénaga.</i>	194
<i>Figura 142. Dique sector oeste de la ciénaga.</i>	194
<i>Figura 143. Dique sector este de la ciénaga.</i>	195
<i>Figura 144. Dique sector Noreste de la ciénaga.</i>	195
<i>Figura 145. Temperatura promedio registrada en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.</i>	201
<i>Figura 146. pH y alcalinidad registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022 y comparación con rangos de calidad.</i>	202
<i>Figura 147. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO registradas en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 y 2022.</i>	203
<i>Figura 148. Conductividad, Sólidos suspendidos totales (SST) y Clorofila a registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.</i>	204
<i>Figura 149. Nitrógeno amoniacal y Nitrógeno total registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.</i>	205
<i>Figura 150. Coliformes termotolerantes (CTE) y coliformes totales (CT) registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.</i>	206
<i>Figura 151. Fitoplancton en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Riqueza, B) Densidad.</i>	207
<i>Figura 152. Zooplancton en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Riqueza, B) Densidad.</i>	208
<i>Figura 153. Perifiton en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Densidad, B) Riqueza.</i>	208
<i>Figura 154. Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Riqueza, B) Densidad.</i>	209
<i>Figura 155. Macrófitas en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021.</i>	210
<i>Figura 156. Cobertura de vegetación macrófita en la ciénaga de Malambo (2022)</i>	212
<i>Figura 157. Representación del ciclo migratorio de las especies en la cuenca del Magdalena y la relación con el ciclo hidrológico (cambios de nivel del río).</i>	214
<i>Figura 158. Gráfico de generadores de conflicto.</i>	223
<i>Figura 159. Gráfico de afectados por el conflicto.</i>	223

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía 1. Taller I. Dinámica “Tejiendo la Ciénaga”.</i>	46
<i>Fotografía 2. Socialización PORH y zonificación Ciénaga de Malambo.</i>	47
<i>Fotografía 3. Comunidad participando y presentando sus inquietudes en el Taller de Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos.</i>	48
<i>Fotografía 4. Definición de principales problemáticas y conflictos por parte de la comunidad (29/09/22).</i>	49
<i>Fotografía 5. Ejercicio de cartografía social. Definición de principales problemáticas (29/09/22).</i>	50
<i>Fotografía 6. Bocatoma – planchón sobre el río Magdalena. Aguas de Malambo S.A. E.S.P.</i>	60
<i>Fotografía 7. Vista superior de la PTAR “La Milagrosa”. 10°51'22.34"N 74°45'53.88"O.</i>	64
<i>Fotografía 8. Vertimientos irregulares de aguas residuales domésticas al arroyo El Sapo (punto 9).</i>	70
<i>Fotografía 9. Vertimientos de aguas residuales domésticas a la ciénaga a través de canal superficial. Caño Los Pescadores (Punto 20)</i>	70

4. FASE II: DIAGNÓSTICO

4.1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH- es un instrumento de planificación que permite a la Autoridad Ambiental competente, fijar la destinación y uso de los cuerpos de agua continentales superficiales y marinos, establece las normas, las condiciones y el programa de seguimiento para alcanzar y mantener los usos potenciales, además de conservar los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies, en un horizonte mínimo de 10 años (MADS, 2018).

En el Plan de Acción Institucional –PAI 2020-2023: Atlántico Sostenible y Resiliente, La CRA, plantea la armonización de su misión con otros instrumentos de planificación, enfocando las acciones en 5 dimensiones o líneas estratégicas, para este caso “Sostenibilidad del Recurso Hídrico”, que busca garantizar la conservación, gestión del riesgo y desarrollo económico y social de la oferta hídrica del departamento del Atlántico. Bajo esta línea estratégica, se determinó como meta el PORH de la ciénaga de Malambo, en la acción estratégica 1.1.1.11, que hace parte del Programa de Administración y Gestión del Recurso Hídrico para la Protección de los Ecosistemas (CRA, 2020).

Atendiendo lo contenido en el PAI, mediante Resolución 0000499 de 2022 la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, declara en ordenamiento el recurso hídrico de la ciénaga de Malambo en el departamento del Atlántico. Establece esta Resolución en el artículo segundo, el desarrollo de las fases del proceso: 1. Declaratoria, 2. Diagnóstico, 3. Prospectiva y 4. Formulación.

El presente documento, contiene la información de la segunda fase correspondiente con el diagnóstico, donde se busca establecer la situación ambiental de la ciénaga de Malambo, teniendo en cuenta los aspectos socio-económicos y físico-bióticos, con el fin de identificar los conflictos y restricciones del mismo. Esta fase se basa en la recopilación y análisis de información histórica y de las condiciones actuales del cuerpo de agua.

4.2. ÁREA OBJETO DEL ORDENAMIENTO

4.2.1. Localización y codificación de la cuenca y sus tributarios.

La zona de estudio para la formulación del presente PORH, corresponde a la ciénaga Grande o ciénaga de Malambo ubicada en la subcuenca del río Magdalena que abarca los humedales de la franja nororiental del Departamento del Atlántico, receptores de las descargas de aguas residuales industriales y domésticas provenientes de los cascos urbanos de los municipios de Soledad, Malambo, Sabanagrande, Santo Tomás, Palmar de Varela, Baranoa y Polonuevo, cuya codificación asociada al área hidrográfica es la que se encuentra en la Tabla 1.

La ciénaga de Malambo junto con la ciénaga de El Convento, son los vasos receptores y área de amortiguamiento del río Magdalena en la subcuenca del arroyo San Blas 2904-3 (CRA, 2011).

Tabla 1. Localización y codificación de la subcuenca del arroyo San Blas.

Subzona hidrográfica	Cuenca	Código	Nombre subcuenca	Código	Área (Ha)	Perímetro (km)
Complejo de humedales de la vertiente occidental del Río Magdalena	Río Magdalena	2904	Arroyo San Blas	2904-3	5.535,7	42.76,8

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La ciénaga Grande de Malambo, junto con las ciénagas de La Bahía (Mesolandia) y El Convento hace parte del complejo lagunar de Malambo, ubicadas en la zona hiporreica del río Magdalena, siendo este su principal afluente. Este complejo se encuentra conformado por terrenos anegadizos, canales y caños, cuya dinámica está sujeta a las variaciones pluviométricas locales y a la influencia del río. La ciénaga Grande de Malambo, se localiza al Este del municipio de Malambo, y cuenta con un área máxima de 215 hectáreas y una profundidad promedio en época de aguas bajas de 1.1 m y en época de aguas altas de 2.2 m aproximadamente. Se comunica al sur con la ciénaga El Convento a través del caño Tortuga, y al norte con la ciénaga La Bahía (Mesolandia) a través del caño Hondo. Los principales arroyos que vierten sus aguas en época de lluvias son el Caracolí, El Sapo y San Blas. Estos arroyos reciben vertimientos y basuras que arrastran hasta la ciénaga, sumándose a los vertimientos de aguas residuales domésticas crudas que disminuyen el potencial de uso del recurso, que además se ve afectado por las interferencias en la dinámica de intercambio debido a la construcción de terraplenes sobre los canales de acceso (CRA, 2012).

A continuación, se presenta la localización general del área de estudio Cuenca, río Magdalena, y el complejo de Ciénagas de acuerdo con la cartografía IGAC.

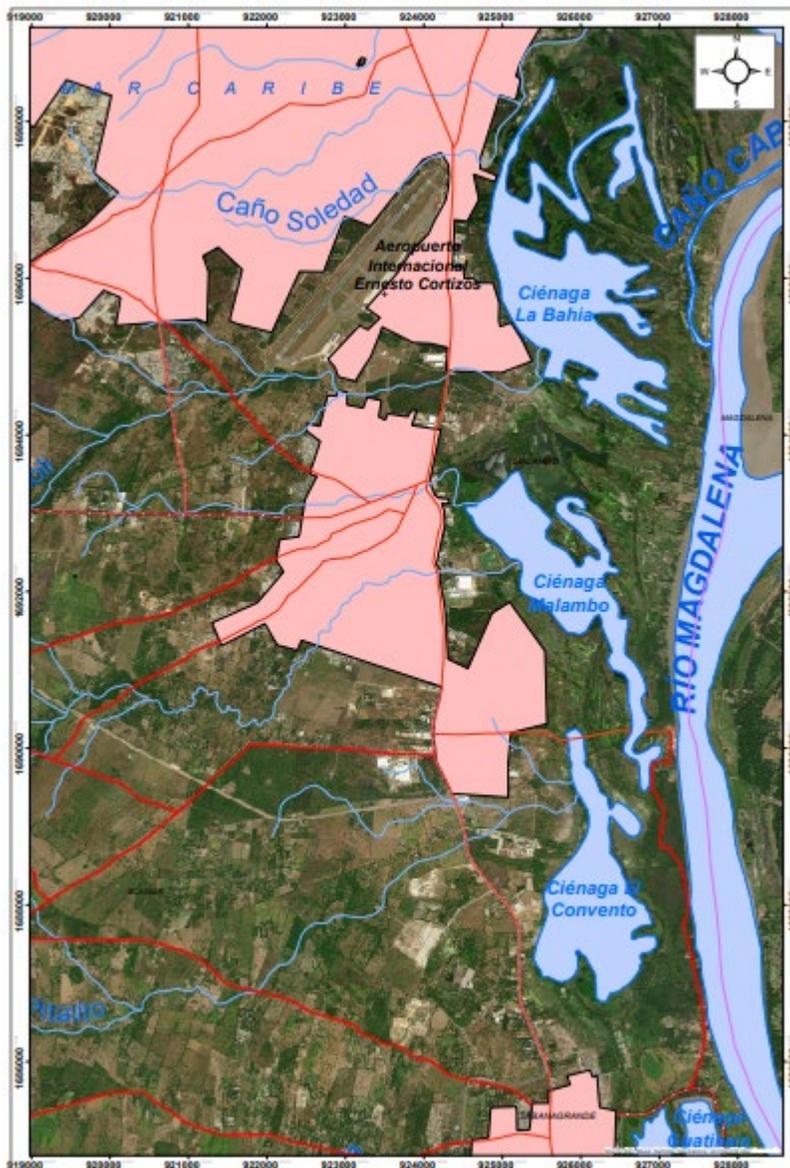


Figura 1. Localización general de la cuenca del río Magdalena y el complejo de Ciénagas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En el sector próximo a la ciénaga de Malambo existe un dique perimetral en tierra, el cual ha sido construido progresivamente por habitantes que se encuentran asentados en la zona denominada Caimital, los cuales aprovechan dichas tierras en sus actividades económicas, que corresponden a la siembra de cultivos y actividades pecuarias tales como la ganadería y la cría de cerdos y la pesca. Debido a que algunos tramos del dique presentan bajas alturas que son superadas frecuentemente durante el periodo de aguas altas del río Magdalena en el sector, la comunidad allí asentada, es afectada por inundaciones. Estos diques han definido nuevos límites de las cubetas que conforman la ciénaga de Malambo y las ciénagas adyacentes.

Adicionalmente esta área es delimitada por el Dique Carreteable ubicado al norte a través del cual se accede a la bocatoma de la Urbanización Villa Olímpica. Al sur de la ciénaga se encuentra construido otro dique carreteable que conecta el Puerto de la Zona Industrial de Malambo (Puerto Pimsa) y adicionalmente sobre la margen izquierda del río (sector oriental de la ciénaga de Malambo) geomorfológicamente corresponde a un dique aluvial natural, razón por la cual se presenta una relativa estabilidad de la margen occidental del río Magdalena hacia el extremo sur de la Isla Cabica.

4.2.2. Información básica utilizada.

A continuación, se relaciona la información básica consultada y adquirida para la ejecución del estudio:

- Imágenes

Para la realización de los trabajos se seleccionaron las siguientes imágenes:

Tabla 2. Información de imágenes espaciales.

Plataforma-sensor	Fecha	Tipo de producto	Resolución espacial
PlanetScope	25/01/2018	Georreferenciada	3.5 metros
Worldview-2	24/01/2022		50 centímetros

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Imágenes Google Earth sector Puente Pumarejo - Sabanagrande

- Información pluviométrica

Se adquirió información pluviométrica, suministrada y contenida en la plataforma del IDEAM, de las estaciones de Las Flores y Aeropuerto Ernesto Cortissoz, cercanas a la zona de estudio, las cuales se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Información pluviométrica del IDEAM.

Estación	Localización	Parámetro	Registro disponible
Aeropuerto Ernesto Cortissoz	Malambo	Valores Totales Diarios de Precipitación	1990-2020

Fuente: IDL Ingeniería (2023)

- Información climática

De manera similar, se adquirieron los registros climatológicos y/o meteorológicos de las estaciones de Las Flores y Aeropuerto Ernesto Cortissoz del IDEAM (Tabla 4).

Tabla 4. Registros climatológicos del IDEAM.

Estación	Localización	Parámetro	Registro disponible
Aeropuerto Ernesto Cortissoz	Malambo	Valores Mínimos diarios de Temperatura	1990-2020
		Valores Máximos diarios de Temperatura	1990-2020
		Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa	2014-2020
		Valores Medios diarios de Brillo Solar	1990-2020
Las Flores	Barranquilla	Valores Totales diarios de Evaporación	1985-2015
		Valores Medios diarios de Brillo Solar	1990-2020
		Valores Medios Mensuales de Velocidad Del Viento	1985-2015

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Información geomorfológica

- Estudio geológico, geomorfológico, zonificación de la Resistencia de los materiales a la erosión y susceptibilidad a las inundaciones Entre los municipios de Sitionuevo (K0) y Zapayán (K133). Elaborado por German Vargas Cuervo. Geólogo, Msc, Phd. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de las Flores. Contrato OJD-2002-00013. CORMAGDALENA. UNIVERSIDAD DEL NORTE 2002.
- Proyecto río Magdalena – isla Cabica, modelación matemática para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la erosión lateral que amenaza la línea superficial del oleoducto. UNIVERSIDAD DEL NORTE 2012.
- Proyecto Delta del río Magdalena. Estudio geológico, geomorfológico, dinámica fluvial y alternativas de conexión al mar Caribe - Informe final. Contrato UN-OJ-2013-21085. CORMAGDALENA. UNIVERSIDAD DEL NORTE 2013.

- Información geológica

Estudio geológico, geomorfológico, zonificación de la Resistencia de los materiales a la erosión y susceptibilidad a las inundaciones Entre los municipios de Sitionuevo (K0) y Zapayán (K133). Elaborado por German Vargas Cuervo. Geólogo, Msc, Phd. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de las Flores. Contrato OJD-2002-00013. CORMAGDALENA. UNIVERSIDAD DEL NORTE 2002.

- Información complementaria

- CRA, 2007. Plan de ordenamiento y Manejo de la cuenca hidrográfica del Río Magdalena en el departamento del Atlántico. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. 102-190pp.
- Información actualizada contenida en estudios realizados por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores de Barranquilla CORMAGDALENA - Universidad del Norte.
- Documentos del estudio “AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DEL COMPLEJO DE HUMEDALES VERTIENTE OCCIDENTAL DEL RIO MAGDALENA, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, Y DETERMINACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DE LOS HUMEDALES DE SABANAGRANDE, SANTO TOMAS Y PALMAR DE VARELA”. Convenio de Asociación 01 de 2011.
- Información de Niveles - Caudales río Magdalena, Calamar (IDEAM), 1995-2021.
- Caracterización Hidráulica, sedimentológica y morfológica del río Magdalena y Canal del Dique. CORMAGDALENA – Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte 2002.

4.2.3. Hidrografía y Red Hidrográfica de la cuenca.

El río Magdalena es el eje central de la hidrografía de la zona y se conecta con la ciénaga de Malambo a través de diversos caños, que han sido taponados para el desarrollo de la actividad agrícola (Alcaldía de Malambo, 2013). La ciénaga, se comunica al sur con la ciénaga El Convento a través del caño Tortuga, y al norte con la ciénaga La Bahía (Mesolandia) a través del caño Hondo (Alcaldía de Malambo, 2013). Sobre la ciénaga ofrece influencia el arroyo San Blas, cuya cuenca tiene como tributarios los arroyos Mamón, Guacamayo, Tambor, Rufo, Cascarón y Cañandonga (Alcaldía de Malambo, 2013).

Para la determinación de la dirección de la masa de agua; se hace necesario verificar la calidad del insumo (DEM), en cuanto a la presencia de huecos (píxeles sin información); En caso de identificar huecos en la zona de trabajo, estos deben ser corregidos previamente; para dicho proceso utilice las herramientas de Fill de Hydrology del software Arcgis. Con el DEM corregido, fue posible identificar aquellos píxeles que no poseen valores de altura como por ejemplo los cuerpos de agua, para lo cual se realizó la operación de resta entre el DEM corregido y DEM inicial mediante álgebra de mapa (raster calculator), lo que nos arrojó como resultados la identificación de la cuneta de llenado del cuerpo de agua (Figura 2).

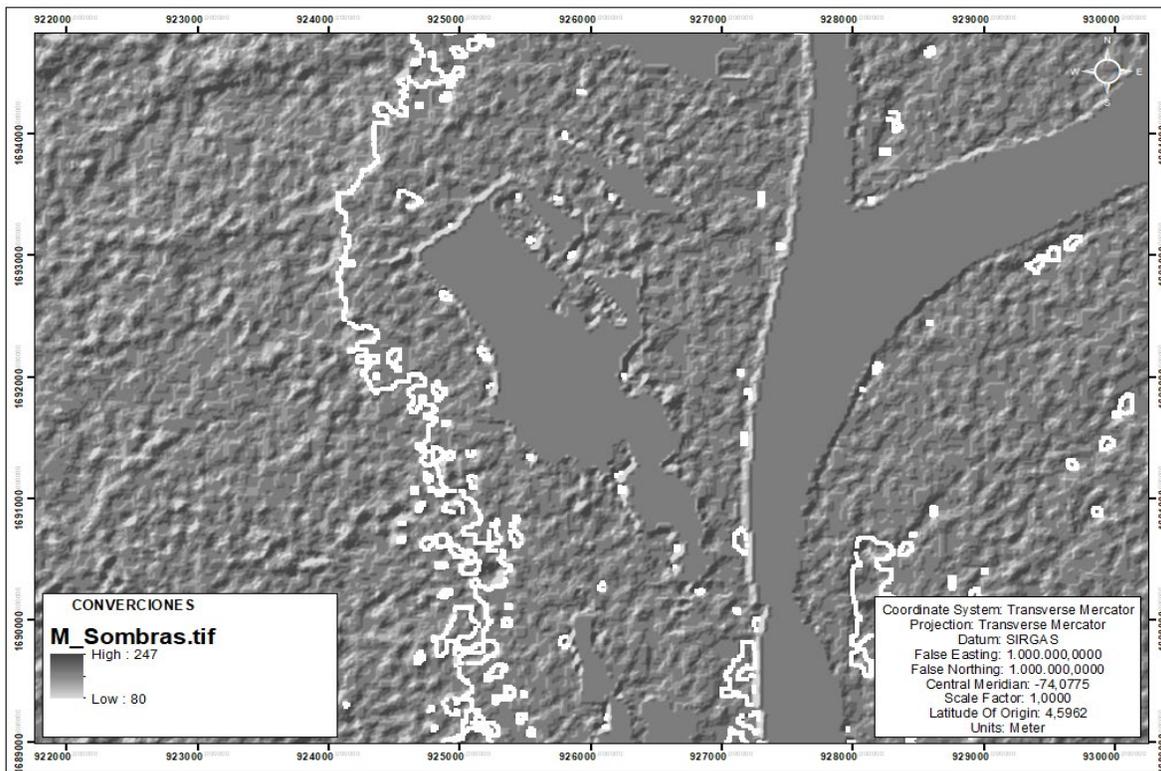


Figura 2. Identificación de la cubeta de llenado para la ciénaga de Malambo, mediante el procesamiento digital, del Modelo digital de Terreno-DTM.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Cabe aclarar que, con el resultado anterior solo se identifica la cuneta de llenado y no la dirección de flujo de los drenajes contribuyentes y constituyentes de la hidrocuenca. Para la identificación de la dirección y acumulación de flujo (Figura 3 A y B) se utilizó la herramienta de Flow Direction, utilizando como insumo el DEM corregido. Seguidamente se determinó la acumulación de flujo a través de la herramienta Flow Accumulation.

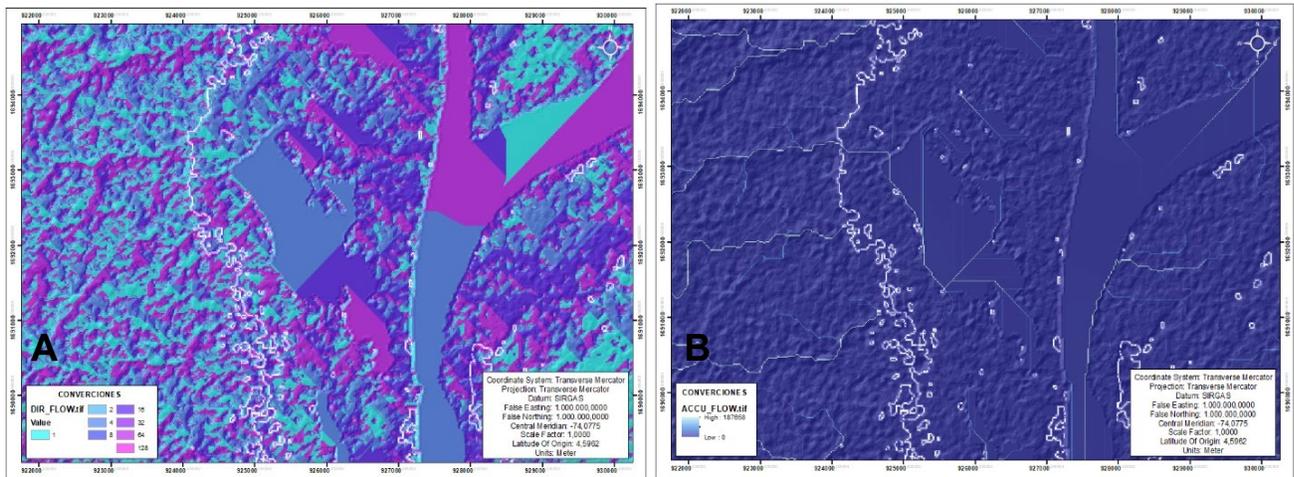


Figura 3. Identificación de la dirección y acumulación de flujo de la masa de agua para la microcuenca de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Una vez se logró identificar las zonas de acumulación de flujo en relación de la diferencia de pendiente, se procedió con la generación de la red hídrica de la microcuenca; para lo cual se utilizó un umbral mayor a 500 metros. Seguidamente se realizó la vectorización de dicha red hídrica, utilizando la herramienta stream to feature, con lo cual se obtuvo el mapa de red hídrica para la microcuenca y macrocuenca de la ciénaga paredes (Figura 4).

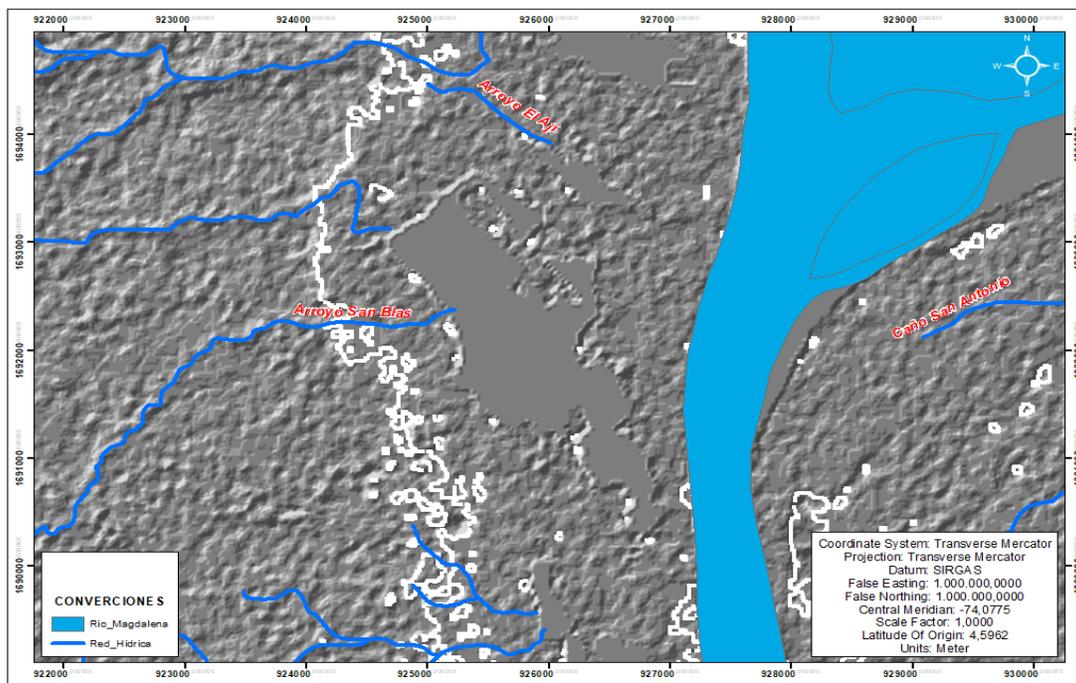


Figura 4. Identificación de la Red Hídrica de contribuyentes a la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.2.4. Caracterización Geomorfológica.

La elaboración del producto cartográfico de unidades geomorfológicas, se realizó mediante la metodología de fotointerpretación a través de captura de pantalla en visión estereoscópica de anáglifos (Figura 5). Los criterios técnicos para la definición de unidades y subunidades geomorfológicas, fueron adoptados de los estándares internacionales del Instituto Internacional para Levantamientos Aeroespaciales y Ciencias de la Tierra – ITC de Holanda, y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC. Como insumos para identificación y delineación de las diferentes unidades, se utilizaron los siguientes: modelo digital de terreno de ALOS Palsar con resolución espacial de 12.5 metros e imagen satelital PlanteScope con tamaño de píxel de 3 metros; con fecha del 18 de febrero de 2020. Como herramienta de procesamiento se utilizaron los módulos ArcScene, FLY y OrthoEngine de los softwares ArcGis, ENVI y Geomática-PCI respectivamente. El mapa de unidades geomorfológica generado, corresponde a una escala cartográfica 1:25.000.

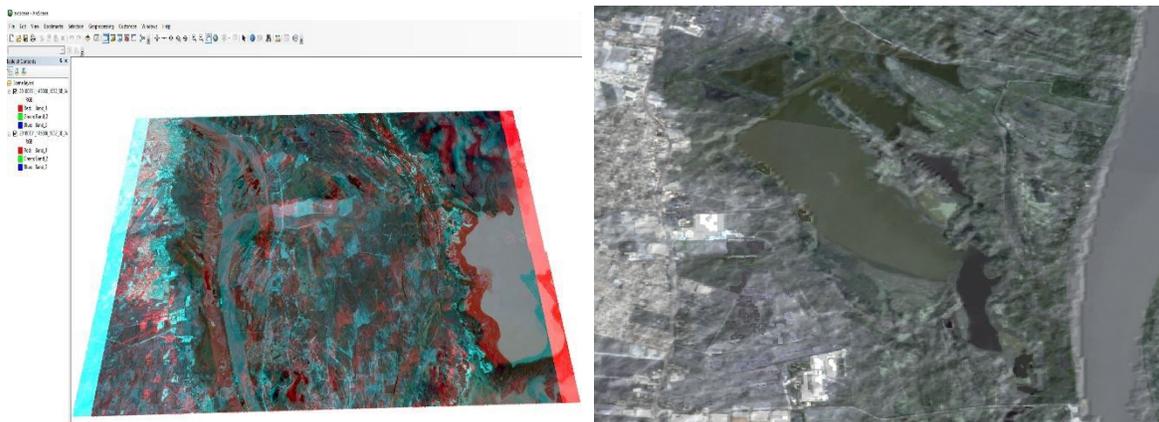


Figura 5. Visualización estereoscópica mediante la herramienta de ArcGis ArcScene; de la zona correspondiente de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los criterios técnicos implementados para la generación del mapa geomorfológico se muestran de manera general en la Figura 6, la cual esquematiza el flujo de trabajo. De acuerdo a los aspectos técnicos para la definición de cauce permanente, enmarcados en la guía de acotamiento de rondas hídrica. Los criterios técnicos definidos, fueron aplicados a partir del análisis multitemporal y geomorfológico, complementado con las observaciones obtenidas en la visita de campo; para dicha caracterización se parte desde el fundamento básico que el cauce permanente, corresponde a la franja de terreno sobre la cual se encuentra y distribuye un cuerpo de agua o fluye una corriente de agua con sus sedimentos en condiciones naturales, sobre una cuenca o subcuenca hidrográfica.

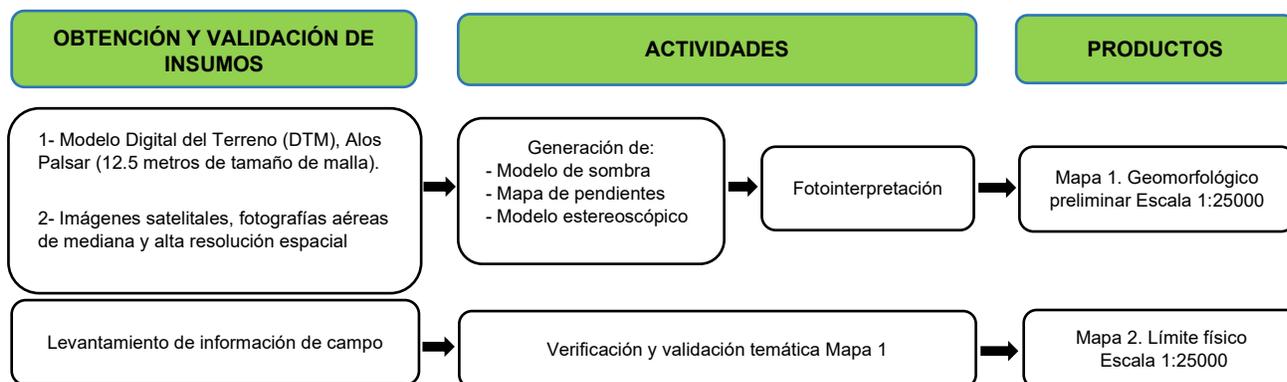


Figura 6. Esquema de trabajo utilizado para la generación del mapa de geoforma a escala 1:25000; para el área de localización de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Para la generación del producto geomorfológicos semi-detallados a escala 1:25000, se siguió el siguiente orden, el cual fue sujeto a cambios de acuerdo a los insumos disponibles y a las condiciones locales del terreno a fotointerpretar. En general, el método analítico aplicado fue el de interpretación estereoscópica de imágenes con la siguiente secuencia:

Tabla 5. Referencia para la clasificación del terreno en relación con los grados de inclinación.

Clase	Rango en porcentaje	Descripción
A	0-3	A nivel o casi nivel
B	3-7	Ligeramente inclinada o ligeramente ondulada
C	7-15	Moderadamente inclinada o moderadamente ondulada
D	15-25	Fuerte inclinada o fuertemente ondulada
E	25-50	Moderadamente empinada o quebrada
F	50-75	Empinada o muy quebrada
G	>75	Fuertemente empinada y escarpes subverticales a verticales

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los resultados obtenidos mediante el análisis geomorfológico para el área de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo, nos indica que generalmente la zona está conformada por tres ambientes geomorfológicos diferentes; en donde predomina el paisaje de planicie aluvial, conformada por seis (6) tipos de relieve como los planos de inundación, terrazas erosionadas de nivel superior y Vallecitos con características de depósitos aluviales limoarcillosos (Tabla 6). En la zona de influencia de la ciénaga de Malambo, se exhibe un terreno relativamente plano, con algunas diferencias de nivel, especialmente para el sector occidental de la ciénaga donde se puede apreciar un paisaje de planicie, el cual es el resultado de los procesos tectónicos; en donde se encuentra asentada gran parte de la ciudad de Barranquilla y los municipios aledaños. Los procesos superficiales y las geoformas resultantes están controlados por la erosión de las moderada vertientes y el depósito de material sedimentario del pulso de inundación del río Magdalena. Adicionalmente, esta zona tiene condiciones climáticas seca que le confiere

características adicionales muy particulares, tales como una moderada a baja tasa de meteorización química y la ocurrencia de eventos climáticos extremos muy concentrados en el tiempo (como lluvias) que impactan y transforman abruptamente el paisaje”.

Tabla 6. Unidades y subunidades geomorfológicas identificadas para la zona de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo.

UCS	UCS_F	Paisaje	Tipo de relieve	Litología	Área (hectáreas)
CA	CA	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	3472,1
RWA	RWAa	Planicie aluvial	Plano de inundación	Depósitos aluviales actuales (grava arena, limo y arcilla)	819,2
RWB	RWBa				2286,2
RWC	RWCa				173,8
RWH	RWHa		Terrazas erosionales nivel superior	Depósitos aluviales y coluvioaluviales limoarcilloso	49,7
RWK	RWKa				1462,6
RWL	RWLc		Vallecitos	Depósitos aluviales limoarcillosos	199,3
RW W	RWWa	Planicie eólica	Campo de arenas	Depósitos eólicos antiguos arenas cuarcíticas	4056,8
RW W	RWWc				319,9
ZU	ZU	Zona urbana	Zona urbana	Zona urbana	3406,8

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto a la geoforma de plano de inundación, se encontró que se distribuye en sentido nortesur desde la desembocadura del Río Magdalena en Boca de cenizas, hasta el punto de corte en el municipio de pueblo viejo-Magdalena; dichas geoformas presentan característica cóncava con distribución paralela hacia el margen izquierdo al cauce del río Magdalena (Figura 7). Lo anterior, evidencia en gran parte que estos sectores han sido originados por el depósito aluvial de sedimentos arrastrados por la acción de las corrientes del río Magdalena y de sus contribuyentes, generando la erosión y degradación de aquellas zonas de baja inclinación en donde predominan los depósitos sedimentarios longitudinales con algunos aportes laterales de los tributarios de la zona; estos sectores se caracterizan por la acumulación de cantos heterométricos, subangulares y subredondeados, en varios niveles, de forma alargada y de poca extensión casi siempre paralelos a los cauces meándricos, correspondientes a las geoformas de los valles y de planicies inundables.

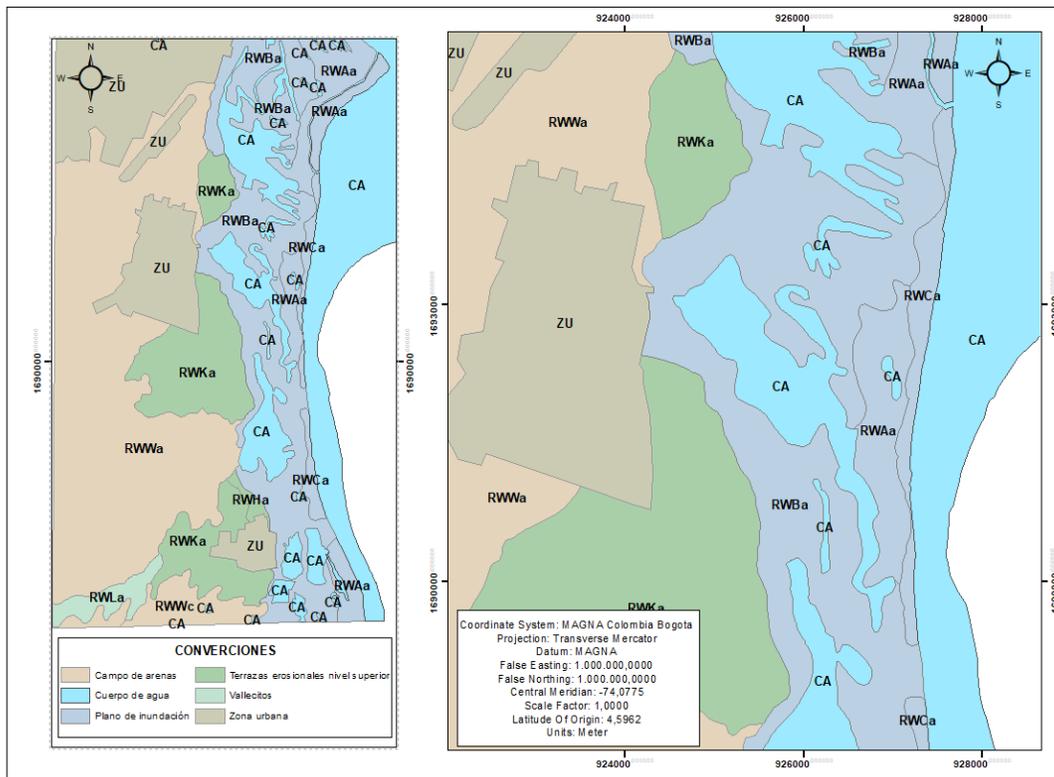


Figura 7. Mapa de unidades geomorfológicas identificadas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En relación con el ambiente estructural geomorfológico identificado, se encontró una distribución hacia el sector sur-occidente de la ciénaga en las inmediaciones de los arroyos San Blas y el denominado arroyo El Sapo; donde es posible identificar geofomas con características limo-arcillosas con bajo grado de alteración, de pendientes ligeramente planas y formaciones de terrazas, en donde, por la dureza de la roca (formación), es posible identificar que esta no ha sido afectada significativamente por las condiciones climáticas de la zona, que pueden causar la meteorización de las rocas; no obstante en este tipo de unidad geomorfológica pueden presentarse procesos de erosión y denudación.

Cabe resaltar que el área de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo se encuentra ubicada en la planicie o llanura de inundación, del valle de magdalena bajo; en donde es frecuente encontrar un relieve plano, con topografía suave conocidas como paisaje de planicie y ladera en alturas menores a 100 m.s.n.m. con formas geomorfológicas que conforman un relieve de terrazas, planicies y valles, con algunas cuestas y crestas de origen estructural.

El perfil geomorfológico obtenido para la ciénaga de Malambo (Figura 8), presenta variaciones menos abruptas espacialmente en su inclinación; lo que permite identificar claramente aquellas zonas de cubeta inundable (cubeta de llenado o de borde) a lo largo de la planicie aluvial de tipo

lacustre, las cuales han sido originados por la acción de los depósitos de sedimentos arrastrados por la acción de las corrientes de sus contribuyentes, generando la erosión y degradación de aquellas zonas de baja inclinación en donde predominan los depósitos sedimentarios longitudinales con algunos aportes laterales; estos sectores se caracterizan por la acumulación de cantos heterométricos y subangulares.

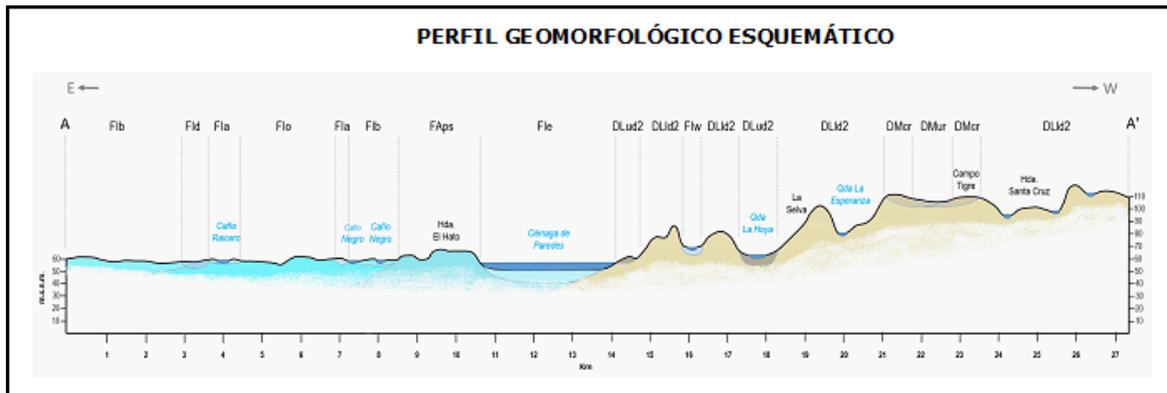


Figura 8. Perfil geomorfológico identificado para la zona de la macrocuenca de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.2.5. Cobertura y usos de la tierra.

Se realizó mediante el método de digitalización en pantalla a través de interpretación visual, siguiendo las pautas metodológicas de Corine Land Cover adaptada para Colombia. Dado a que las combinaciones de banda facilitan o dificultan la identificación de dichas coberturas; se optó por trabajar con la combinación Red: Band 4, Green: Band 2 y Blue: Band 1; utilizando como insumo imágenes PlanetScope con resolución espacial de 3.5 metros; del año 2018. Las combinaciones de banda se realizaron con la finalidad de obtener un realce visual de la cobertura, ya que facilita la separabilidad al momento de la digitalización.

La digitalización de las coberturas desarrollada a través de la interpretación se verifica en campo, para lo cual se seleccionarán aquellas zonas donde la cobertura identificada no superó el umbral de confianza (90%). En campo se utilizaron descriptores como: estructura, distribución, altura, y forma; con la información recolectada en campo, se realiza el ajuste temático a las capas interpretadas en la primera etapa.

En la etapa de control de calidad, las coberturas generadas se someterán a procesos de revisión, validación y corrección continua de tipo sistemático por parte del experto en fotointerpretación. La metodología desarrollada para el proceso de control de calidad temática comprende dos procedimientos que se aplican para la revisión y corrección de las planchas interpretadas. El primer procedimiento comprende la revisión del área interpretada en formato análogo a partir de la observación de la imagen respectiva, dispuesta en formato impreso, con apoyo de las fotografías aéreas más recientes. El segundo procedimiento consiste en identificar los errores de

omisión y comisión por parte del intérprete, el trazado de los polígonos y la correspondencia temática entre el mapa de cobertura y la verdad de campo.

Para complementar el componente ecosistémico y validar la información desarrollada en la fase de oficina (mapa ecosistémico, mapa de coberturas, mapa zonas de vida de Holdridge) se implementarán diferentes metodologías dependiendo del componente a evaluar. Se priorizaron los sectores para hacer el levantamiento de la diferente información (muestras de suelo, descriptores de vegetación, descriptores ecosistémicos).

La caracterización de coberturas de la tierra mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales, basado en los criterios técnicos de Corine Land Cover; nos muestra que el paisaje de la microcuenca para la ciénaga de Malambo está conformado por un total de 18 coberturas, con un área total de 899.7 hectáreas. En el caso específico de la estructura del paisaje, encontramos que la cobertura 512 que corresponde a Lagunas, lagos y ciénagas naturales predomina en el área con una densidad de 228.0 hectáreas, lo que equivale a un 25.3%. Seguidamente, encontramos la cobertura de 233 (Pastos enmalezados) con un área de 206.6 hectáreas (22.9%); y la cobertura 411 (zonas pantanosas) con un área de 185,6 hectáreas; lo que evidencia que las zonas adyacentes a la ciénaga Malambo se encuentran sometidas a procesos agrícolas y artificialización del territorio (Tabla 7).

Tabla 7. Coberturas de la tierra identificadas en el área de la microcuenca de la ciénaga Malambo, según metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.

Agrupación de coberturas	Código Cobertura	Cobertura	Área (hectáreas)
Territorios Artificializados	111	Tejido urbano continuo	0,8
	112	Tejido urbano discontinuo	0,9
	121	Zonas industriales	0,7
	122	Vías	5,5
Territorios Agrícolas	222	Cultivos permanentes arbustivos	4,7
	231	Pastos limpios	52,7
	233	Pastos enmalezados	206,6
Bosques y áreas seminaturales	313	Bosque fragmentado	0,8
	3142	Bosque de galería y ripario bajo	51,0
	3222	Arbustal abierto	23,2
	31222	Bosque abierto bajo inundable	61,0
	32212	Arbustal denso bajo	13,0
Áreas Húmedas	411	Zonas Pantanosas	185,6
	413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	46,8
Superficies de agua	512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	228,0
	513	Canales	13,1
	5142	Lagunas de oxidación	4,7

Agrupación de coberturas	Código Cobertura	Cobertura	Área (hectáreas)
	5143	Estanques de acuicultura continental	0,5

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto, a las coberturas pertenecientes a la clase de Bosques y áreas semi-naturales; encontramos algunas zonas con algunos parches de Bosque abierto bajo inundable (31222) y Bosque de galería y ripario bajo (3142), con áreas de 61.0 y 51.0 hectáreas respectivamente. No obstante, se identificaron un total de 0.8 hectáreas de bosque fragmentado con presencia de vegetación secundaria; lo que se debe en gran parte a las actividades agrícolas con cultivos permanentes arbustivos, lo que trae como consecuencia la fragmentación del ecosistema y la modificación de su estructura floral (Figura 9).

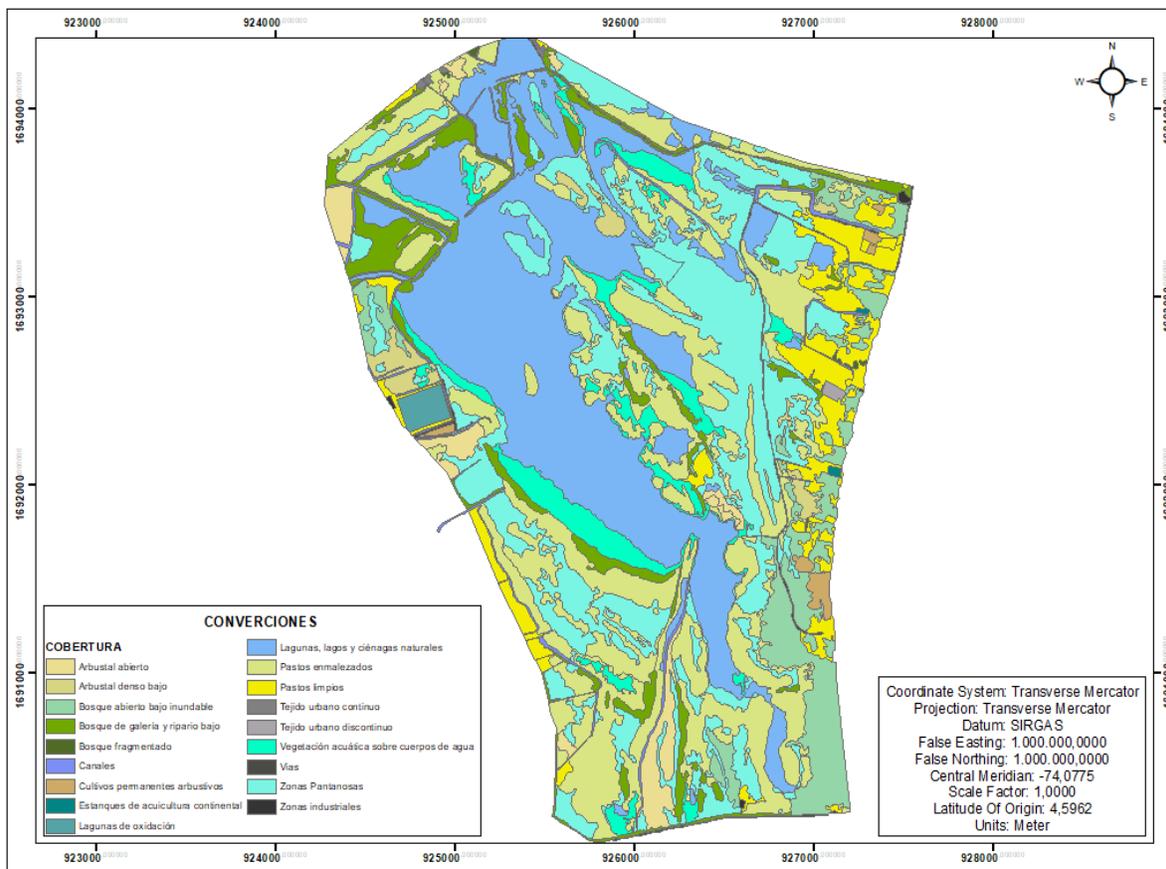


Figura 9. Mapa de Coberturas de la tierra identificadas en el área de la microcuenca de la ciénaga Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.2.6. Zonificación ambiental.

La subzona de humedales de la vertiente occidental del río Magdalena fue declarada en ordenación por la CRA mediante acuerdo No 001 del 27 de noviembre de 2009. En el POMCA

se establecieron diferentes categorías de ordenación de la zonificación ambiental, partiendo del cruce de información temática según la metodología incluida en la Guía Técnica elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dando como resultado dos categorías principales: Conservación y Protección ambiental, y Uso Múltiple, con la siguiente distribución en las diferentes zonas y subzonas de uso¹ (Tabla 8):

Tabla 8. Categorías de ordenación, zonas y subzonas de uso de manejo de cuenca.

Categorías	Zonas de uso y manejo	Subzonas de uso y manejo	Área (Ha)	%
CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	Áreas de protección	Áreas complementarias para la conservación	11.535,46	10,01
		Áreas de importancia ambiental	4.263,69	3,70
		Áreas de amenazas naturales	752,42	0,65
	Áreas de restauración	Áreas de restauración ecológica	22,94	0,02
USO MÚLTIPLE	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	Áreas agrícolas	60.597,34	52,58
		Áreas agrosilvopastoriles	27.050,14	23,47
	Áreas urbanas	Áreas urbanas, municipales y distritales	11.029,09	9,57
TOTAL			115.251,08	100,00

Fuente: POMCA (2011).

Las áreas de conservación y protección ambiental, incluye las zonas de uso y manejo definidas como ecosistemas estratégicos como los humedales, ecosistemas de bosque seco ubicados en las riberas de los arroyos de la cuenca, áreas de susceptibilidad alta ante la ocurrencia de fenómenos de inundación, áreas intervenidas como las localizadas en las riberas de los arroyos de las microcuencas, que aunque intervenidas, deben ser preservadas para la protección de los recursos naturales y finalmente, aunque de manera tangencial, el sitio RAMSAR sistema estuarino de la Ciénaga Grande de Santa Marta y los suelos definidos como protección de los planes de ordenamiento territorial (POT) (Figura 10).

Las áreas de uso múltiple, son aquellas donde se realizará la producción sostenible, y se definen de acuerdo con la capacidad de uso de la tierra y de la aplicación de indicadores planteados en los subcomponentes físico, biótico, socioeconómico y las leyes, decretos y normatividad vigente

¹Op. Cit. CRA.2011. p 93.

en el país. En esta categoría entran zonas para restauración, para la producción agrícola, ganadera, y de usos sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas.²

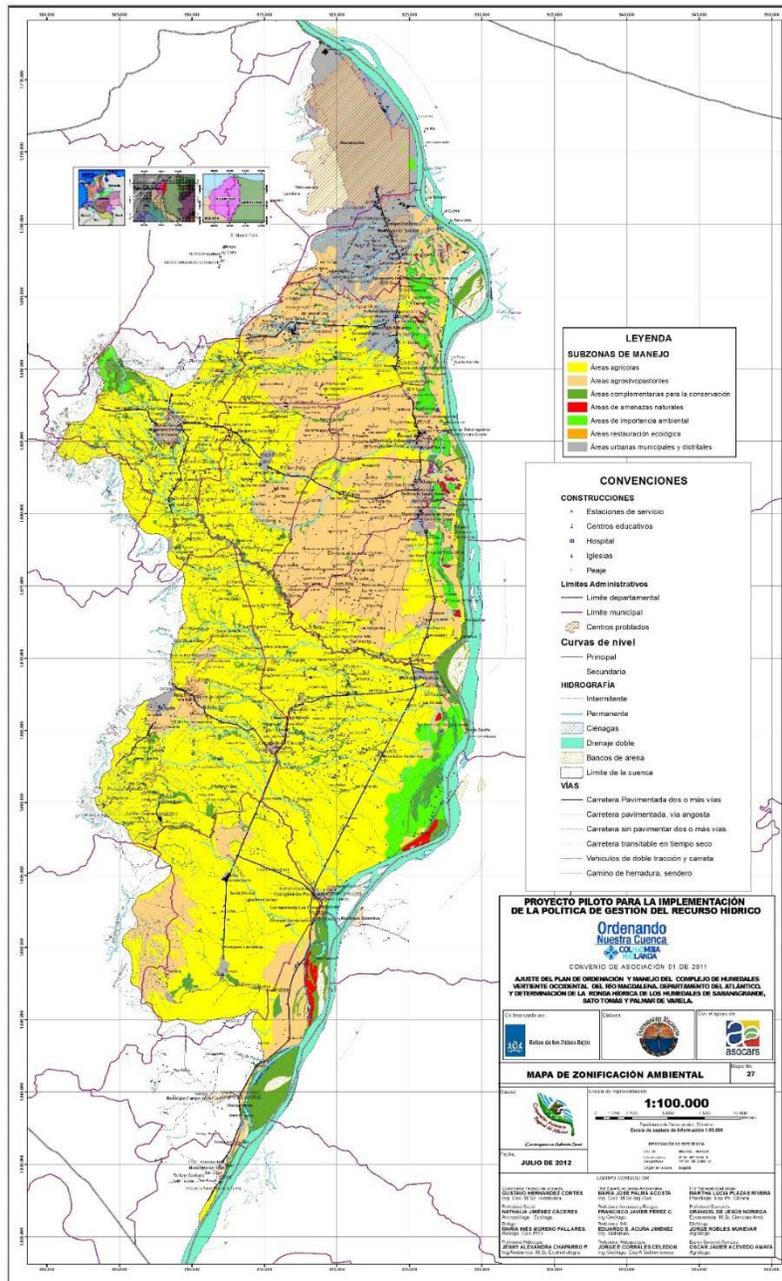


Figura 10. Zonificación ambiental de los humedales de la vertiente occidental del río Magdalena e el departamento del Atlántico.

Fuente: POMCA (2011).

² Ibid. P 94.

4.2.7. Redes de calidad del agua.

Aunque en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA no hay un plan de monitoreo del recurso hídrico establecido, desde el año 2009 se están realizando caracterizaciones de calidad físico-química, microbiológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua superficiales del departamento, que incluye a la ciénaga de Malambo, además, se han realizado caracterizaciones a puntos de vertimiento de empresas y estructuras hidráulicas que incluyen la ciénaga de Malambo. En el Anexo 1 se muestran los puntos monitoreados cada año y en el Anexo 2 se presentan las variables monitoreadas en cada uno de ellos y el laboratorio responsable.

La Figura 11, muestra la distribución de la red de monitoreo; hasta el 2021, la red estaba constituida por dos puntos, P1 y P2, como se muestra en la figura, que corresponden a la zona de mezcla de los principales tributarios. No obstante, esta red se amplía para este estudio a seis puntos, con el objetivo de tener mejor información de la distribución de la calidad del agua en la ciénaga, teniendo en cuenta aspectos como la forma, las estructuras de conexión con las ciénagas de Mesolandia y Convento, y otros aspectos que proveen de heterogeneidad al sistema.

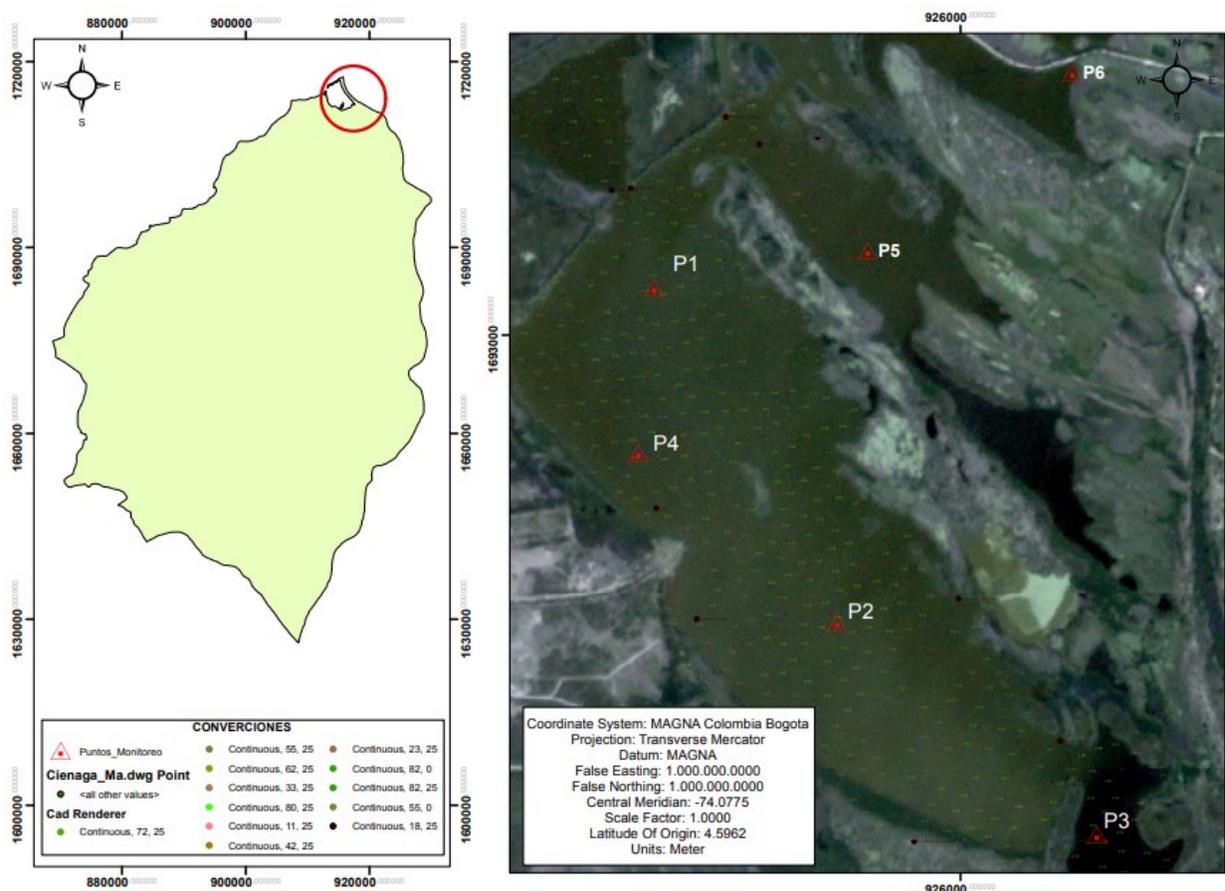


Figura 11. Red de monitoreo de calidad del agua en la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.2.8. Redes hidrometeorológicas.

De la red de estaciones operadas por el IDEAM en la zona de la ciénaga de Malambo, mediante los polígonos de Thiessen se seleccionó como la estación más cercana a las subcuencas y sistemas cenagoso, la estación meteorológica instalada en el aeropuerto Ernesto Cortissoz del IDEAM, que incluyen registros desde el periodo 1985 hasta 2015. Así mismo, se complementa algunas variables con la estación de Las Flores sobre la margen Izquierda del Rio Magdalena en proximidad de la ciudad de Barranquilla.

En la siguiente Tabla, se presentan la estación evaluada que es operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, localizadas a partir de coordenadas geográficas; Adicionalmente, se puntualiza el Tipo de estación, Código de estación del IDEAM y la altitud en m.s.n.m.

Tabla 9. Estación IDEAM seleccionadas para el área de estudio.

Nombre estación [código]	Tipo de estación	Código de Estación	Ubicación [Región]	Fuente	Coordenadas		Alt. [msnm]
					Latitud N	Longitud E	
Aeropuerto E.C.	Climatológica	29045020	Malambo	IDEAM	10° 53' 01"	-74° 45' 54"	7

Fuente: IDEAM.

En la selección de la estación para el análisis de lluvias, se tuvo en cuenta dos criterios:

- Distancia y área de influencia al sitio de interés.
- Homogeneidad espacial del comportamiento de las lluvias.

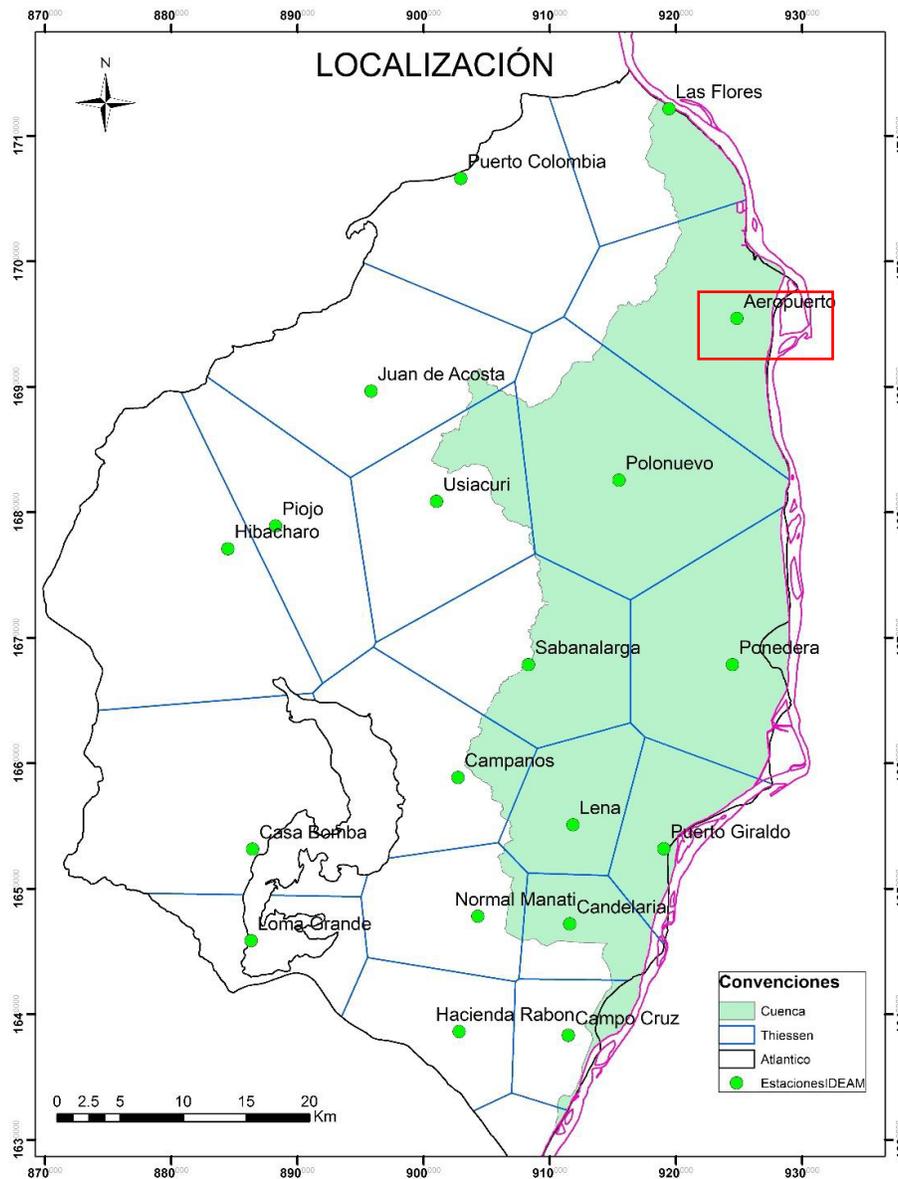


Figura 12. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.

Fuente: IDEAM.

4.3. IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN

La planificación del recurso hídrico se refiere a las actividades relacionadas con el manejo adecuado del agua, teniendo en cuenta conocimientos científicos y técnicos, para proyectar acciones a corto, mediano y largo plazo para su uso sostenible. Tales acciones, quedan consagradas en los diferentes tipos de instrumentos de planificación del territorio, de los recursos

naturales y del recurso hídrico, cuya normatividad se encuentra sumida en el Decreto Único reglamentario 1076 de 2015, título 3, capítulo 1, sección 1 del artículo 2.2.3.1.1.1 al 2.2.3.1.13.1, que reglamenta lo relacionado con el sector ambiente, pero que proviene de otras normas como³:

- Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables o Decreto 2811 de 1974
- Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1729 de 2002. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1604 de 2002. Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993
- Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.

Los instrumentos de planificación son diversos en el país, así como las instituciones que intervienen, desde el nivel nacional como el IDEAM y el PNGIRH (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico), hasta el nivel regional con los planes operativos de las CAR's, que administran el medio ambiente y recursos en su jurisdicción con el uso de instrumentos y planes operativos articulados al Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA)⁴, siendo esta una instancia consultiva de alto nivel jerárquico para el manejo, aprovechamiento y conservación de la cuenca y sus recursos. Articulados al POMCA, se encuentran otros instrumentos de base técnica que contienen información relevante para la construcción del PORH, que, de acuerdo con la Guía Técnica, debe ser consultada, organizada y clasificada.

A continuación, se hace una relación clasificada de la información técnica obtenida, según los instrumentos de planificación disponibles:

Tabla 10. Relación de información técnica consultada.

Instrumento de planificación	Información técnica disponible
Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca -POMCA	<p>En 2011 se declara en ordenación los humedales de la vertiente occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico, a la que pertenece la ciénaga de Malambo. En la actualización de este POMCA se registra la siguiente información relevante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Parámetros de forma, de relieve y de la red de drenaje de las microcuencas, incluida la del arroyo San Blas que es el principal

³ [https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-del-recurso-hidrico/#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20se%20cuenta,Ambiental%20de%20microcuencas%20\(PMAM\).](https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-del-recurso-hidrico/#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20se%20cuenta,Ambiental%20de%20microcuencas%20(PMAM).)

⁴ <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/Water-sanitation/SEI-USAID-DB-2014-Instrumentos-planificacion-gestion-agua-Colombia.pdf>

Instrumento de planificación	Información técnica disponible
	<p>arroyo tributario de la ciénaga de Malambo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspectos climatológicos y zonificación climática ▪ Hidrología y redes de monitoreo ▪ Oferta hídrica superficial para la UHA arroyo San Blas. ▪ Demanda y balance hídrico para la UHA arroyo San Blas ▪ Índice de uso del agua e índice de vulnerabilidad hídrica ▪ Geología y mapa geológico de la cuenca ▪ Evaluación de acuíferos ▪ Suelos y capacidad de uso ▪ Erodabilidad del suelo y mapa de erosiones <p>A pesar que la información en los aspectos mencionados fue generada entre 2011 y 2014, es de valiosa importancia, como antecedentes, debido a que son aspectos que poco pueden cambiar con el tiempo. Otra información, como la calidad del agua, registros de usuarios, permisos de uso (captación y vertimiento), caracterización de vertimientos e inclusive la identificación de conflictos, será tomada de otros informes técnicos e instrumentos más recientes, debido a que los cambios en estos aspectos, ocurren de manera más rápida y significativa en la dimensión espacio-temporal.</p>
<p>Programa de Monitoreo del Recurso Hídrico</p>	<p>No existe en la corporación (CRA) un plan de monitoreo del recurso hídrico como tal, sin embargo, en desde el año 2009 se viene realizando la caracterización físico-química, microbiológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua superficiales del departamento, que incluye a la ciénaga de Malambo con registros para los años 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2020 y 2021.</p> <p>También se han hecho caracterizaciones a los vertimientos de usuarios en la jurisdicción, con información relevante para los períodos 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016 y 2019. El Plan de Acción Institucional (PAI 2020-2023) contempla en la línea estratégica 1.2.2.2 un monitoreo anual de la calidad fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica a las aguas continentales, que incluye la ciénaga de Malambo. Así mismo, plantea en la estrategia 1.2.3.1 realizar control, seguimiento y evaluación de los vertimientos, que permita conocer el estado de los cuerpos de agua receptores.</p>
<p>Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH</p>	<p>En cumplimiento del PNGIRH, se ha venido conceptualizando el SIRH, con una serie de módulos para la gestión de información de fuentes hídricas en la jurisdicción de la CRA, donde se puede encontrar: el registro de usuarios del recurso hídrico (RURH) y las mediciones de calidad realizadas en los monitoreos.</p>

Instrumento de planificación	Información técnica disponible
Registro de Usuarios del Recurso Hídrico - RURH	En EL RURH, se puede encontrar la información básica de los usuarios por captación o vertimientos, el predio beneficiado de la concesión o donde se realiza la descarga con las respectivas coordenadas, la resolución, número de expediente, la información de la captación, el vertimiento y el tipo de uso. Esta información es de utilidad para el inventario actual de usuarios y el análisis de usos. Se registran para el Municipio de Malambo 32 usuarios por vertimientos de los cuales 3 lo hacen a la ciénaga de Malambo y el arroyo San Blas y 53 por captaciones asociadas al río Magdalena, ciénaga de Mesolandia y aguas subterráneas.
Objetivos de Calidad	Se encuentra vigente la resolución 0000449 de 2021 por la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua del departamento del Atlántico a corto, mediano y largo plazo. En este documento se definen los usos potenciales, y los criterios de calidad a los cuales le apostará la CRA a corto, mediano y largo plazo. Para el complejo de humedales y ciénagas del sistema Río Magdalena se determinó
Planes de saneamiento y manejo de vertimientos - PSMV	Mediante resolución (1433 del 27 Dic/2004) El Ministerio de MAVDT reglamentó el art 12 del decreto 3100 de 2003 sobre PSMV en el que se establece que los usuarios prestadores del servicio público de alcantarillado que están sujetos al pago de la tasa retributiva, deberán presentar ante la Autoridad Ambiental competente su Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, a partir del establecimiento de los Objetivos de Calidad de la Cuenca correspondiente ⁵ . A la fecha la empresa encargada del alcantarillado del municipio es Aguas de Malambo S.A.E.S.P. sin embargo, no cuenta con un PSMV aprobado y ha sido requerido por la CRA sin haberse acogido aún al pronunciamiento de la Corporación. Existen en los expedientes los tomos de diagnóstico, con información de puntos de vertimientos y caracterizaciones hasta el año 2015.
Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA	En Colombia los administradores del Recurso Hídrico, Grandes Usuarios, Acueductos Municipales, Acueductos Veredales, hasta pequeños usuarios, están obligados a presentar un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua mediante la norma 373 de 1997, con el fin de generar actividades que permitan el cuidado y la protección del recurso hídrico ⁶ . Dentro de los PUEAA más importantes se destaca el de la empresa Aguas

⁵ <https://www.car.gov.co/vercontenido/157>

⁶ <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15148/2019ElsaAlfaro2.pdf>

Instrumento de planificación	Información técnica disponible
	<p>de Malambo S.A. E.S.P., sin embargo, la captación se hace desde el río Magdalena y las proyecciones de demanda del recurso se asocian a este cuerpo de agua. Se rescata de este documento, el análisis sobre las problemáticas asociadas a la ciénaga Grande o de Malambo por ser el vaso receptor de las aguas servidas. Del sector industrial se destaca el PUEAA de Parque Industrial de Malambo SA (PIMSA), presentado el 9 de mayo de 2013, pero al igual que Aguas de Malambo S.A.E.S.P. tiene la bocatoma en el río Magdalena para surtir de agua a la población industrial y las aguas residuales son tratadas antes de ser conducidas al suelo.</p>

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.4. REVISIÓN Y ANÁLISIS DE QUEJAS

De acuerdo con la identificación previa y el análisis de la documentación radicada por la ciudadanía en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA, los registros escritos que dan cuenta de las quejas, reclamos, solicitudes de la comunidad y otras instituciones relacionadas con la dinámica y funcionamiento de la ciénaga de Malambo; se encontró una denuncia con traslado de competencia de la Gobernación del Atlántico, entidad donde fue radicado, a la Corporación con fecha del 28 de enero de 2021 y un correo electrónico haciendo una denuncia contra terceros con fecha del 15 de mayo de 2022. Durante el desarrollo del Taller II de “Socialización del diagnóstico del PORH”, el día 30 de enero de 2023 se complementa y se abre el espacio de participación para registrar los formatos PQRs a todos aquellos interesados. Se reciben 7 formatos diligenciados, los cuales corresponden a 3 quejas, 1 solicitud, 3 denuncias y 2 peticiones.

Las quejas y denuncias están relacionadas con acciones antrópicas que atentan contra el recurso hídrico y su dinámica; tales como el depósito indiscriminado de rellenos, sustancias contaminantes, la construcción de terraplenes e infraestructuras como box culvert; sustentando igualmente las problemáticas presentadas por los actores relacionadas en el desarrollo del taller de diagnóstico.

La solicitud radicada está dirigida hacia el requerimiento de maquinaria para la limpieza de material vegetal (enea, taruya) en el cuerpo de agua, el cual está generando taponamientos. Además, en esta misma se solicita la negación de la concesión de licencia ambiental para el funcionamiento de la empresa Quintal S.A. por considerarse altamente contaminante teniendo en cuenta su actividad industrial.

De las nueve PQRs recibidas, dos de los denunciantes se manifiestan más de una vez respecto a la misma solicitud y como denunciados aparece la Corporación Autónoma Regional del

Atlántico, la Gobernación del Atlántico, el Hotel y Estación de servicio Dubaiin, la empresa Quintal, Aguas de Malambo y los hermanos Yáñez (Tabla 11).

Tabla 11. Relación de PQRs de los actores sociales relacionados con la ciénaga de Malambo.

Fecha	Clase de PQR	Denunciante	Denunciado	Hechos	Estado
28/01/2021	Derecho de petición	Javier Rudas Noguera	CRA	Obstrucción de entrada y salida de aguas del río Magdalena, a las 3 ciénagas: Convento, Malambo, Bahía por construcción de boxculver.	Atendida
			Gobernación	Sedimentación y taponamiento por taruya. Disposición de aguas servidas en los cuerpos de agua.	
				Afectación de flora y fauna, taponamiento de entradas y salidas hace más de 18 años, violación de derechos humanos y del medio ambiente conforme a la ley 93 y CN.	
11/05/2022	Denuncia	Yhoice Sánchez Chávez	Hotel Dubain	Obstrucción del paso hacia el humedal por parte de particulares quienes vienen rellenándolo con material. Contaminación por aceites y grasas por actividad de lavado de carros.	Pendiente
01/30/23	Queja	Bernardo Rossino	Sin información	Contaminación de los cuerpos de agua	Recibido
01/30/23	Denuncia	Sin información	Bomba Dubaiin	Cierres por rellenos depositados por la bomba Dubaiin, impiden el paso de pescadores a la ciénaga	Recibido
01/30/2023	Petición	ASOCOMUNAL	Empresa Quintal	Negar la licencia ambiental a la empresa Quintal, debido a su actividad que es contaminante para la ciénaga y la comunidad.	Recibido

Fecha	Clase de PQR	Denunciante	Denunciado	Hechos	Estado
01/30/2023	Denuncia	Javier Antonio Noguera Rudas	CRA	La CRA expidió licencia ambiental hace 22 años a la empresa PIMSA y con esto de cerraron entradas y salidas de aguas del río Magdalena y los ecosistemas lagunares, se limita entrada de peces a las ciénagas para el desove.	Recibido
			Gobernación del Atlántico	Las aguas del río no irrigan a las 3 ciénagas.	
01/30/23	Solicitud	Alicia Chams Sanduz	CRA	Se solicita maquinaria para realizar la limpia del puerto principal de Malambo, ya que se encuentra lleno de batata y enea	Recibido
01/30/23	Queja	ASUDECULMA	Acueducto Galapa	Terraplén realizado sin las debidas obras que permitan el flujo y reflujo de agua	Recibido
01/30/23	Queja	Yhoise Esther Sánchez Chávez	Hermanos Yáñez	Han venido aproximadamente hace 4 años rellendo con escombros la ciénaga a la vista de las autoridades, sin que nadie haga nada. Solicito si ya hay una respuesta sea enviada al correo.	Recibido

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN

4.5.1. Identificación de actores, comunidades étnicas y organización de la base de datos.

La identificación de actores sociales que tienen incidencia con la dinámica de la ciénaga de Malambo, parte del levantamiento de información aportada por la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria -UMATA, mesa de trabajo con líderes comunitarios concedores de la zona

y de los actores, las bases de datos de la Corporación Regional Autónoma del Atlántico CRA, referida con información de los industriales y una salida de exploración a la ciénaga con actores comunitarios.

La implementación de la estrategia participativa, realizó la convocatoria a los actores identificados previamente, dirigiendo oficio a cada uno de ellos y durante la realización del primer taller denominado “Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos”, que contó con el 47% de participación, se sistematizó la base total de actores con 85 personas; entre la información secundaria y los participantes a este taller; los cuales fueron el soporte de convocatoria posterior para el desarrollo de los talleres II. “Socialización del diagnóstico para la definición del PORH y acotamiento de la ronda hídrica de la ciénaga de Malambo, contando con el 51% de participación y el taller III. Identificación de usos potenciales del recurso hídrico y visión futuro de la ciénaga de Malambo - Ronda hídrica, con el 18% de participación.

De esta forma se identifican tres tipologías de actores sociales:

1. Organizaciones sociales: conformado por asociaciones de pescadores artesanales, Juntas de Acción comunal, organizaciones agrícolas y campesinas, ambientalistas, consejos territoriales comunitarios y líderes entre otros.
2. Industriales: corresponde a las empresas cuyas plantas o estructuras físicas, adelantan actividades productivas y tienen incidencia directa en la ciénaga de Malambo.
3. Instituciones: son aquellas instituciones del orden local y nacional gubernamental, y prestadoras de servicios públicos comprometidos en la regulación, manejo, control y mantenimiento del cuerpo de agua.

4.5.2. Actores sociales participantes identificados por tipología.

- Organizaciones Sociales:

La convocatoria realizada durante el primer taller se hizo a 21 representantes de las organizaciones sociales, no obstante, la participación fue masiva, contando con 36 líderes, sobrepasando el 100%; de los cuales 14 pertenecen al sector comunitario, al de medio ambiente 4, piscícola 12 y agrícola 8 personas; el segundo taller contó con 29 asistentes y el taller III con 8. Participantes. A continuación, en la Tabla 12 se relacionan 38 actores sociales identificados por sector, organización, representante y contacto.

Tabla 12. Actores Sociales

Ítem	Sector	Organización comunitaria	Representante	Contacto
1	Comunitaria	Asociación colectiva de mujeres por la paz	Elvis Marina Arias	3002972264
2	Medio Ambiente	Fundación Furdecol. Medio ambiente	Eduardo Ruiz	3135012755
3	Comunitario	Asociación de Juntas de Acción Comunal.	Deivis Rúa	3023227293

Ítem	Sector	Organización comunitaria	Representante	Contacto
		Asocomunal		
4	Comunitario	Asociación de Juntas de Acción Comunal. Asocomunal.	Ingris Tapias Padilla	3003680989
5	Agrícola	Sindicato Agrícola de Malambo	Cândido Mercado Florian	3022396002
6	Agrícola	Asociación de campesinos de Aguada Asococaguada	Brunaldo Escobar Redondo	3215553627
7	Agrícola	Asociación Nacional de usuarios Campesinos. Anuc	Hugo Vega Vizcaino	3014346078
8	Agrícola	Asociación Nacional de usuarios Campesinos. Anuc	Roberto Jassir Blanco	3170674454
9	Agrícola	Asociación Nacional de usuarios Campesinos. Anuc Caracolí	Oscar Zambrano	3043518943
10	Comunitario	Líder Política	Osiris Araujo Mercado	3015957862
11	Comunitario	Consejo Territorial de Paz, Reconciliación y Convivencia	William Carreño Florián	3028462499
12	Comunitario	Colegio Nacional de Periodistas Malambo	Atala Acosta Miranda	3185676913
13	Comunitario	Asociación Nacional de usuarios Campesinos. Anuc	Robinson Julio Aragón	3192994400
14	Agrícola	Asociación Nacional de usuarios Campesinos. Anuc	Joel Enrique Rocha	3043683672
15	Piscícola	Asopescabim	Jhois Sánchez Chávez	3044894264
16	Piscícola	Asopescabim	Eugenio Florián de Alba	3044894264
17	Piscícola	Almepezm	Pedro Javier Fandiño Márquez	3215334759
18	Piscícola	Agropezm	Olga Marina Cantillo Guerrero	3116794929
19	Piscícola	Asociación Agro pesquera de Mesolardia. Agropezm	Orlando David Rodríguez Fontalvo	3044586052
20	Piscícola	Asociación Agro pesquera de Mesolandia Agropezm	María Teresa Moreno Paredes	3045303491
21	Piscícola	Fundapescagrma	Jairo Enrique González Mercado	3012153686
22	Piscícola	Fundapescagrma	Bernardo Rociano	324339379
23	Piscícola	Asopescam	José Vicente Muñoz Narvárez	3170863969
24	Piscícola	Fundación de Pescadores	Wilberto A.	3215262853
25	Comunitario	líder comunitaria	Rocío Gutiérrez	3113004387
26	Comunitario	Junta de Acción Comunal San Jorge	Antonio Camargo	3016026467
27	Agrícola	Asociación de Campesinos Agroindustriales de la Aguada. Asocaguada	Bernardo Escobar	3215553637

Ítem	Sector	Organización comunitaria	Representante	Contacto
28	Agrícola	Asociación de Campesinos Agroindustriales de la Aguada. Asocaguada	Candelario Miranda	3176284251
29	Piscícola	Asociación Regional de Pescadores Artesanales. ARPA	Luz Marina Aguilar	3156944650
30	Piscícola	Cooperativa de pescadores de Malambo. COPESMA	Jorge Estrada Miranda	3002110373
31	Comunitaria	Asociación por el Desarrollo Socio económico, cultural, ambiental de Malambo. ASUDECULMA	Ariel Barragán	3218932983
32	Comunitaria	Colegio Nacional de Periodistas MALAMBO	José Vicente Mesa	3153193696
33	Comunitaria	Concejo Territorial de Planeación Malambo	Laura Fontalvo	3053245003
34	Medio Ambiente	Comité Gestión del Riesgo	Gladys Rueda Rojano	3012345677
35	Comunitaria	Concejo Territorial de Planeación Malambo	Lety Jaraba	3015985884
36	Comunitaria	Comunidad Étnica Mokaná	Roquelina Blanco	3157120058
37	Ambiental	Derechos Humanos y ambiente	Javier Noguera Rudas	3117112567
38	Ambiental	RR Caribe	Ezeneth Echmalbach	3126908188

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Industriales:

Dentro de los actores industriales se realizó una convocatoria a 18 empresas, contando con la participación en el Taller I, de 4 de estas, con 7 funcionarios; lo que corresponde al 22%, cabe mencionar que por parte del Parque Industrial de Malambo se tuvo una mayor participación con la presencia de 4 de sus colaboradores de manera constante durante los talleres realizados. En los talleres II y III, la participación por parte de estos actores fue de 3 y 4 personas respectivamente; lo anterior da cuenta que falta mayor compromiso por parte de los industriales en la participación activa para tratar asuntos de interés general y en el que tienen gran responsabilidad por formar parte del área de influencia del cuerpo de agua (Tabla 13).

Tabla 13. Actores Industriales identificados.

Ítem	Empresa	Representante	Contacto
1	PUERTO PIMSA	Jhon Morales Osorio	3135724731
2	PUERTO PIMSA	Alfonso Benítez	3145243619
3	PUERTO PIMSA	Rosana Gómez González	3102531831
4	Parque Industrial Malambo. PIMSA	Alfredo Caballero	3158991055

Ítem	Empresa	Representante	Contacto
5	INGREDIOM COLOMBIA S. A	Carlos Alberto Gómez/Guillermo Osorio	3106322165
6	FUNDACION ACESCO	Elizabeth Villa	3135321681
7	Corporación Empresarial Oriente del Atlántico. CEO	Luisa Llorente de la Ossa	3128857684
8	MOTEL LA LUNA	Norelys Ceballos	3135042982
9	FIBRAS Y ESTRUCTURAS C.I.	Km 3 vía Oriental	
10	HOTEL DUBAI INN	María Camargo	3043949268
11	POLYUPROTEC. S. A	Km 3 vía oriental	
12	Centro Logístico Olímpica	Humberto Insignares de Hart	3042343870
13	Cementos de oriente S. A	www.Cementosdeloriente.com	
14	Organización Terpel S. A		
15	Agropecuaria Santa Cruz Ltda.	Km 3 vía oriental	(5) 376 6701
16	Rotary Drilling Tools Colombia		
17	Club deportivo Popular Junior F.C.	Antonio Char Chaljib	
18	Alimentos Concentrados del Caribe S.A ACONDESA	Álvaro Cotes Maestre	
19	Matadero Agropecuaria Santa Cruz	Gilberto Serrano Quintero	
20	Alambres y mallas S.A.	Ricardo Ramírez Ovalle	
21	Concentrados del Norte S.A.	Samuel Shuster	Calle 6 #41b-09 ... km 3 vía Malambo
22	QUINTAL S.A		
23	Aserradero Santa Rita		Cl 4 14-58 53885188

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Institucionales:**

La participación de las entidades del orden local estuvo representada para el Taller I, con 6 de los 8 funcionarios invitados, pertenecientes a las dependencias de la Alcaldía Municipal, y por parte de las tres empresas prestadoras de servicio domiciliario solo se hizo presente una, y de las cinco entidades del orden nacional, hizo presencia una. Para los talleres II y III se contó con la participación de 5 y 3 personas respectivamente. La Corporación Regional Autónoma del Atlántico CRA y el equipo consultor como promotores del proyecto estuvieron presentes en todas las sesiones programadas (Tabla 14).

Cabe mencionar que la comunidad, siente el vacío institucional, principalmente de las autoridades locales, exigiendo una presencia más activa y decisiva frente a las problemáticas que se evidencian en la ciénaga de Malambo y su complejo lagunar.

Tabla 14. Actores institucionales identificados.

Ítem	Entidad	Representante	Contacto
1	Alcalde Municipal	Rummenige Monsalve	3017761344
2	Alcaldía municipal. Medio ambiente	Javier Noreña	3008143361
3	Alcaldía Municipal. Secretario de Gobierno	Javier Enrique Torres	3013779388
4	Concejo Municipal	Gustavo Ladrón	3004854706
5	Alcaldía municipal. jefe planeación	Peter Kepes	322282466
6	Alcaldía municipal, UMATA	María Vergara	3157899696
7	Alcaldía Municipal. Proyectos Sociales	Yesenia Elena Campo	3028524349
8	Personería municipal	Ricardo Berdejo	3126112492
9	Alcaldía municipal. Secretaria de salud	Ervin Acosta	3013950476
10	Alcaldía municipal. Gestión del riesgo	Jesús Barreto	3043275905
11	Aguas de Malambo S.A.E.S.P.	Víctor García	3015338273
12	Aguas de Malambo S.A.E.S.P.	María Angelica Peralta	3234775966
13	Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Asesora Dirección	Ayari Rojano	3205210493
14	Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Oficina Comunicaciones	Marcela Arboleda	3046538515
15	Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Oficina Comunicaciones	Carlos Ghisays	3004668601
16	Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura. AUNAP	Diana Saray Ariza	3126756816
17	Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura AUNAP	Angie Suarez Maldonado	3167405401
18	Servicios Logísticos Ambientales Uno A S. A. S E S P	Rafael Gutiérrez	3015855673
19	INTERASEO S.A. E.S.P.	Hugo Buelvas	3106911752
20	Cuerpo de Bomberos Malambo.	Ralfi Coronado	3046301124
21	Policía Nacional. Comandante	Jonys Jahir Sánchez	3112141225
22	Instituto Colombiano Agropecuario -ICA. Gerente	Pedro David Barrios Nieto	3203509647
23	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER. Gerente Seccional Atlántico	Julio Cesar Gómez Samper	653688392
24	Asociación Nacional de Empresarios ANDI Seccional Atlántico	Alberto Vives	3155681115
25	Procuraduría General de la Nación Asuntos Ambientales y Agrarios	Carlos Alberto Arrieta Martínez	65878750

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.5.3. Diseño e implementación de la estrategia participativa.

La estrategia participativa fue diseñada para propiciar los mecanismos de socialización, participación y concertación con los diferentes actores con intereses e injerencia en el manejo del recurso hídrico y el uso de las áreas del contorno de la ciénaga de Malambo en el Departamento del Atlántico; y por supuesto directamente con los usuarios que determinan algún nexo o correlación, no solo con el agua, sino, con los bordes a ser reglamentados como áreas de interés para determinar lo que habrá de ser la franja definida por la legislación nacional, como “ronda hídrica” de la ciénaga. Por tanto, han sido implementados mecanismos de amplia participación evidenciados en la participación activa durante el desarrollo de la fase diagnóstica y la socialización en donde se contó con actores sociales institucionales del orden local y nacional, industriales y organizaciones sociales.

La gestión participativa dentro de la comunidad que rodea la ciénaga de Malambo, ha posibilitado la amplia participación de todos los usuarios, abriendo espacios como los talleres : Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos; Socialización de los resultados del diagnóstico de PORH y usos potenciales; y, el de Identificación de usos potenciales del recurso hídrico y visión futuro de la ciénaga de Malambo - Ronda hídrica; permitieron generar las bases del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico –PORH y la zonificación o definición de la Ronda Hídrica-RH, lo cual ha dado mayor acercamiento a una información real de lo que se está viviendo al interior de la comunidad.

4.5.4. Aspectos metodológicos y conceptuales.

Para el desarrollo del trabajo se ha dado principal importancia a la mirada y participación de los actores sociales que tienen influencia directa con el cuerpo de agua. La participación con estas comunidades ha hecho énfasis en la motivación, capacitación y formación de los actores estratégicos identificados e involucrados a fin de que se genera apropiación y sensibilización, haciendo de la participación un proceso incluyente de quienes dan vida y dinámica a la ciénaga. Para plantear el tema de la participación en el PORH y zonificación de la Ronda Hídrica de la ciénaga de Malambo, la premisa es la identificación y reconocimiento del tejido social y el reforzamiento sociocultural desde una perspectiva integral que permita el fortalecimiento de la identidad y del saber local en torno a lo socio- ambiental.

Teniendo en cuenta las premisas de la estrategia participativa se desarrollaron tres talleres:

Taller 1. Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos, cuyos objetivos fueron:

- Socializar el proyecto PORH y acotamiento de la ciénaga de Malambo con los actores participantes y realizar el aprestamiento para la fase diagnóstica con los aportes y conocimiento local e institucional.
- Construir el mapa de problemáticas y conflictos desde la visión local teniendo como eje los principales criterios que componen el ecosistema relacionado. (ambientales- físicos y bióticos).

Taller II. “Socialización del diagnóstico para la definición del PORH y Acotamiento de la ronda hídrica de la ciénaga de Malambo”, sus objetivos se orientaron a:

- Socializar y retroalimentar con los actores participantes los resultados del diagnóstico de la Ciénaga de Malambo, base para la definición del PORH y Acotamiento de la ciénaga de Malambo.
- Identificar con participación de los actores los hechos históricos más relevantes, eventos o cambios ambientales relacionados con la ciénaga de Malambo.
- Recibir en formato PQRs las preguntas, quejas, reclamos y solicitudes requeridos por la comunidad. (Insumo, documento Ronda Hídrica).

Taller III. Presentación de usos potenciales del recurso hídrico y visión futuro de la ciénaga de Malambo, cuyos objetivos se centraron en:

- Presentación e Identificación con los actores sociales los usos potenciales de la ciénaga de Malambo para su incorporación en la estructuración del PORH y su Acotamiento de la Ronda Hídrica
- Presentar a los actores los componentes y propuesta de la ronda hídrica para su validación.
- Construir con participación comunitaria la visión del territorio de la ciénaga de Malambo.

Los talleres se desarrollaron en su orden los días 29 de septiembre de 2022, 30 de enero de 2023 y 8 de marzo de 2023, en las instalaciones de la Casa de La Cultura del municipio de Malambo, implementando una amplia convocatoria a los actores sociales, institucionales e industriales previamente identificados. Esta convocatoria se hizo para cada taller, mediante oficio dirigido a cada uno de los actores, llamadas telefónicas y redes sociales como WhatsApp. Los talleres se adelantaron teniendo en cuenta las agendas de trabajo previstas para cada uno de ellos, las cuales llevaron la siguiente estructura:

- Registro de participantes
- Apertura y bienvenida
- Presentación general
- Desarrollo de ejercicio pedagógico para introducir el tema central del taller.
- Presentaciones del equipo técnico. En cada uno de los tres talleres así: socialización del PORH y acotamiento de la ronda hídrica, socialización de resultados de diagnóstico, presentación e identificación de usos potenciales, propuesta de la ronda hídrica.
- Sesiones de preguntas, retroalimentación y aportes de los participantes, las cuales se consignaron por escrito o fueron grabadas para su sistematización y análisis.
- Ejercicios participativos para la construcción colectiva de aportes de los actores sociales en la elaboración de los diferentes temas del diagnóstico e insumos para el PORH.
- Evaluación a partir del diligenciamiento participativo de la agenda “Tejiendo Nuestra ciénaga de Malambo”, la cual tuvo como objetivo que los grupos realizaran las memorias

de cada uno de los talleres para socializar los contenidos y dinámicas con los grupos a los cuales se encontraban representando.

La metodología implementada en el desarrollo de los talleres, se estructuró mediante actividades que incluyeron ejercicios pedagógicos en los que se fomentó la participación y dialogo de saberes con los diferentes actores quienes, de manera activa, aportaron conceptos básicos desde cada uno de sus saberes, formularon inquietudes y realizaron el respectivo análisis del tema propuesto. las problemáticas y conflictos más sentidas que vive la ciénaga de Malambo, usos actuales, usos potenciales, cartografía social, línea histórica de la ciénaga de Malambo, visión de la ciénaga

De esta forma, el desarrollo metodológico de la fase diagnostica, implementó en primer lugar, el ejercicio denominado “Tejiendo la ciénaga de Malambo”, el cual permitió socializar con los participantes los conceptos básicos abordados para la construcción del PORH y acotamiento de la ciénaga de Malambo, identificando que la población maneja elementos teóricos dentro del contexto y dinámica de la ciénaga de Malambo, lo cual permite generar una retroalimentación entre el conocimiento técnico y los saberes locales en la realización del PORH y acotamiento para la ciénaga de Malambo (Fotografía 1). Seguidamente en el mismo Taller I se implementó la cartografía social para la identificación de las principales, problemáticas y conflictos a los que se hará referencia más adelante.

El Taller II en su estructura metodológica implementó la exposición y presentación de los resultados del diagnóstico, haciendo uso de diapositivas y la presentación técnica, la cual estuvo acompañada del ejercicio de grupos focales en grupo para realizar los aportes y sugerencias al diagnóstico y el taller III igualmente mediante la exposición técnica se presentó la propuesta de ronda hídrica, y la estrategia participativa abrió el espacio de aportes mediante fichas guiadas y mediante ejercicio de prospectiva, se identificaron las principales propuestas y la visión futura que plantean los actores sociales frente a la ciénaga que los actores proyectan.



**Fotografía 1. Taller I. Dinámica “Tejiendo la Ciénaga”.
Aprestamiento e identificación y problemáticas y conflictos. 29/09/22.**
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.5.4.1. Socialización del PORH y Acotamiento de la ciénaga de Malambo.

Mediante presentación por parte de la Gerencia de IDL Ingeniería se realizó la presentación del PORH y Acotamiento, en el que se brindaron los conceptos más relevantes: en qué consiste, importancia, cómo se realiza, objetivos que se persiguen, quienes se benefician, resolución de declaratoria 499/22, fase de diagnóstico, usos potenciales, definición de ronda hídrica, marco normativo y estrategia de participación (Figura 13 y Fotografía 2).



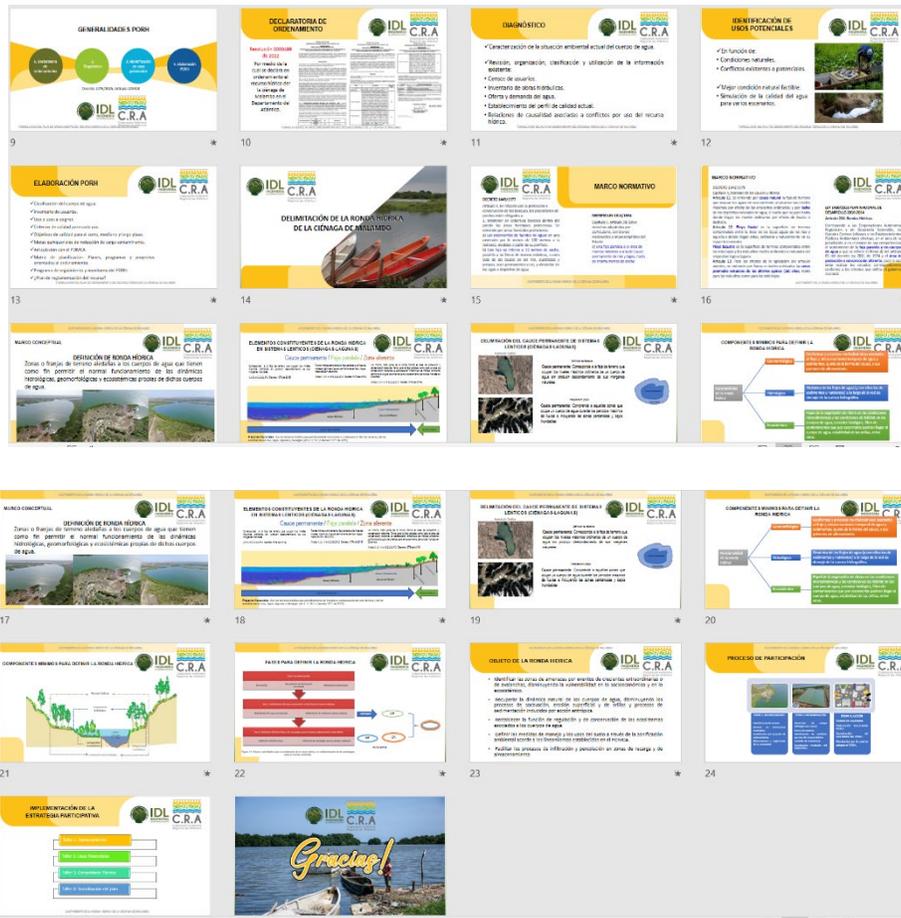


Figura 13. Diapositivas con conceptos relevantes en la presentación del Taller 1. Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).



Fotografía 2. Socialización PORH y zonificación Ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Aportes y preguntas de los actores. Esta sesión se abrió para dar la oportunidad de aclarar las inquietudes más sentidas de los actores, sin embargo, la claridad que se dio del tema, arrojó comentarios como:

La necesidad de tener en cuenta las inversiones que se han hecho en proyectos como los de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual aún no entra en funcionamiento, pese a que hace seis años se inauguró, de lo cual la comunidad requiere tener claridad.

Se solicita que la Corporación Autónoma Regional del Atlántico de continuidad a la realización del POMCA y se tenga como base para la realización del plan de ordenamiento de la Ciénaga.

La Recuperación del cuerpo de agua se debe dar mediante la construcción de canales de la ciénaga al río.

Se realiza la pregunta ¿Se pueden captar recursos internacionales para reforestación y descontaminación? Se responde, que efectivamente si se puede hacer.

El tema recurrente de gran parte del auditorio se orientó a la urgente necesidad de que las instituciones gubernamentales en cabeza de la alcaldía municipal, atiendan a la comunidad las quejas y las inquietudes que se tienen alrededor de los temas relacionados con la ciénaga de Malambo.



Fotografía 3. Comunidad participando y presentando sus inquietudes en el Taller de Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

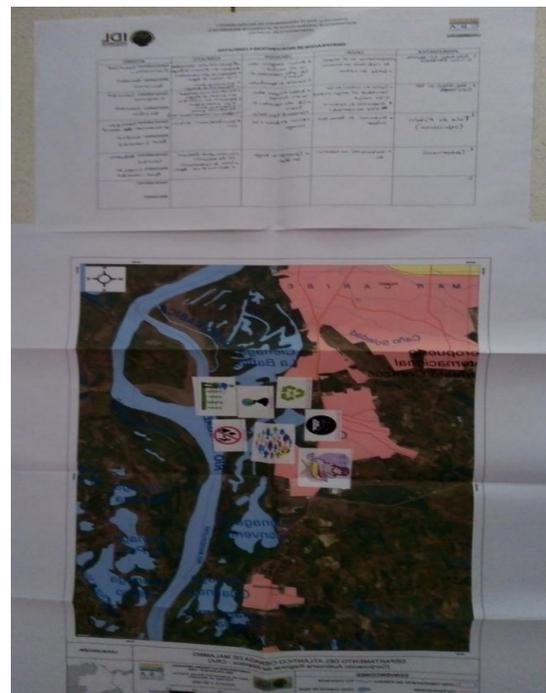
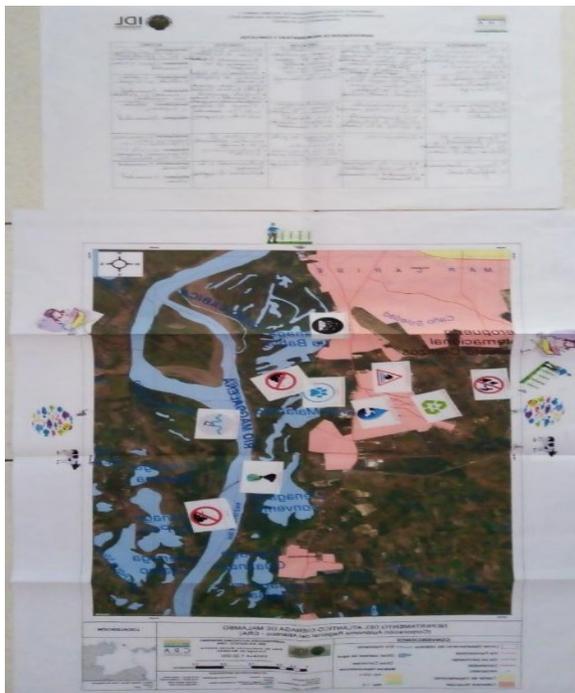
Definición de las Principales Problemáticas. Para generar la participación de los actores en la identificación de problemáticas y conflictos, la metodología del taller implementó un ejercicio de cartografía social, en el que los participantes con el amplio conocimiento que tienen del área de

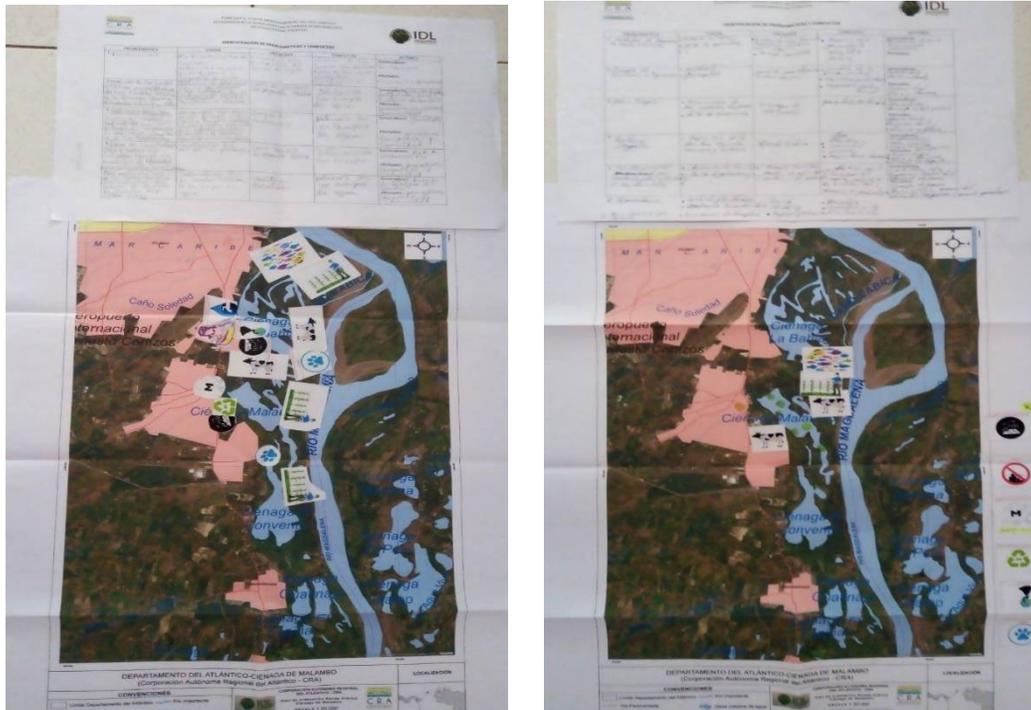
estudio. Presentaron y analizaron en grupos cada uno de los problemas más relevantes, así como las causas, ubicación geográfica, conflictos y actores involucrados, cuyos resultados se presentan a continuación.



Fotografía 4. Definición de principales problemáticas y conflictos por parte de la comunidad (29/09/22).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).





Fotografía 5. Ejercicio de cartografía social. Definición de principales problemáticas (29/09/22).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los resultados obtenidos, permitieron **ponderar 21 problemáticas socioambientales para la Ciénaga**, las cuales se agrupan en 4 ejes temáticos: Ecosistemas y Recursos Naturales (9), institucional (2), Social (6), y Ordenamiento y Desarrollo Territorial (4) (Tabla 15).

Dentro del eje temático de *Ecosistema y Recursos naturales*, se evidencia el énfasis que se hace frente a la amenaza que sufre la ciénaga de Malambo debido a la destrucción de humedales, el deterioro hidrobiológico, los niveles de contaminación, la sedimentación, inundaciones y la disminución de recurso pesquero que conlleva la destrucción del ecosistema. En el *eje institucional* se hace referencia a la falta de operatividad de la infraestructura en el tratamiento de vertimientos, llevando al deterioro y contaminación de la ciénaga; *el eje social* trata problemáticas que tienen que ver con la acción humana en cuanto al inadecuado manejo de residuos sólidos, marcándose la falta de cultura ciudadana, así mismo la práctica de actividades como la caza y la destrucción de bosque con fines domésticos o comerciales, justificados por la falta de recursos de las personas dedicadas a estas actividades. Y finalmente los problemas relacionados con el *eje de ordenamiento y desarrollo territorial*, se dirige hacia la ausencia de orden en cuanto al uso de la ronda hídrica de la ciénaga de Malambo.

Tabla 15. Principales problemáticas ponderadas para la ciénaga de Malambo.

Eje temático	Problemáticas identificadas	No. Grupos que priorizaron la problemática	Total Priorización
Ecosistema y Recursos Naturales	Destrucción progresiva de los humedales de la ciénaga de Malambo	1	9
	Deterioro hidrobiológico del complejo lagunar del municipio de Malambo	1	
	Altos niveles de contaminación han deteriorado el ecosistema natural del complejo lagunar del municipio de Malambo	3	
	Sedimentación de las rondas hídricas de la ciénaga	2	
	Inundaciones	1	
	Pesca ilegal	1	
Institucional	Inoperancia de tratamiento de aguas residuales	1	2
	La falta de control de vertimientos industriales y residenciales, ha generado la contaminación acelerada de la ciénaga	1	
Social	Botadero de basuras a cielo abierto	2	6
	Inadecuado manejo de residuos	1	
	Caza indiscriminada y deforestación	3	
Ordenamiento y Desarrollo Territorial	Falta de ordenamiento territorial, generando el crecimiento desordenado de la población y mal uso del suelo. Rellenos ilegales	1	4
	Ocupación de tierra aledaña a la ronda hídrica para la actividad ganadera	1	
	Uso inadecuado de las rondas hídricas	1	

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Principales causas y actores asociados a los problemas por Ejes temáticos. Los actores sociales identificaron las principales causas que dan lugar a las problemáticas identificadas, las cuales se consolidan en la Tabla 16. Estas se abordan alrededor de los problemas agrupa en los

ejes temáticos arriba mencionados. Para el eje temático *Ecosistemas y Recursos naturales*, las causas están relacionadas con los límites y usos de las rondas hídricas, el sedimento, contaminantes industriales y domésticos transportados por los Arroyos, falta de conectividad de la ciénaga, construcción de terraplenes y todas aquellas acciones antrópicas que han llevado a la complejidad en la que se encuentra hoy la ciénaga de Malambo. Las causas mencionadas en el *eje institucional* se refieren a la inoperancia de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, deficiente servicio de las plantas de tratamiento de las industrias, las adjudicaciones de tierras y la corrupción. Con relación a las causas dentro del *eje temático social*, estas aducen a la falta de cultura ciudadana en el manejo de residuos sólidos y deficiencias en el servicio de recolección, la falta de alimentación que conlleva a la caza de animales y deforestación para preparar tierras para cultivo. Y las causas referidas para los problemas del eje ordenamiento y desarrollo territorial, vemos que están referidas a la expansión de la frontera agrícola, pecuaria y urbana, falta de ordenamiento y autoridad y construcciones de infraestructuras.

Tabla 16. Causas identificadas según las problemáticas.

Problemáticas identificadas	Causas	Actores involucrados
Destrucción progresiva de los humedales de la ciénaga de Malambo	-No se respetan los límites para el desarrollo de actividades agrícolas. -Sedimentos que quedan después de la temporada de lluvias	Generadores: Agricultores Afectados: Pescadores
Deterioro hidrobiológico del complejo lagunar del municipio de Malambo	-Disposición de residuos sólidos contaminantes procedentes de la actividad industrial y domésticas, transportados por los Arroyos San Blas, el Ají, el Sapo; Malavé	Generadores: Municipio Industriales Afectados: Pescadores Campesinos
Altos niveles de contaminación deterioran el ecosistema natural del complejo lagunar del municipio de Malambo	-La falta de conectividad, flujo y reflujos del complejo lagunar. -Falta de limpieza de los arroyos	Generadores: Los pobladores Industrias Afectados: Pescadores Campesinos Comunidad
Sedimentación de las rondas hídricas de la ciénaga	-Uso indiscriminado de las rondas hídricas en la construcción de establecimientos comerciales tal como EDS, entre otros.	Generadores: Dueños de establecimientos comerciales, EDS Afectados: Campesinos

Problemáticas identificadas	Causas	Actores involucrados
		Pescadores Comunidad
Inundaciones	-Construcción de terraplenes	Generadores: Industriales Afectados: Cuerpo de Agua Flora y fauna Comunidad Pescadores
Pesca ilegal	-Falta de conciencia -Disminución recurso pesquero -Falta de recursos económicos	Generadores: Pescadores AUNAP Afectados: Pescadores Comunidad Fauna y flora
Inoperancia de tratamiento de aguas residuales	-Falta de funcionamiento de la PTAR municipal. -Mal funcionamiento de las plantas de tratamiento de los industriales	Generadores: Estado-Alcaldía Empresas Afectados: Comunidad Fauna y flora
Apropiación de áreas pertenecientes a la ciénaga por particulares	-Titulaciones hechas por el INCORA -Corrupción institucional	Generadores: Invasores teratenientes Industriales Afectados: Sociedad civil
Botadero de basuras a cielo abierto	-Deficiencia de servicios de recolección de basuras -Falta de cultura ciudadana	Generadores: Comunidad Empresas de servicios de aseo, alcaldía Afectados: Comunidad Ecosistema

Problemáticas identificadas	Causas	Actores involucrados
Inadecuado manejo de residuos	-Falta de cultura de la comunidad al arrojar residuos a los arroyos. -Disposición de residuos en sitios no autorizados.	Generadores: Comunidad Institucionalidad Afectados: Comunidad Ecosistema
Caza indiscriminada y deforestación	-Falta de regulación de los entes competentes. -Comunidades con necesidades de alimentación -Tala indiscriminada, para la preparación de tierras para cultivo.	Generadores: Comunidad, asentamientos subnormales Autoridades Afectados: Comunidad Flora y Fauna Ciénaga
Crecimiento desordenado de la población y mal uso del suelo. Rellenos ilegales	-Expansión de la frontera agrícola, pecuaria y urbana	Generadores: Industria Comunidad Afectados: Cuerpo de agua Comunidad
Ocupación de tierra aledaña a la ronda hídrica para la actividad ganadera	-Falta de planificación -Carencia de autoridad	Generadores: Pequeñas y grandes ganaderos Afectados: Cuerpo de Agua Flora y fauna Comunidad Pescadores
Uso inadecuado de las rondas hídricas	-Desarrollo de actividades de ganadería e industria. -Construcciones de alta ingeniería en canalización de arroyo el Platanal. -Construcción de las zonas de la Virgencita en soledad	Generadores: Ganaderos Terratenientes Afectados:

Problemáticas identificadas	Causas	Actores involucrados
		Pescadores Campesinos Comunidad

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.6. CENSO DE USUARIOS Y CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El censo de usuarios se realizó a partir de dos estrategias complementarias; en primer lugar, la revisión de la información secundaria existente, siendo la principal fuente lo contenido en el RURH, para las captaciones de aguas superficiales, captaciones de aguas subterráneas y vertimientos, con permisos establecidos tanto para personas jurídicas como personas naturales, teniendo en cuenta la ciénaga de Malambo, así como sus principales tributarios, el arroyo San Blas y el arroyo El Sapo. Esta información fue complementada con la revisión de los expedientes de cada persona natural o jurídica, depositada en la herramienta de consulta DOCUNET.

Por otra parte, se realizaron recorridos exhaustivos, alrededor de la ciénaga y sobre sus tributarios, principalmente sobre la zona urbana y suburbana, con el ánimo de verificar la información secundaria y establecer nuevos puntos de captación o vertimientos, así como estructuras hidráulicas y las zonas de ocupación de cauce. Esta información está respaldada por formularios de campo, fotografías y georreferenciación de cada punto.

4.6.1. Captaciones de usuarios representativos.

De acuerdo con la información registrada en el RURH, filtrando por la ubicación de la captación, se encuentran asociados al municipio de Malambo, 54 concesiones por captación, de las cuales 52 corresponden con persona jurídica y 2 a persona natural. Según el ítem de clasificación de la fuente de agua, 8 corresponden a aguas superficiales, que son todas concesiones de persona jurídica, 45 corresponden a aguas subterráneas y una se clasifica como agua de lluvia. De las concesiones de agua superficial, 7 captan del río Magdalena y 1 de la ciénaga de Mesolandia. Ninguna captación reporta como fuente directa la ciénaga de Malambo.

Por otra parte, al revisar los archivos cargados en DOCUNET, se encontraron 59 registros asociados a captaciones en jurisdicción del municipio de Malambo, y de estos registros, 42 no están reportados en el RURH, con lo que habría según las dos fuentes de información 79 registros de concesión de aguas para el municipio. Al revisar, los 42 registros que se encuentran en DOCUNET, ninguno hace parte del área de influencia de la ciénaga de Malambo y de estos solo uno evidencia una resolución vigente para captación de aguas subterráneas. La mayoría de las concesiones se refieren a captaciones de pozos profundos y algunos sobre aguas superficiales (jagüeyes o represas), que no están en el área de influencia de la ciénaga.

Según su proximidad a la ciénaga o tributarios, en especial el arroyo San Blas, de todos los usuarios identificados históricamente, 16 han tramitado permisos de concesión ante la corporación, de los cuales 11 lo hacen de aguas subterráneas y 5 lo hacen de aguas superficiales del río Magdalena. De estos usuarios, 12 tienen resoluciones vigentes para captación de aguas subterráneas, 9 para aguas subterráneas, con un total de 16.44 L/seg y 3 en aguas superficiales del río Magdalena, con un total de 789 L/seg (Tabla 17).

Tabla 17. Concesiones de aguas superficiales reportadas en el RURH que se encuentran en el área de influencia de la ciénaga de Malambo.

Tipo de usuario	Razón social/nombre	No. Resolución	Vigencia		Caudal concesionado (L/seg)	Clasificación de la fuente	Fuente de captación	Uso
			DESDE	HASTA				
P. jurídica	AGUAS DE MALAMBO S.A E.S.P. (OPERADORES DEL NORTE)	75	8/02/2018	7/02/2023	600	F. superficial	Río Magdalena	MIXTO
P. jurídica	PUERTO PIMSA S.A.	369	6/06/2018	5/06/2023	79	F. superficial	Río Magdalena	IN
P. jurídica	ALAMBRES Y MALLAS	207	16/04/2018	15/04/2023	6,2	F. subterránea	Río Magdalena	IN
P. jurídica	CLUB DEPORTIVO POPULAR JUNIOR	972	17/12/2018	16/12/2023	0,33	F. subterránea	Río Magdalena	ES
P. jurídica	ACONDESA PLANTA DE INCUBACIÓN	392	14/06/2018	13/06/2023	1,5	F. subterránea	Río Magdalena	IN
P. jurídica	ACONDESA GRANJA MI RANCHITO	273	4/05/2018	3/05/2023	0,93	F. subterránea	Río Magdalena	PyD
P. jurídica	ACONDESA POLLOLANDIA	421	25/06/2018	24/06/2023	0,32	F. subterránea	Río Magdalena	PyD
P. jurídica	AGROPECUARIA SANTA CRUZ	559	26/10/2021	25/10/2026	1,16	F. subterránea	Río Magdalena	IN
P. jurídica	ROTARY DRILLING	865	8/11/2019	31/10/2024	3	F. subterránea	Río Magdalena	DyES
P. jurídica	TRANSPORTES ALIANZA DEL ATLÁNTICO S.A.	765	4/10/2019	3/10/2024	2	F. subterránea	Río Magdalena	ES
P. jurídica	BLOCK INMOBILIARIO S.A.S.	74	8/02/2018	7/02/2023	1	F. subterránea	Río Magdalena	COM
P. jurídica	PARQUE INDUSTRIAL MALAMBO S.A.	491	1/10/2021	30/09/2026	110	F. superficial	Río Magdalena	IN

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto a los usos de destino del recurso hídrico concesionado y con resolución vigente, se registra que el 50% de los usuarios, utilizan las aguas captadas para uso industrial, en menos proporción el consumo para uso doméstico, con un 25%, seguido de uso pecuario con el 17% y uso mixto con el 8%. Sin embargo, el mayor volumen captado se hace por parte de las empresas de servicios públicos que captan del río Magdalena, en particular Aguas de Malambo S.A. E.S.P. para abastecimiento de cerca de 17.000 personas con un uso mixto, que representa el 98% del agua captada (Figura 14 y Figura 15).

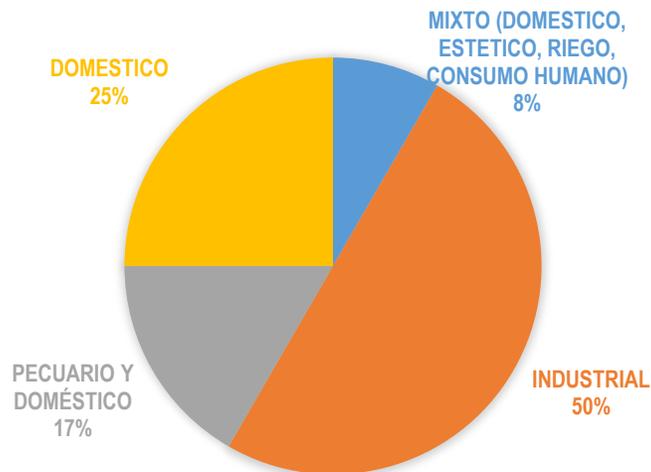


Figura 14. Distribución de usuarios de acuerdo con el uso autorizado y vigente
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

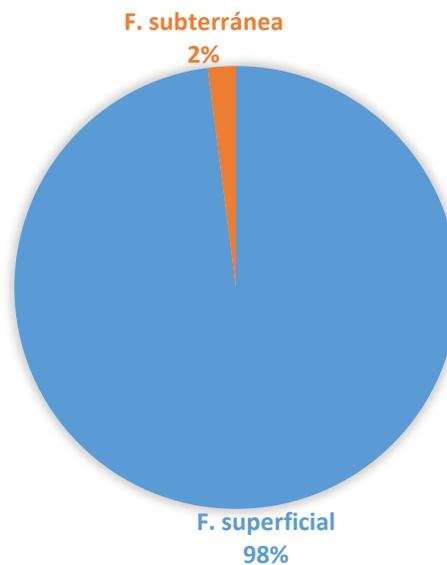


Figura 15. Distribución del volumen concesionado entre los usuarios con resolución vigente.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.6.2. Vertimientos.

Como se mencionó anteriormente, para la identificación de los usuarios que realizan vertimientos en la ciénaga de Malambo o en sus tributarios, se efectuó una revisión de información secundaria, principalmente del RURH, luego verificada con la revisión de expedientes almacenados en DOCUNET.

De acuerdo con la base de datos del RURH, se encontraron 20 registros de permiso de vertimientos asociados a personas jurídicas, con ubicación general en el municipio de Malambo.

De estos permisos, solo dos (2) reportan como fuente receptora la ciénaga de Malambo a través de uno de sus tributarios, el arroyo San Blas, y solo 1 tiene resolución vigente de vertimiento, como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Permisos de vertimiento relacionados en el RURH que tienen como fuente receptora la ciénaga de Malambo o alguno de sus tributarios.

Razón social	No de resolución	Vigencia		Caudal autorizado (Lt/seg)	Fuente
		DESDE	HASTA		
INGREDION COLOMBIA S.A	629	22/10/2014	22/10/2019	3,51	Arroyo San Blas
ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL CARIBE S.A (ACONDESA S.A) Planta de Incubación Malambo-	468	10/07/2018	9/07/2023	2,36	Arroyo San Blas

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Por otra parte, la empresa Aguas de Malambo S.A., es la encargada de la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el municipio de Malambo, departamento de Atlántico, utilizando como fuente receptora de aguas servidas la ciénaga de Malambo.

4.6.3. Inventario de sistemas de tratamiento para agua potable para poblaciones mayores a 50 habitantes.

Por otra parte, la empresa Aguas de Malambo S.A. (Operadores de Servicios del Norte S.A. E.S.P.), es la encargada de la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el municipio de Malambo, departamento de Atlántico, está a cargo del prestador AGUAS DE MALAMBO S.A. E.S.P desde el 27 de enero de 2011.

De acuerdo con el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), presentado por Aguas de Malambo a la corporación (CRA) en 2013, en cumplimiento de la Ley 373 de 1997, se presenta un diagnóstico sobre el manejo del recurso agua.

La principal fuente abastecedora es el río Magdalena, donde se encuentra la captación que consta de una estructura fija con succión directa a la fuente mediante utilización de equipos de bombeo compuestos por bombas centrífugas de eje horizontal y motores eléctricos de 225 HP, provistas con tubería de succión de 16" y tubería de impulsión de 14".



Fotografía 6. Bocatoma – planchón sobre el río Magdalena. Aguas de Malambo S.A. E.S.P.
Fuente: Díaz y Moreno (2018)⁷.

El sistema de conducción está compuesto por tubería que conduce el agua cruda desde la estación de captación, hasta la planta de tratamiento El Tesoro, con un diámetro que varía por tramos entre 24” y 16” con una longitud total de 4.264 m, que transportan 280L/s hasta la cámara de llegada, de donde se reparten unos 80L/s a la planta El Concord.⁸

La red de distribución consta de unos 150 km de tuberías de diferentes materiales, con diámetros que van de 3” a 16”, con una cobertura del 88% de la población. Posee problemas de trazado, debido a que los andenes han sido invadidos por viviendas, la micromedición es inefectiva pues solo se hace al 17% de los clientes, y en muchos casos no hay control al final del tubo en las viviendas por lo que es imposible la presurización de la red. El sistema está dividido en 10 sectores, 4 dependen de la PTAP Concorde (5.570 usuarios) y los restantes de la PTAP El Tesoro (12.500 usuarios)⁹ (Tabla 19).

Tabla 19. Coordenadas de las PTAP de Aguas de Malambo S.A. E.S.P.

PTAP	Latitud	Longitud
El Tesoro	10°50'51.17"N	74°46'14.96"O
El Concorde	10°52'9.67"N	74°46'22.72"O

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

⁷ Díaz, T.M.D. y Moreno, M.J.A. 2018. Diseño de un sistema de Bombeo para acueducto de Malambo. Proyecto de grado para optar al título de ingeniero mecánico. Fundación Universitaria de América. Facultad de Ingenierías. Programa de ingeniería mecánica. P20

⁸ Op.Cit. Aguas de Malambo S.A. E.S.P. p19

⁹ Ibid. P23.

En total la empresa surte del recurso a 19.535 usuarios, siendo el principal uso el residencial, seguidos del uso comercial, oficial e industrial tal como se muestra en la Tabla 20. Lo cual cubre una población entre 116.043 y 129.752 habitantes según las proyecciones 2012 a 2018 establecidas en el PUEAA (2013).

Tabla 20. Patrones de consumo con datos de 2013.

Uso	Estrato	No de usuarios	Consumo total (m ³)
Residencial	1	12.571	145.159
	2	6.248	76.586
	3	501	6.034
Comercial	10	166	3.730
Oficial	10	37	22.598
Industrial	10	12	5.679
Total		19.535	259.786

Fuente: PUEAA Aguas de Malambo S.A. E.S.P. (2013).

Según resultados de auditoría en el informe de la Contraloría General de Medellín con vigencia de 2019, en el control de resultados sobre cumplimiento de la cobertura, se indica un alcance de 22.252 usuarios, sobre los 22.638 estimados en el Plan Empresarial para 2019, lo que constituye un cumplimiento del 89.65%. Esto se da como resultado de la implementación de estrategias comerciales al lograr la vinculación y legalización del servicio de acueducto de usuarios que fueron vinculados a la base de datos de la empresa, y al desarrollo de acciones conjuntas entre la empresa y el Municipio de Malambo¹⁰.

De acuerdo con el plan de acciones establecidos en el PUEAA, en 2015 se inaugura la ampliación de la PTAP El Tesoro, para ampliar el servicio a 1.500 familias, con una capacidad de 270 L/s, para un total de capacidad de esta planta de 420 L/s

4.6.4. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

La fuente receptora de aguas servidas del municipio es la ciénaga de Malambo, donde se presentan inundaciones por las ocupaciones paulatinas del humedal, siendo los asentamientos expuestos permanentemente a esta situación los de los barrios Pasito, Morrito y Magdalena. También se presentan ocupaciones por parte de finqueros que han rellenado el humedal. Los principales riesgos, se asocian a los parceleros debido a las inundaciones periódicas, por las avenidas del río o las crecientes que desbordan para alimentar el caño Boquerón. El principal problema detectado en la ciénaga se asocia a la contaminación causada por las aguas servidas del municipio de Malambo que son vertidas al humedal, ya que no hay una infraestructura funcional para el tratamiento de las aguas residuales.

¹⁰ Contraloría General de Medellín. 2020. Auditoría General de 2020. Aguas de Malambo S.A. E.S.P. p17.

De acuerdo con el PSMV de la empresa Aguas de Malambo S.A. E.S.P (2008). existe un sistema de recolección de aguas residuales, que confluye a una estación de bombeo (estación elevadora de aguas residuales), que descarga las aguas servidas de los distritos Centro y Sur del casco urbano, en el arroyo San Blas, creando problemas sanitarios en su recorrido y en la ciénaga de Malambo que es su receptor principal. Adicionalmente la red de alcantarillado es hidráulicamente insuficiente, con problemas de poco diámetro en las tuberías, trazado contrapendiente y mal estado de las estructuras, lo que genera derrames en las cámaras de inspección y escorrentías de aguas negras en las vías, exponiendo a la población a los problemas de salud por contacto con las aguas residuales sin tratamiento.

Se reporta en el PSMV que la red de alcantarillado posee unos 157.760 m, entre colectores y redes de recolección, cuyo sistema está dividido en tres distritos, cuyas aguas residuales se vierten a la ciénaga de Malambo (Tabla 21):

1. Distrito sur: La Luna – Malambito, El Tesoro, Montecarlo, Bellavista, Pacífico, San José, Villa Flores, Villa Esperanza, que entrega sus aguas a la estación elevadora y finalmente a la ciénaga de Malambo.
2. Distrito Centro: El Carmen, Colombia, San Jorge, 23 de septiembre y La Manga, que entrega sus aguas al arroyo San Blas y a la red de los barrios La Popa, Carrizal y Centro Magdalena.
3. Distrito Norte: El Concorde que entrega sus aguas a la ciénaga de Malambo

Con un porcentaje de cobertura bajo, que para el 2007 no superaba el 61% de la población, se reportó un total de 18.265 viviendas, que descargan sus aguas residuales a través de esta red a la ciénaga de Malambo, siendo tres (3) los puntos de vertimiento:

Tabla 21. Vertimientos de aguas residuales sobre la ciénaga de Malambo y sus tributarios.

Ubicación del vertimiento	Diámetro (pulgadas)	Fuente receptora
Vía oriental con carrera 12 Sector La Luna, Distrito Sur	30	Arroyo San Blas
Vía Oriental con carrera 8, Casco Viejo, Distrito Centro	12	Ciénaga de Malambo
Vía Oriental con carrera 26, El Concorde, Distrito Norte	16	Ciénaga de Malambo

Fuente: PSMV Municipio de Malambo (2022-2032).

De acuerdo con el PSMV del municipio de Malambo presentado en 2008, la empresa Aguas de Malambo S.A. E.S.P., propuso varias acciones para el saneamiento del arroyo San Blas y la ciénaga de Malambo, lo cual incluyó la construcción de una planta de tratamiento de las aguas residuales “La Milagrosa”, además de la reposición y ampliación de la red de alcantarillado, con un objetivo a 2010 de la reducción total de vertimientos sin tratar a los cuerpos de agua.

De acuerdo con el plan de manejo ambiental para la construcción de la planta, presentado en 2016, tiene como objetivo social, el tratamiento de las aguas residuales de la población del municipio de Malambo, conformada principalmente por los estratos 1 a 3, para solucionar definitivamente el problema ambiental de recolección y disposición final de las aguas residuales, que descargan en los cuerpos de agua, lo cual incide en la contaminación de los recursos naturales, la salud pública, y el desmejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio y usuarios del recurso hídrico.

Esta planta consta de un sistema con un tratamiento primario mediante un reactor anaerobio de alta tasa del tipo RALMFA (Reactor anaerobio de manto de lodos y flujo ascendente), que se encargará de remover el 70% de la DBO, minimizando el volumen, el área superficial y la carga orgánica que luego Alimentará el sistema de lagunas facultativas en serie como tratamiento complementario y de ese modo alcanzar una eficiencia superior al 80% de la DBO, DQO y sólidos suspendidos. Se estima que los caudales medios que manejará el sistema de bombeo será, para las condiciones iniciales de 233 L/s con dos módulos de tratamiento primario de alta tasa con capacidad de 120 L/s cada uno, más un sistema de dos lagunas en serie; para el final del período de diseño, será de 349 L/s, cuando se encuentren operando tres módulos de tratamiento primario de alta tasa y con la construcción de un tercer módulo en serie de lagunas facultativas.

No obstante, solo hasta principios del mes de noviembre de 2022 la planta inició operaciones, encontrándose en etapa de estabilización de las instalaciones, iniciando desde la estación de bombeo de aguas residuales (EBAR) hasta la PTAR. Esta planta ha tenido retrasos en el inicio de operaciones, debido al deterioro por inoperatividad, corrosión y vandalismo, luego de recibida la infraestructura el 30 de septiembre de 2020, impidiendo su entrega al operador de servicios públicos en condiciones óptimas de funcionamiento.



Fotografía 7. Vista superior de la PTAR “La Milagrosa”. 10°51'22.34"N 74°45'53.88"O.

Fuente: Google Earth.

Con respecto a la red de alcantarillado, el PSMV del municipio de Malambo reporta como medidas de saneamiento las siguientes:

Tabla 22. Proyectos del PSMV del municipio de Malambo.

Arroyo san Blas	Ciénaga de Malambo
Construcción del cruce de la carretera oriental a la altura de la carrera 7	Construcción del emisario final El Concorde
Construcción del sistema de redes de expansión en los barrios San Antonio, Villa Berta, 7 de diciembre, La Chinita, Villa Rica, Paraíso y El Manguito	Construcción del sistema de redes de expansión en los barrios Villa Ester, Palmarito, San Sebastián, San Juan, El Diamante, Concorde 5, 6 y 7 Etapa, Villa Concorde II.
Reposición de las redes existentes que se encuentran en mal estado en los barrios La Luna, Malambito, El Tesoro, Montecarlo, Bellavista, Miraflores, La Milagrosa, La Popa, Carrizal, Centro, Colombia, San Jorge, 23 de septiembre, La Manga y Magdalena.	Reposición de las redes existentes que se encuentran en mal estado en las etapas 1, 2, 3 y 4 del Concorde.

Fuente PSMV Municipio de Malambo (2022-2032).

De acuerdo con fuentes informativas oficiales de la alcaldía de Malambo (<https://www.malambo-atlantico.gov.co/>), en marzo de 2022, se continuaban los avances mayores al 70% de las obras

de instalación de las redes de acueducto y alcantarillado, en los sectores del Centro, El Carmen, Colombia, Pradito, La Popa y las veredas. Para el censo de 2018 del DANE, Malambo muestra cifras de avance en la cobertura de este servicio alcanzando el 85.12% de la población en la cabecera municipal, teniendo en cuenta un total de 128.203 personas en el municipio, distribuidas en 28.981 hogares, lo cual significa que hay avances en la gestión de este servicio, de acuerdo con la base estimada en el PSMV cercana al 60% de la cobertura (Figura 16).

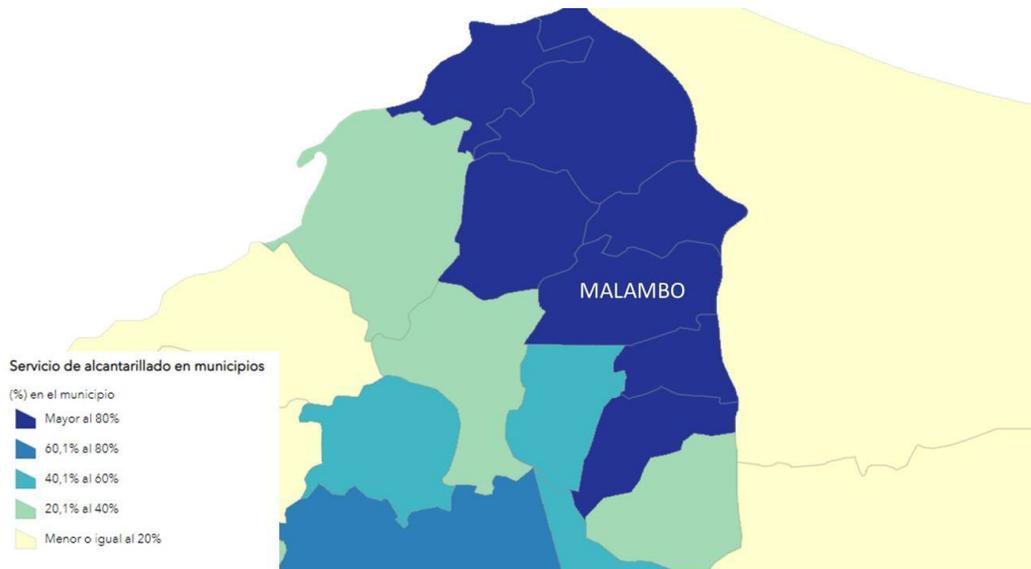


Figura 16. Mapa de cobertura del alcantarillado en municipios del Atlántico.

Fuente: <https://dane.maps.arcgis.com>

Según datos actualizados a noviembre de 2021 de acuerdo con el PSMV 2022-2032, presentado durante la construcción de este diagnóstico, existe un total de 22.626 usuarios, lo cual equivale al 81.72% de cobertura (total predios: 27.684), datos que difieren de los obtenidos del censo del DANE de 2018, con una distribución por categoría de usuario y sector como se muestra en la Tabla 23 y Figura 17, donde se puede ver que la mayor parte corresponde a usuarios residenciales (97.97%) y solo 2.03% corresponde al resto de usuarios :

Tabla 23. Usuarios del sistema de saneamiento básico por estrato y por sectores

Categoría	Usuarios	Sector	Usuarios
	Alcantarillado		Alcantarillado
COMERCIAL	384	Bellavista	4133
EXENTA	1	Casco Viejo	2984
INDUSTRIAL	15	Ciudad Caribe	51
OFICIAL	61	Concord	7567
RESIDENCIAL	22165	La Bonga	3
Estrato 1	17065	Mesolandia	10
Estrato 2	4910	Tesoro	3643
Estrato 3	152	Veredas y Carmen	4235
Estrato 4	38		

Categoría	Usuarios	Sector	Usuarios
	Alcantarillado		Alcantarillado
TOTAL USUARIOS	22626	TOTAL USUARIOS	22626

Fuente: PSMV Municipio de Malambo (2022-2032).

TIPOS DE USUARIOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

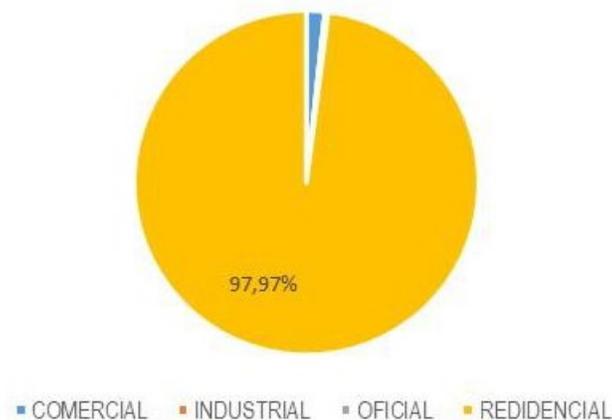


Figura 17. Proporción del tipo de usuarios del sistema de saneamiento.

Fuente: PSMV Municipio de Malambo (2022-2032).

Según datos del PSM y tal como se ha podido comprobar en las salidas de campo, aun es necesario continuar con la normalización en la gestión de las aguas residuales del municipio de Malambo, que terminan llegando a la ciénaga donde generan procesos de contaminación y conflictos con el uso del recurso. Aguas de Malambo S.A. E.S.P. ha identificado 48 puntos de vertimiento, de los cuales, según el análisis de esta consultoría y con la información de campo, 39 tienen influencia sobre la ciénaga de Malambo y sus tributarios (Arroyos San Blas, y El Sapo) (Figura 18).



Figura 18. Ubicación de puntos de vertimientos.

Fuente: Google Earth.

De los anteriores puntos, Aguas de Malambo S.A. E.S.P. ha identificado 8 puntos críticos que concentran la carga contaminante del municipio de Malambo, donde se hacen los aforos y las caracterizaciones de calidad del agua; de estos puntos críticos 7 tienen influencia en la ciénaga de Malambo, solo un punto se relaciona con descargas que confluyen al arroyo El Ají y luego a la ciénaga de Mesolandia (Figura 19).



Figura 19. Identificación de puntos críticos de vertimientos.

Fuente: Google Earth.

De acuerdo con lo descrito en el PSMV y con acuerdo con las revisiones de campo, los vertimientos de aguas residuales sin tratar, parecen ser los de mayor aporte a las cargas que no están legalizadas o que requieren una mejor gestión, lo cual tendría que ver con la normalización y ampliación de la infraestructura de alcantarillado, pues son muchos los usuarios de este tipo que en algunos barrios disponen sus aguas mediante conexiones artesanales o irregulares al alcantarillado mientras que otros, en particular los más cercanos a la ciénaga lo hacen a través de canales superficiales que vierten directamente al cuerpo de agua, para un total aproximado de 1347 usuarios de este tipo.

Según el análisis, en los 14 puntos de vertimiento, relacionados con aguas residuales domésticas manejadas de manera irregular, existen aproximadamente 662 viviendas que lo hacen sin ningún tratamiento, ubicadas en el municipio de Malambo, haciendo el vertimiento directamente a la calle o mediante conexiones irregulares principalmente en el arroyo El Sapo.

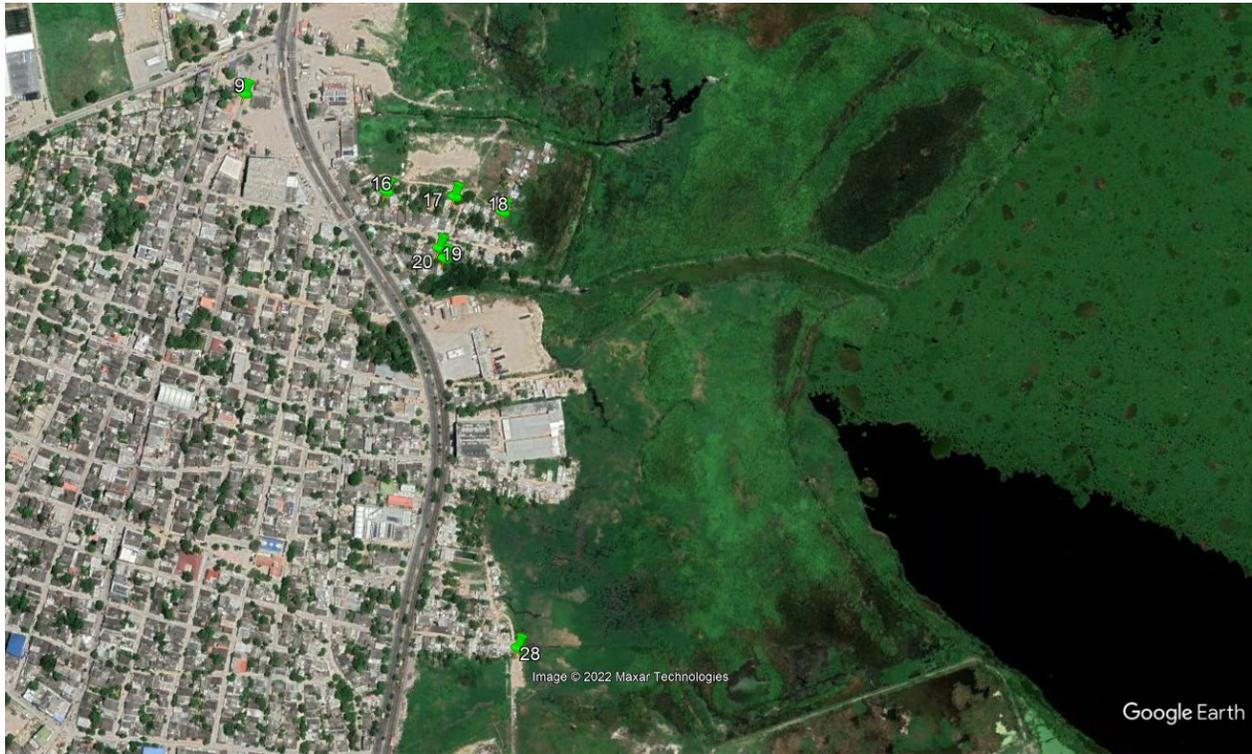
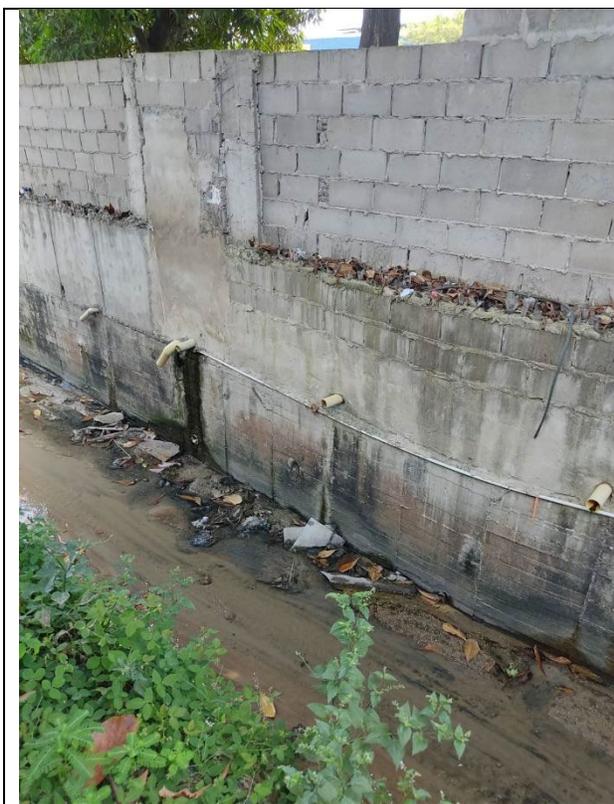


Figura 20. Ubicación de vertimientos si tratamiento, directamente a la calle o mediante conexiones irregulares con tubería al arroyo El Sapo (Punto 9).

Fuente: Google Earth.



Fotografía 8. Vertimientos irregulares de aguas residuales domésticas al arroyo El Sapo (punto 9).



Fotografía 9. Vertimientos de aguas residuales domésticas a la ciénaga a través de canal superficial. Caño Los Pescadores (Punto 20)

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De acuerdo con el PSMV 2022-2032 se estima una cobertura del 100% para el año 2025 para un total de 38.121 usuarios según las proyecciones realizadas para calcular la capacidad actual y futura del alcantarillado o su déficit.

Tabla 24. Proyección del caudal medio del alcantarillado para los próximos 10 años.

Año	Usuarios (1)	Cobertura	Total predios	Den. Viv (2)	Población cabecera	Dotación	Coef. Retorno	Caudal medio
	Total Usuarios	(%)	(Usuario)	(hab/viv)	(hab)	(L/Hab/Día)	(%)	Qm
2022	22626	92,09%	24570	4,6	113022	140	85	155,67
2023	21400	80,00%	26750	4,6	123050	140	85	169,48
2024	34525	90,00%	38361	4,6	176461	140	85	243,04
2025	38121	100,00%	38121	4,6	175357	140	85	241,52
2026	38500	100,00%	38500	4,6	177100	140	85	243,92
2027	38956	100,00%	38956	4,6	179198	140	85	246,81

Año	Usuarios (1)	Cobertura	Total predios	Den. Viv (2)	Población cabecera	Dotación	Coef. Retorno	Caudal medio
	Total Usuarios	(%)	(Usuario)	(hab/viv)	(hab)	(L/Hab/Día)	(%)	Qm
2028	39367	100,00%	39367	4,6	181088	140	85	249,42
2029	39787	100,00%	39787	4,6	183020	140	85	252,08
2030	40212	100,00%	40212	4,6	184975	140	85	254,77
2031	40645	100,00%	40645	4,6	186967	140	85	257,51
2032	41081	100,00%	41081	4,6	188973	140	85	260,27

Fuente: PSMV Municipio de Malambo (2022-2032).

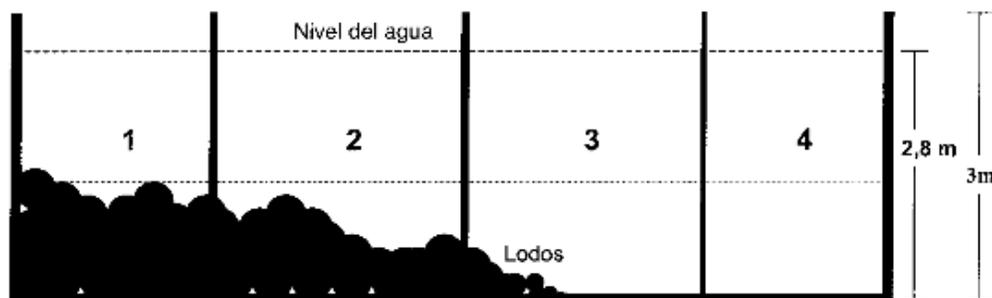
4.6.4.1. Manejo de aguas residuales industriales.

Como ya se mencionó, las aguas residuales industriales que se vierten a la ciénaga de Malambo provienen de dos usuarios: Ingredion Colombia S.A. y Alimentos concentrados del Caribe S.A (ACONDESA S.A) - Planta de Incubación, quienes descargan en el principal tributario de la ciénaga, el arroyo San Blas. A continuación, se describe el estas aguas antes de su descarga.

Ingredion Colombia S.A.: El proceso de producción de esta empresa consiste en extraer almidón y fibras de algunos tubérculos como la yuca, utilizando agua

Los vertimientos líquidos del proceso productivo son recibidos en una planta de tratamiento de aguas residuales la cual es de doble propósito.

1. Por un lado, sedimenta los sólidos en suspensión con contenido orgánico y,
2. Por otra parte, y de manera simultánea, remueve la carga orgánica a través de un sistema de humedales o láminas filtrantes (Figura 21).



Corte A – A Principio de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Figura 21. Esquema general de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ingredión Colombia S.A. Planta Malambo.

Fuente Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos Ingredion Colombia S.A. – Planta Malambo.

Alimentos concentrados del Caribe S.A (ACONDESA S.A) - Planta de Incubación. Como su nombre lo indica, la actividad de esta planta es la incubación de huevos provenientes de otras granjas, por lo cual el agua es utilizada para el lavado de canastillas, bandejas y localidades.

4.7. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS USOS ACTUALES

La identificación de los usos del recurso hídrico superficial para la ciénaga de Malambo parte de los usos establecidos en el Decreto Único Nacional para el Sector ambiental 1076 de 2015 el cual recopiló el decreto 3930 de octubre de 2010 que reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, así como el capítulo 11 del título VI-parte III – libro II del decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Se consideró la resolución de objetivos de calidad 0000449 de 2021 para los cuerpos de agua en jurisdicción de la CRA y los resultados de las últimas campañas de monitoreo. Otra información secundaria surge de la revisión de expedientes en la herramienta DOCUNET, la base de datos del RURH y la cartografía aportada por la CRA donde se identificaron los usuarios, la ubicación de sus captaciones y los usos dados al recurso hídrico para las diferentes actividades en el tramo de interés.

4.7.1. Tipos de uso y orden de prioridad.

Para la identificación de los usos actuales del recurso se parte de lo definido en el Decreto Único Nacional para el Sector ambiental 1076 de 2015 el cual recopiló el decreto 3930 de octubre de 2010 que reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, así como el capítulo 11 del título VI-parte III – libro II del decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Además, dicho decreto tiene como objeto establecer las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos a los ecosistemas hídricos, al suelo y a los alcantarillados además de contener las disposiciones que las autoridades ambientales competentes deben seguir para la elaboración de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Los usos del agua que establece el decreto son:

- Consumo humano y doméstico. Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico su utilización en actividades tales como:
 1. Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato.
 2. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como: higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
 3. Preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración.

- Preservación de flora y fauna. Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su utilización en actividades destinadas a mantener la vida natural de los

ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.

- Agrícola. Se entiende por uso agrícola del agua, su utilización para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.
- Pecuario. Se entiende por uso pecuario del agua, su utilización para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias.
- Recreativo. Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce:
 1. Contacto primario, como en la natación, buceo y baños medicinales.
 2. Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.
 - Industrial. Se entiende por uso industrial del agua, su utilización en actividades tales como:
 1. Procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexas y complementarios.
 2. Generación de energía.
 3. Minería.
 4. Hidrocarburos.
 5. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares.
 6. Elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.
 - Estético. Se entiende por uso estético el uso del agua para la armonización y embellecimiento del paisaje.
 - Pesca, Maricultura y Acuicultura. Se entiende por uso para pesca, maricultura y acuicultura su utilización en actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas en los que se desarrollan estas actividades.
 - Navegación y Transporte Acuático. Se entiende por uso del agua para transporte su utilización para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales por contacto directo.

De acuerdo con el decreto los usos del agua presentan un orden de prioridad para su aprovechamiento así:

- 1) Consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural.
- 2) Necesidades domésticas individuales.
- 3) Usos agropecuarios comunitarios.
- 4) Usos agropecuarios individuales.

- 5) Generación de energía.
- 6) Usos industriales y manufactureros.
- 7) Uso minero
- 8) Uso recreativo comunitarios
- 9) Usos recreativos individuales

4.7.2. Usos del agua para la ciénaga de Malambo.

La CRA, mediante Resolución 0000449 de 2021, definió los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de su jurisdicción a corto, mediano y largo plazo, para lo cual realizó el estudio: “Definición del marco de objetivos de calidad para el eje principal, costado occidental río Magdalena en jurisdicción del C.R.A”, cuyo objetivo principal fue establecer el marco de objetivos de calidad hídrica para el eje principal del río Magdalena en jurisdicción de la CRA. Con este estudio se definieron los usos potenciales y los criterios de calidad a los cuales le apuesta esta autoridad ambiental en el corto, mediano y largo plazo.

Se tuvieron en cuenta: el perfil de calidad de los cuerpos de agua, los usos actuales y potenciales, las cargas totales dispuestas en la actualidad, los criterios y normas definidas en el Decreto 1076 de 2015, el establecimiento de los modelos de simulación de calidad para determinar la capacidad asimilativa de sustancias biodegradables o acumulativas y la capacidad de dilución de sustancias no biodegradables, la conservación de límites acordes con las necesidades del consumo y el grado de desarrollo previsto en el área de influencia del recurso.

La ciénaga de Malambo se encuentra en el tramo cuenca río Magdalena, subcuencas 2904-2, 2904-3 y 2904-4, sector que abarca los humedales de la franja nororiental del Departamento, receptores de las descargas de aguas residuales industriales y domésticas provenientes de los cascos urbanos de los municipios de Soledad, Malambo, Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela, Baranoa y Polonuevo. Para este tramo, define los siguientes usos para el corto, mediano y largo plazo:

Tabla 25. Usos del recurso hídrico para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena subcuenca 2904-3.

Sistema		Usos				Clase		
Río/Tramo	Tipo	Principal	Secundarios	Restringidos	Prohibidos	Corto plazo- 2 años	Mediano plazo – 5 años	Largo plazo – 10 años
Magdalena	Complejo de humedales y ciénagas	Preservación de flora y fauna	Transporte, contacto primario, contacto secundario, pesca	Consumo humano y doméstico	Asimilación de aguas residuales	V	V	I

Fuente: Resolución de Objetivos de Calidad 0000449 de 2021 de la CRA.

Las siguientes tablas definen los objetivos de calidad para la clase I y V y contienen los usos posibles para dichas clases.

Tabla 26. Objetivos de calidad para las aguas de clase I.

Clase I	Uso posible: Corresponde a los valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.	
Parámetros orgánicos y bacteriológicos		
DBO5	mg/L	7
OD	mg/L	4
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000
Parámetros nutrientes		
Nitratos	mg/L	10
Nitritos	mg/L	10
Sólidos		
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	10
Parámetros de interés sanitario		
Aluminio	mg/L	5
Amoniaco	CL96/50	0,1
Arsénico	CL96/50	0,05
Bario	CL96/50	0,1
Berilio	CL96/50	0,1
Boro	mg/L	0,3 – 0,4
Cadmio	CL96/50	0,01
Cianuro libre	CL96/50	0,05
Cinc	CL96/50	0,01
Cloro total residual	CL96/50	0,1
Clorofenoles	mg/L	0,5
Cloruros	mg/L	260
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	CL96/50	0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	0,002
Cromo (Cr+6)	mg/L	0,06
Cromo hexavalente	CL96/50	0,01
Difenil	Concentración de Agente activo	0,0001
Difenil policlorados	Concentración de agente activo	No detectable
Fenoles monihidricos	Fenoles	1
Fluor	mg/L	1
Grasas y aceites	% de sólidos secos	0,01
Hierro	mg/L	0,1
Litio	mg/L	2,5
Manganeso	mg/L	0,1
Mercurio	mg/L	0,002
Molibdeno	mg/L	0,01
Niquel	mg/L	0,01
pH	Unidades	6,5 – 8,5
Plaguicidas organoclorados	Concentración de agente activo	0,001
Plaguicidas organofosforados	Concentración de agente activo	0,05
Plata	mg/L	0,01
Plomo	mg/L	0,01

Clase I	Uso posible: Corresponde a los valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.	
Sales	mg/L	3000
Selenio	mg/L	0,01
Sulfatos	mg/L	400
Sulfuro de hidrógeno	mg/L	0,0002
Tensoactivos	mg/L	0,143
Turbiedad	mg/L	20
Vanadio	mg/L	0,1

Fuente: Resolución 0449 de 2021 de la Corporación Regional Autónoma del Atlántico.

Tabla 27. Objetivos de calidad para las aguas de clase V.

Clase V	Uso posible: Corresponde a valores de los usos para asimilación de materia orgánica, uso Industrial restringido y recuperación para paisajismo.	
Parámetros orgánicos		
DBO5	mg/L	70
Sólidos		
Sólidos suspendidos	mg/L	50
Parámetros de interés sanitario		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	CL96/50	0,1
Berilio	CL96/50	0,1
Boro	mg/L	0,3 – 0,4
Cadmio	CL96/50	0,01
Cinc	CL96/50	2
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	CL96/50	0,2
Cromo (Cr +6)	mg/L	0,1
Fluor	mg/L	1
Grasas y aceites	% de sólidos secos	Ausente
Hierro	mg/L	5
Litio	mg/L	2,5
Manganeso	mg/L	0,2
Material flotante y espumas		Ausente
Mercurio	mg/L	0,01
Molibdeno	mg/L	0,01
Niquel	mg/L	0,2
Olor		Ausente
pH	Unidades	4,5 - 9
Plomo	mg/L	0,1
Selenio	mg/L	0,02
Vanadio	mg/L	0,1

Fuente: Resolución 0449 de 2021 de la Corporación Regional Autónoma del Atlántico.

4.8. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL SISTEMA DE CIÉNAGAS DE LA MARGEN ORIENTAL DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO Y PLANICIE ALUVIAL DEL RIO MAGDALENA

Considerando que los humedales son parte integral de toda la cuenca y se deben comprender como sistemas abiertos, la importancia del estudio relacionado con los aspectos geomorfológicos radica en comprender las morfogénesis de la cuenca tributaria, la cual controla diferentes factores del sistema, determinando la relación entre cada una de sus variables.

Según (Makanura et al., 1988), los humedales se pueden dividir en tres subsistemas consecutivos de una cuenca:

- I. Sistemas naturales del cuerpo de agua y su área de drenaje.
- II. Sistema de bosques, agricultura y pesca como actividades primarias
- III. La población y sus centros de actividad socio-económica.

El primer subsistema sostiene al segundo y tercer subsistema. Por tanto, el manejo efectivo de los recursos hídricos se debe ajustar a la dinámica del ciclo hidrológico, involucrando las variables que lo afectan, como son las biofísicas, económicas y sociales de la cuenca del humedal.

El objetivo fundamental del estudio es llegar a un conocimiento geomorfológico del área de influencia de la ciénaga de Malambo, con el fin de obtener una idea amplia sobre los procesos morfodinámicos que controlan el drenaje en la zona y que dan como resultado el modelado morfológico en el sentido de unidades de paisaje, así como también de los cambios relacionados con la morfogénesis y la dinámica del espejo de agua relacionada con las corrientes y del área de influencia de la planicie aluvial.

Se describe la geomorfología del área de estudio, con base en la recopilación de información de estudios existentes para el Río Magdalena, destacándose el estudio de geología, geomorfología, zonificación de la resistencia de los materiales a la erosión fluvial, dinámica fluvial y zonificación de la susceptibilidad a las inundaciones sector puente Pumarejo – Bocas de Ceniza y el estudio elaborado por German Vargas Cuervo (2005) y el Proyecto “Delta del río Magdalena”: Estudio geológico, geomorfológico, dinámica fluvial y alternativas de conexión al mar Caribe Informe Final-contrato UN-0J-2013-21085, a continuación se presenta un resumen del estudio citado, enfocados en la zona del presente área de estudio:

Según el geólogo German Vargas Cuervo, las unidades de sub paisaje asociadas al delta del río Magdalena en el área de estudio son: cauce mayor del río Magdalena, complejo de ciénagas del río Magdalena, Paleocauce de Sitionuevo. (Ver Plano Geomorfológico - Figura 22).

Unidad de subpaisaje del cauce mayor del río Magdalena (FM)

- Cauce mayor representa el lecho por donde el cauce activo del río puede discurrir en un momento dado de aguas bajas o altas (Figura 22). El cauce o lecho mayor del río Magdalena en esta área, presenta una forma irregular tabular sinuosa que se adelgaza hacia el Norte. El Lecho mayor del río Magdalena en el sector comprendido entre el Puente Pumarejo a Palmar de Varela varía entre 2000 m en su sitio más angosto y en el más ancho alcanza del orden de 6000 m (en el extremo sur del área en inmediaciones de la Isla Cabica, frente a la Ciénaga de Malambo). En este subpaisaje se identifican las siguientes unidades de paisaje fisiográfico: cauce activo, isla fluvial cauce activo, laguna vega de divagación, vega de divagación y algunas áreas de inundación en general.
- Cauce activo (Fmca02). El cauce mayor representa el lecho por donde el cauce activo del río puede discurrir en cualquier periodo de tiempo, de aguas bajas o altas. Actualmente el cauce activo frente a Caimital tiene un ancho total de 840 m. El ancho medio del cauce activo para el Bajo Magdalena es del orden de 800 m. Cuando el cauce activo supera el ancho medio, se induce una menor capacidad en el transporte de sedimentos y se generan barras centrales (Islas Fluviales).
- Isla fluvial Cauce activo (Fmcai). Sobre el cauce activo del río Magdalena en el área se presentan islas fluviales de carácter permanente. Entre estas islas se destacan de Norte a Sur, la Isla Rondón y la Isla Cabica, es una geoforma fluvial de alta dinámica de sedimentación, donde se presenta generalmente bifurcaciones del cauce y la movilidad de una gran barra central de sedimentos o Isla Fluvial de alta dinámica.
- Laguna vega de divagación (Fmcla). Corresponden a pequeñas lagunas dejadas por el abandono de cauces activos de río Magdalena sobre sus vegas de divagación.



Figura 22. Lecho mayor (línea amarilla) del Río Magdalena entre Puente Pumarejo e Isla Cabica.

Fuente: Informe Final-contrato UN-OJ-2013-21085. UNIVERSIDAD DEL NORTE (2013).

Provincia Fisiográfica de La Cuenca del Bajo Magdalena.

De acuerdo con el estudio geomorfológico disponible, la cuenca del Bajo Magdalena cubre el tramo del río desde Regidor hasta Bocas de Ceniza en el mar Caribe. Geomorfológicamente se caracteriza por presentar extensas llanuras de inundación con un complejo de zonas de ciénagas, que se localizan lateralmente sobre las márgenes del río. En la zona de estudio el río Magdalena presenta un sistema complejo de formas de origen fluvial, fluvio lacustre, las cuales en el sector de interés se destacan las ciénagas Convento, de Malambo y la ciénaga de Bahía (Mesolandia), las cuales se encuentran parcialmente interconectadas.

Subprovincia fisiográfica del delta del río Magdalena.

Para la zona de estudio, en esta subprovincia se registran sobre el paisaje diversas formas de relieve de origen: fluvial y fluvio lacustre.

- Vega de divagación (Fmcmvd). Corresponden a zonas del cauce mayor por donde el río ha divagado recientemente. Son áreas de morfología plana, superficie irregular rugosa dejada por la presencia de paleocauces abandonados durante periodos de aguas bajas. Se presentan en gran parte del cauce mayor del río Magdalena cubriendo grandes extensiones de tierra, son explotadas con cultivos y pastos para ganadería (Figura 23). Morfológicamente se caracteriza como una vega de divagación del río, donde prevalecen zonas bajas inundables, con suelos húmedos y vegetación de pantano, donde se aprecia parcialmente caños de conexión con el cauce mayor del río Magdalena.



Figura 23. Vegas de divagación vistas sobre una imagen Landsat TM. Terraza aluvial baja (Fmztb). Morfología plana en la parte superior, terrazas bajas por corresponder a un primer nivel de sedimentación del río con alturas hasta de unos 3 o 4 m, se componen de materiales en forma de capas o lentes.

Fuente: Informe Final-contrato UN-OJ-2013-21085. UNIVERSIDAD DEL NORTE (2013).

- Dique aluvial (Fda). Estas geoformas se desarrollan frente a al corregimiento de Caimital y en la parte Sur del área de estudio con características diferentes (Figura 24). Los diques presentan una morfología plana a ondulada que poco sobresale de las llanuras de inundación y del lecho del río, su diferencia radica principalmente en su composición litológica por materiales arcillo limosos muy plásticos y su mayor resistencia a la erosión. En la margen derecha del río Magdalena, estos diques han sido afectados por procesos erosivos con rompederos, cortándolo en varios sectores provocando inundaciones en la zona de amortiguamiento o llanura de inundación.
- Planicie aluvial (Dfpa). Se presenta al suroeste y sureste del área de estudio desarrollando superficies planas a onduladas constituidas por materiales aluviales depósitos de derrubios.



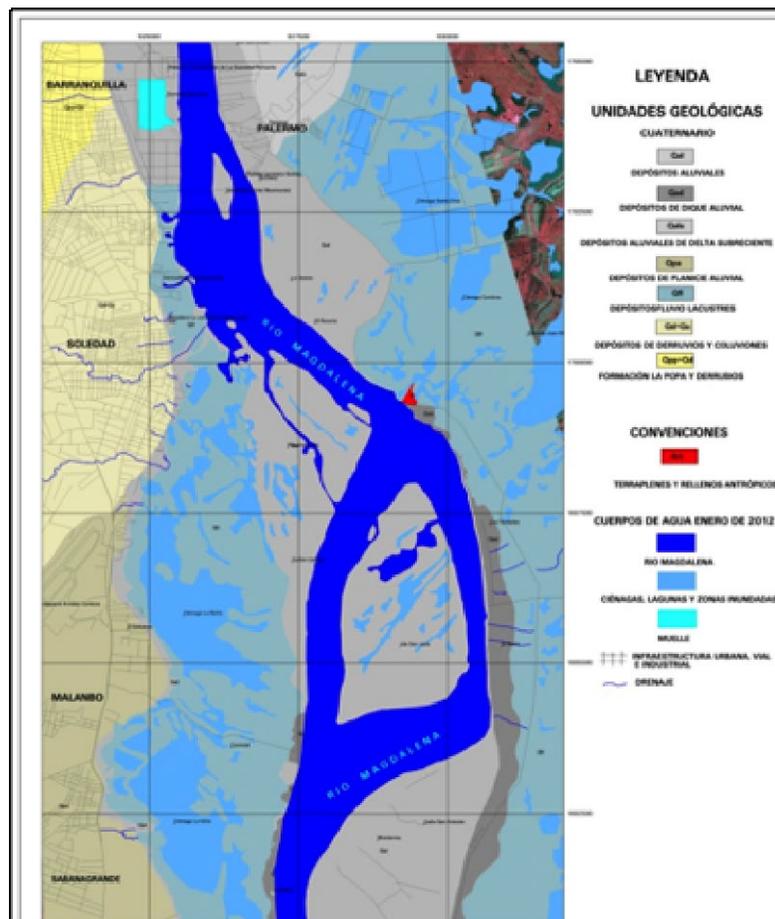
Figura 24. Detalle de los diques aluviales (Fda), controlando el curso del río Magdalena en la parte Norte del área de estudio en sus márgenes izquierda y derecha correspondientemente.

Fuente: Informe Final-contrato UN-OJ-2013-21085. UNIVERSIDAD DEL NORTE (2013).

Unidades geomorfológicas de origen fluvio – lacustres.

El río Magdalena, particularmente en su cauce o cuenca baja presenta en sus márgenes llanuras de inundación con un complejo de ciénagas interconectadas. Se localizan principalmente en la parte sur de Barranquilla. En este complejo de ciénagas y llanuras de inundación, se caracterizaron las siguientes unidades geomorfológicas:

- Llanura de inundación reciente y subreciente (FI_II1, FI_II2). Comprende áreas bajas de superficies plano cóncavas que sirven de amortiguamiento de inundación a las zonas de ciénagas y el río Magdalena. Se diferenciaron dos categorías: recientes (Fmc_II1) y subrecientes (Fmc_II2). Las primeras comprenden zonas más bajas y de inundación frecuente; las segundas son relativamente de mayor altura y su inundación se relaciona a inundaciones extremas asociadas a fenómenos de variabilidad climática como La Niña o inviernos fuertes. En estas llanuras se presentan pequeñas irregularidades del terreno por acumulaciones de material arcilloso y limoso formando montículos o promontorios. El sistema de ciénagas en la margen izquierda del río en el área de influencia de la zona del proyecto se identifican la ciénaga de Mesolandia y la ciénaga del Convento frente al municipio de Malambo, aguas arriba se identifican las ciénagas de Sabanagrande, de Santo Tomas y Palmar de Varela. La Figura 25, contiene el plano geomorfológico en el sector de estudio.



**Figura 25. Geomorfología Margen Izquierda Río Magdalena. Sector Sabanagrande (Atlántico) –
Puente Pumarejo (Barranquilla).**

Fuente: Informe Final-contrato UN-OJ-2013-21085. UNIVERSIDAD DEL NORTE (2013).

4.8.1. Ciénagas y pantanos.

Morfológicamente las ciénagas y pantanos son áreas que reciben los excedentes de las lluvias locales y los afluentes laterales de las colinas adyacentes y los desbordes naturales del río Magdalena. Estas zonas deprimidas se localizan comúnmente hacia el centro de las cubetas de inundación y presentan un régimen de inundación estacional a permanentemente.

Estas zonas inundables constan de sedimentos lacustres, es decir sedimentos arcillosos y orgánicos (turberas) cubiertos por la lámina de agua de espesor variable según la estación de lluvias y el tipo de ciénaga. De acuerdo con el mapa morfológico en la zona se diferencian dos clases:

- Las ciénagas dulces con aguas permanentes, que corresponden a cuerpos acuosos de baja profundidad y niveles fluctuantes en función del régimen de lluvias y el caudal local. Por lo general están conectados con el cauce principal del río Magdalena a través de caños de flujo y reflujos.
- Las zonas cenagosas con pantanos, son áreas planas, temporalmente cubiertas con agua, con niveles freáticos altos todo el tiempo, se hallan a nivel con el cauce de los caños principales y forman parte de la llanura de inundación. Se caracterizan por la presencia de sedimentos finos y orgánicos de origen aluvial y desarrollo de una vegetación de pantano con acumulaciones de materia orgánica.

4.8.2. Ciénaga de Malambo.

De acuerdo con las unidades morfológicas descritas, la ciénaga de Malambo se puede caracterizar como una ciénaga dulce, que hace parte de un complejo de zonas inundables y zonas encharcables de carácter permanente y de régimen natural, que está delimitada por el Occidente con Casco Urbano del Municipio de Malambo, por el Oriente la delimita el río Magdalena, por el Norte con la ciénaga de Bahía (Mesolandia) que corresponde al Municipio de Soledad y por el Sur con la ciénaga del Convento y la ciénaga de Sabanagrande.

El perímetro de la ciénaga de Malambo ha sido intervenido antropicamente, por la construcción sucesiva de Diques en tierra, los cuales han sido construidos progresivamente por los habitantes que se encuentran asentados en la zona denominada Caimital, quienes aprovechan dichas tierras en sus actividades económicas, que corresponden a la siembra de cultivos y actividades pecuarias tales como la ganadería y la cría de cerdos y la pesca. Existen dos diques carretables muy importantes, el localizado en la zona sur, fue construido por el Parque Industrial Malambo para conectar sus instalaciones con el Muelle localizado sobre la margen del río (Puerto PIMSA) y el Dique Norte construido para tender la tubería de conexión de agua del Río Magdalena con la

Urbanización Villa Olímpica en el municipio de Galapa. Estos diques han definido nuevos límites de las cubetas que conforman la ciénaga de Malambo y las ciénagas adyacentes (Figura 26).



Figura 26. Ciénaga de Malambo e intervenciones antrópicas (diques en tierra - color rojo).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los afluentes laterales que discurren de la zona de colinas adyacentes al municipio conforman arroyos, que aportan caudales locales significativos a las ciénagas y pantanos, los cuales a su vez alimentan las cubetas de inundación y los caños que discurren en sentido Sur – Norte, paralelos al valle del río Magdalena.

Por tanto, la dinámica de estos humedales está caracterizada por tres factores: desborde, encharcamiento y aportes laterales, los cuales interactúan en el espacio y en el tiempo, generando cambios morfodinámicos por la variabilidad del régimen de lluvias, caudales y sedimentos del río Magdalena y los tributarios de escorrentía superficial de los arroyos San Blas y Caracolí.

Dentro del sistema descrito, las ciénagas y pantanos cumplen la función primordial de transportar, almacenar y amortiguar los picos de caudales de aguas de todas las fuentes, como también sedimentos y materiales, que aportan los elementos de productividad bióticos, por tanto, es importante determinar y comprender la conectividad del sistema, que garantice el flujo de nutrientes, considerando toda la variabilidad espacial y temporal del ecosistema, para mantener la biodiversidad del mismo.

El sistema de la ciénaga de Malambo está formado por una cubeta de inundación permanente y otra transicional, que en condiciones no intervenidas mantenía conexiones con la red de caños que discurren sobre la planicie aluvial del río Magdalena, lo que permitía la interconexión con las ciénagas de Convento y Bahía. Por tanto, la variación espacial y temporal, como la distribución de caudales que ingresaban a la ciénaga dependían de la conectividad con la red de caños de la planicie inundable (ciénagas de Convento y Bahía) y del río Magdalena.

Las llanuras de desborde son consideradas de las más complejas en términos geomorfológicos, la mayoría de las unidades se originan en la temporada de aguas altas y unas cuantas en temporada seca o de aguas bajas. De acuerdo con los análisis realizados, a continuación se describen las unidades del plano inundable en la zona de estudio (Figura 27).



Figura 27. Ciénaga de Malambo y zonas inundables.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El plano de inundación: corresponde a un paisaje joven de edad actual a subactual, sujeto a inundaciones periódicas anuales o bianuales (naturalmente). Comprende los subpaisajes o geformas de dique natural, manto de desborde, basín alto y bajo, deltas internos de explayamiento y orillales.

Dique Natural: es la parte más alta del plano inundable y la que primero se seca pasada una inundación; se localiza a lado y lado de la corriente, como una franja estrecha y alargada, de forma convexa a plano – convexa, forma que adquiere debido a las partículas mayores que allí se han depositado, ocupando un mayor volumen en comparación con las más finas de otras posiciones.

En condiciones naturales, sobre los diques se desarrollan bosques de gran porte y en zonas intervenidas se asientan poblaciones, vías y actividades agropecuarias.

Manto o mapa de desborde (Cubeta de Inundación Transicional): Zona de transición entre el dique natural y el basín, no siempre tan definida como esas unidades, formadas por la acumulación de sedimentos de granulometría mediana en los que tienden a prevalecer los limos. La pendiente es recta y casi plana a ligeramente inclinada, en ocasiones cruzada por una fina red de líneas de drenaje que se pierden en dirección al basín. Los suelos son menos permeables que en el dique natural, con un drenaje natural imperfecto a moderado. Aquí todavía es posible

encontrar algún parcelaje y un uso menos intensivo de la tierra, o en su defecto, una cobertura vegetal algo menos desarrollada en el dique.

El Basín (Cubeta de Inundación): es la unidad más amplia del plano inundable, localizada atrás del dique natural, con extensión hacia los taludes de las terrazas, o también hasta las márgenes externas de la llanura. Su topografía plana cóncava favorece el estancamiento tanto de las aguas de desborde, como de aquellas aportadas por pequeños tributarios intermitentes y las de las mismas lluvias, lo cual facilita a su vez la decantación de las partículas más finas. Aquí pueden distinguirse dos porciones bastante definidas, una que podría denominarse cubeta de desborde o sea el basín alto, en donde las aguas de desborde se desplazan inicialmente hacia los tramos más bajos, para finalmente quedar cubierto durante un cierto periodo. La porción más baja corresponde a la cubeta de decantación, en donde las aguas se estancan por largos periodos o aun en forma permanente, constituyendo ciénagas.

En la primera dominan los suelos con granulometría francosa fina a fina, la permeabilidad es lenta y el drenaje natural pobre, con fuertes signos de hidromorfismo. En la segunda los suelos son arcilloso pesados, a veces con capas de turba intercalada; la permeabilidad es muy lenta y el drenaje natural muy pobre hasta cenagoso. Aquí la vegetación natural es más variable, que sea arbórea o herbácea. En los periodos de aguas bajas es recurrente el aprovechamiento de esta cubeta para actividades de agropecuarias.

4.8.2.1. Espejo de agua en la ciénaga de Malambo.

De acuerdo con los análisis de IDL SAS, el área de estudio presenta un basín y/o cubetas inundables altamente intervenidas por diques carretables y/o terraplenes.

Basados en las imágenes disponibles para el periodo 2018 – 2022, se hizo un análisis de los cambios observados sobre las superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce, que pueden estar conectadas o no con el sistema de ciénagas circundantes o con el río Magdalena.

Para el año 2018 las zonas identificadas como espejo de agua presentan una superficie de 227.9 hectáreas que corresponden a un porcentaje del 25.9% del área total de la ciénaga de Malambo. Para el año 2022, se determinó que el espejo de agua alcanza una superficie de 253.8 hectáreas, con relación al año 2018 se aprecia un ligero incremento de la superficie, lo anterior puede estar asociado al incremento de los niveles de la ciénaga y/o el río Magdalena, donde el año 2022 predominaron niveles altos, los cuales permiten inundaciones generalizadas cubriendo gran parte de la ciénaga.

Así mismo, en relación con las coberturas de origen antrópico o semi-naturales, se identificó que para el año 2018 existía un área perteneciente a canales, jarillones o terraplenes aproximada de 13.10 hectáreas, las cuales se distribuyen hacia la parte de orillares del sector noroccidente de la ciénaga. Las estructuras antrópicas más sobresalientes sobre la ciénaga de Malambo son el

Dique Sur, Dique Norte y los Diques Marginales próximos a la margen occidental del río Magdalena en el área de influencia de la vereda de Caimital.

4.8.2.2. Análisis multitemporal de estructuras antrópicas en la ciénaga de malambo 1973 – 2022.

De acuerdo con los análisis de IDL SAS (2022) para el presente estudio, se presentan los resultados del análisis multitemporal para la identificación de obras antrópicas o infraestructuras desarrolladas durante los últimos cincuenta (50) años en las inmediaciones de la ciénaga de Malambo. Se tomaron como referencias las imágenes de los años: 1973, 1984, 1985, 1991, 1996, 1999, 2003, 2008, 2013, 2015, 2018 y 2022 (Tabla 28). Se identificaron obras antrópicas tales como: Jarillones, diques, terraplenes, canales, entre otros.

De acuerdo con el análisis realizado, se identificaron las estructuras asociadas a la ciénaga de Malambo. Inicialmente para el año 1973, solo existía un pequeño terraplén con una longitud aproximada de 2,241 metros, el cual se ubica en el sector norte de dicha ciénaga (Figura 28-L). Posteriormente, en la imagen perteneciente al año 1984, se alcanza apreciar hacia el margen derecho de la ciénaga en inmediaciones del río Magdalena, una estructura lineal tipo canal o terraplén que se distribuye de manera paralela e interrumpida (Figura 28-K); lo que demuestra que ha mediado de 1984, se iniciaron la construcción o adecuación de distintas infraestructuras.

Al comparar las imágenes de septiembre de 1984 y enero de 1985 (Figura 28: J-K), se puede evidenciar que, en el transcurso de cinco meses, se desarrolló gran parte de la vía que separa las ciénagas de Convento y Malambo. No obstante, es de apreciar que dicha vía se encontraba parcialmente construida, observando intercambio de flujo entre las dos ciénagas anteriormente mencionadas.

Tabla 28. Identificación de infraestructuras asociadas a la ciénaga de Malambo, para la serie de tiempo comprendida entre 1973 y 2022. Fuente: Elaboración Propia- año 2022

Numero de Infraestructuras	Año	Longitud (metros)	Ilustración
Uno (1)	1973	2241.2	1-L
Dos (2)	1984	4518.2	1-K
Cinco (5)	1985	10193.1	1-J
Ocho (8)	1991	15514.7	1-I
Ocho (8)	1996	16403.6	1-H
Diez (10)	1999	18853.9	1-G
Doce (12)	2003	19323.9	1-F
Trece (13)	2008	20640.5	1-E
Dieciséis (16)	2013	21829.7	1-D
Veinte (20)	2015	23247.5	1-C

Numero de Infraestructuras	Año	Longitud (metros)	Ilustración
Veinte y Dos (22)	2018	23594.0	1-B
Veinte y Dos (22)	2022	23715.9	1-A

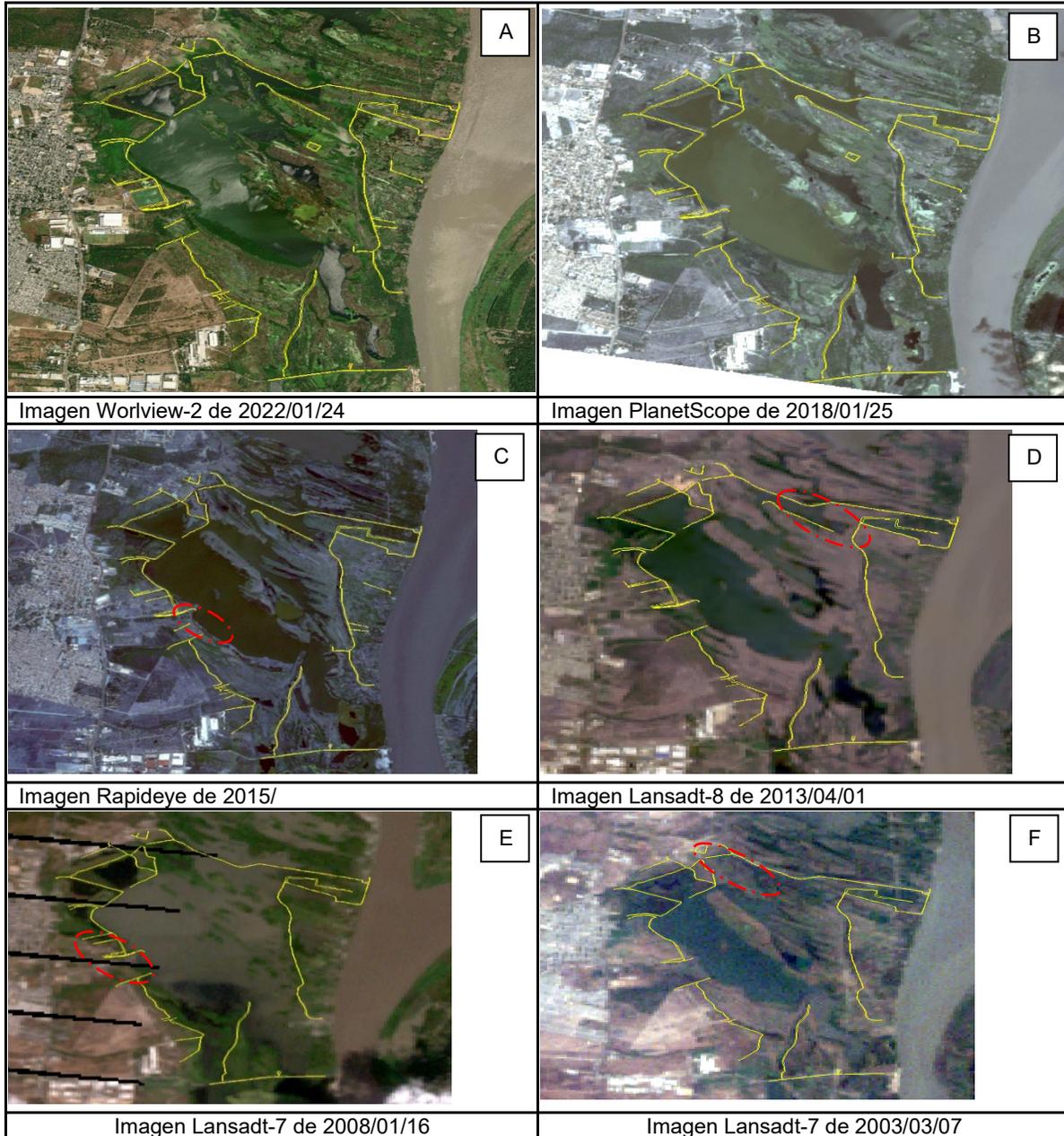
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto a los años 1985 y 1991 (Figura 28: J-I), se registra un incremento significativo relacionado con la longitud de los terraplenes que son utilizados como vía de acceso; de manera que se observa la aparición de la vía que separa las ciénagas de Bahía y Malambo, y una distancia construida aproximadamente de 15.514.7 metros lineales.

Para el periodo entre 1991 a 1999, se aprecia la aparición de nuevas obras antrópicas principalmente para el sector occidental de la ciénaga (Figura 28-G) en donde se observa una serie de terraplenes o diques, los cuales interrumpieron el flujo laminar causando la sectorización y desecación parcial de las zonas pantanosas evidenciadas en la imagen del año 1996 (Figura 28-H).

En cuanto al periodo para los años 2003 al 2015, se registra la aparición de nuevas obras de carácter complementario a las anteriores; es decir gran número de las obras actuales presentes en las inmediaciones de la ciénaga de Malambo, datan con fecha anterior al año 2000. Sin embargo, en dicho periodo se presentó un incremento aproximado de 3.923.6 metros de obras antrópicas o infraestructuras.

En relación al escenario actual (24 de enero de 2022), se encontró que las obras de carácter antrópico asociadas a la ciénaga de Malambo presentan un número de veinte dos (22), con una densidad aproximada de 23.715.9 metros, los cuales se distribuyen de manera homogénea por todos los alrededores de la ciénaga de Malambo (Figura 28-A).



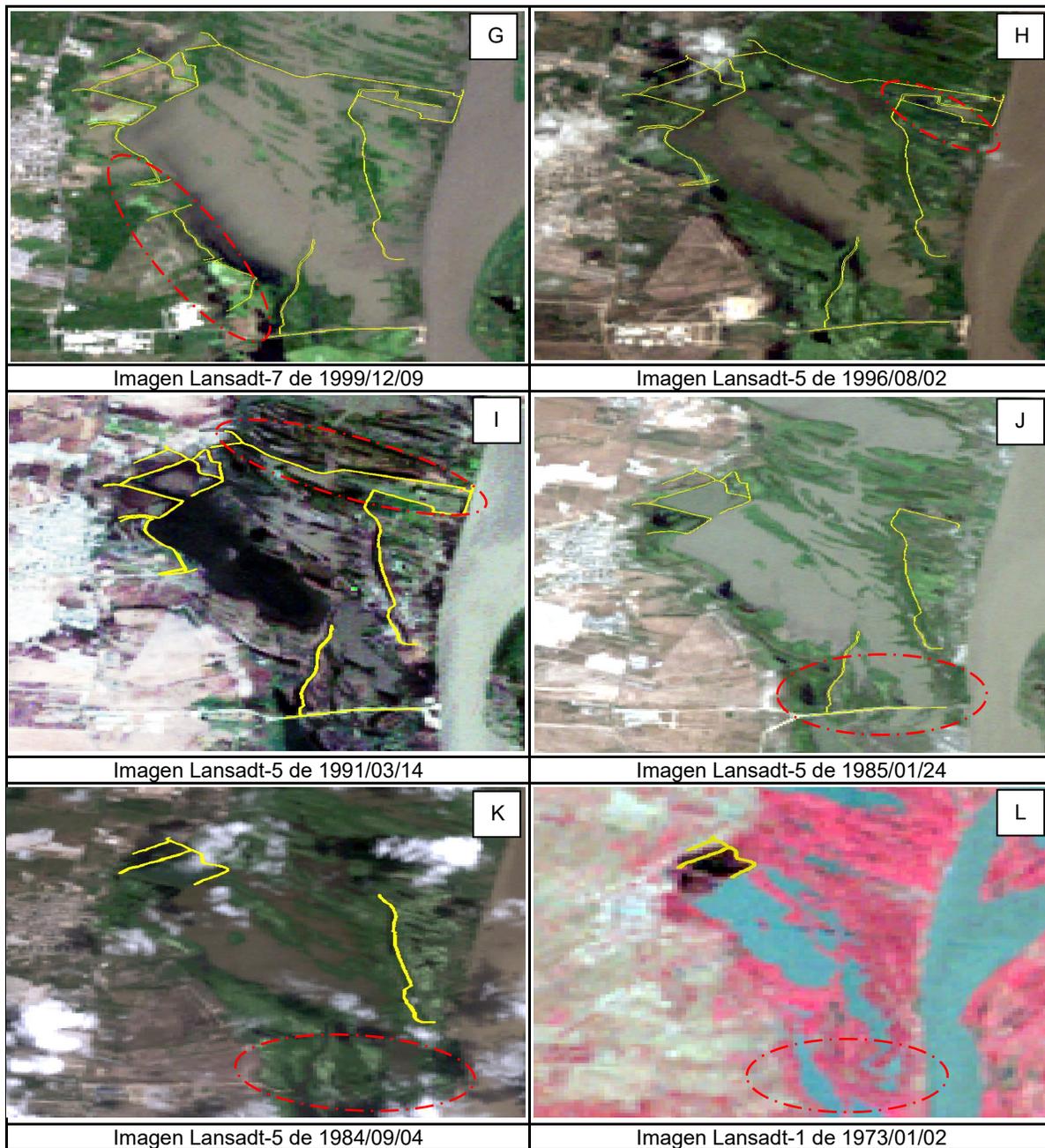


Figura 28. Dinámica temporal de las infraestructuras asociadas a la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto a la dinámica de la lámina de agua con relación a las obras antrópicas identificadas, se observó que para los años 2008 y 1999 (Figura 29), en el sector de la vía (terraplén) que separa a las ciénagas de Bahía y Malambo al igual que la vía entre las ciénagas de Convento y Malambo, el espejo de agua supero los niveles de altura para dicha vía, de manera que se presentó la conexión hídrica superficial entre ambas ciénagas. No obstante, para los años posteriores al 2008 no se evidencia conectividad hídrica superficial entre los dos cuerpos de agua,

lo cual puede ser indicador de que los niveles de profundidad han disminuidos a causa de la colmatación vegetal y sedimentaria o que los niveles de altura de la vía fueron incrementados.

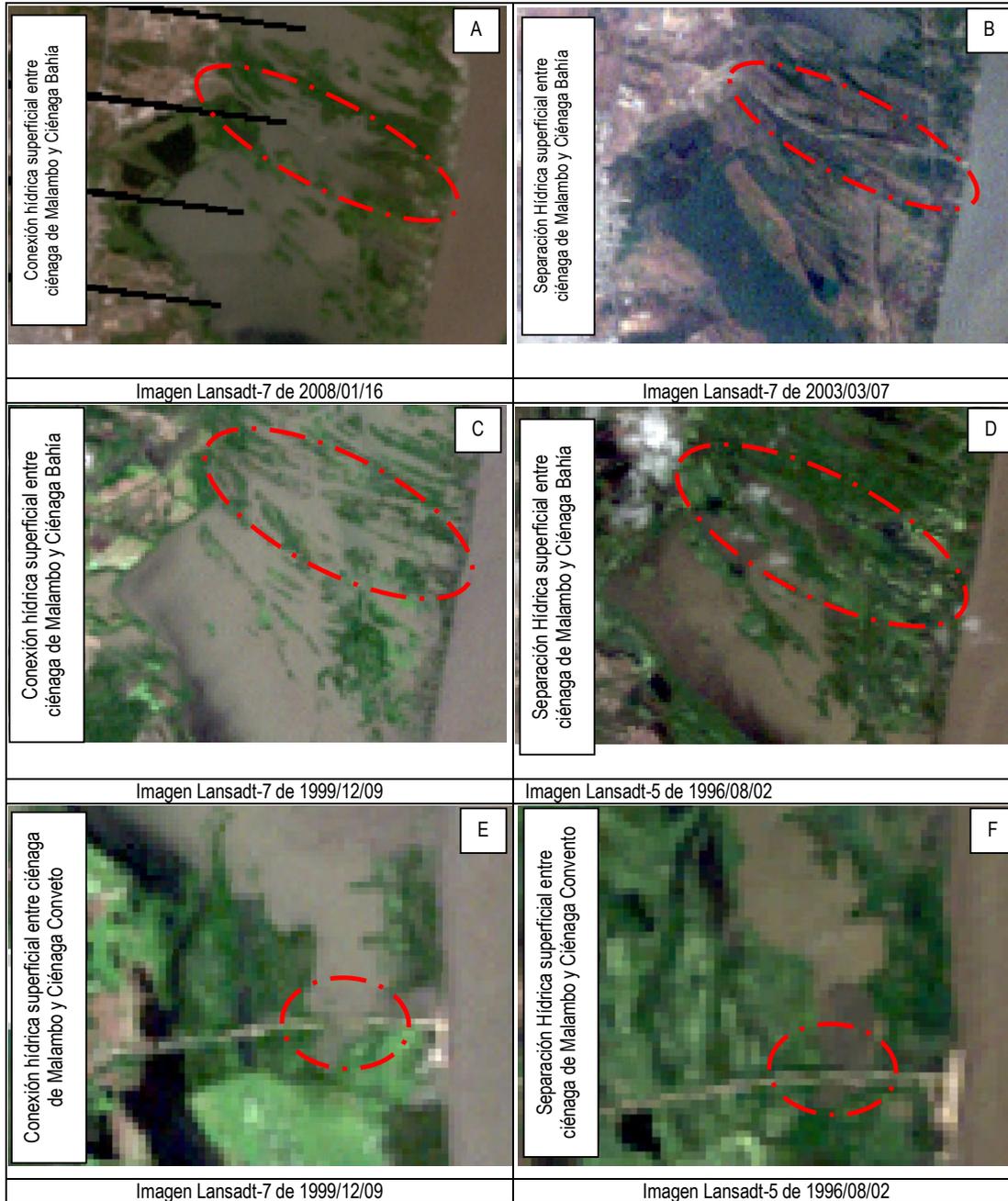


Figura 29. Conectividad temporal de la lámina de agua asociada a las infraestructuras.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.8.2.3. Conectividad hídrica superficial entre ciénaga de Malambo y río Magdalena. En relación con la conexión hídrica superficial, se encontró en la imagen perteneciente al año 1999 una conectividad superficial de la lámina de agua del río Magdalena con la denominada ciénaga de Malambo, mediante una apertura de aproximadamente 590 metros. De igual manera,

para el año 1996, se registra dicha apertura con una menor distancia y con vegetación acuática (Figura 30).

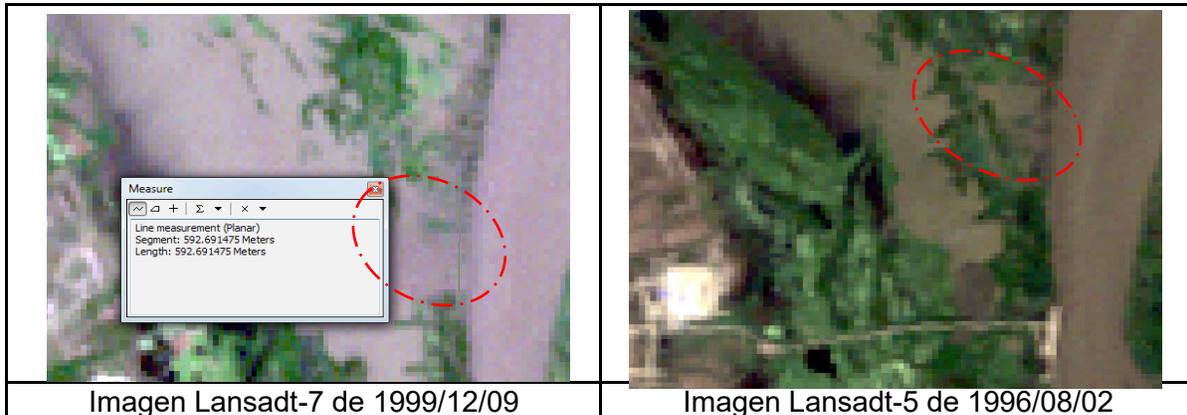


Figura 30. Conectividad hídrica superficial de la ciénaga de Malambo con el Río Magdalena.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.8.2.4. Cambio en el Paisaje de la ciénaga de Malambo.

Basados en la caracterización de las coberturas de la tierra para la microcuenca de la ciénaga de Malambo, arrojó que las coberturas predominantes para el año 2018 fueron: las zonas identificadas como espejo de agua con una densidad de 227.9 hectáreas; seguidamente encontramos las zonas de pastos enmalezados con un área de 206.6 hectáreas, seguidas de las zonas pantanosas con una densidad 185.5 hectáreas. En lo que concierne a la cobertura de vegetación acuática sobre cuerpos de agua (413), se encontró un área de 46,7 hectáreas.

En cuanto, a la vegetación protectora se identificó un total de 51.02 hectáreas de Bosque de galería y ripario bajo (3142), distribuido de manera heterogénea por todo el espejo de agua de dicha ciénaga. Adicionalmente, se identificaron aproximadamente 61.03 hectáreas de Bosque abierto bajo inundable (31222).

De igual manera, se identificó una densidad de 4.7 hectáreas pertenecientes a zonas de cultivos permanentes arbustivos (222) con una distribución hacia el sector nororiente en inmediaciones del albardón natural entre la ciénaga de Malambo y el Río Magdalena (Figura 31).



Figura 31. Mapa de coberturas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo, para el año 2018.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La estructura paisajística en cuanto a las coberturas de la microcuenca de la ciénaga de Malambo para el año 2022, arrojó un total de dieciocho (18) clases, en donde la cobertura de mayor dominancia es la correspondiente al espejo de agua, identificada como Lagunas, lagos y ciénagas naturales (512) con un aproximado de 253.8 hectáreas (Figura 32).

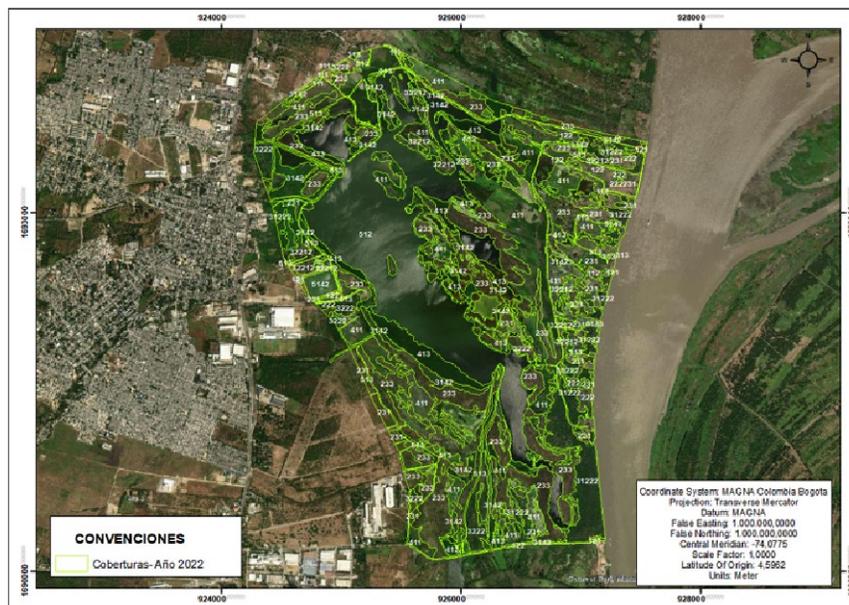


Figura 32. Mapa de coberturas para la microcuenca de la ciénaga de Malambo, para el año 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

A nivel de comparación entre los años 2018 y 2022, se encontró de manera general que cinco (5) de las dieciocho coberturas identificadas, presentaron variaciones considerables; como, por

ejemplo: las zonas de vegetación acuática sobre cuerpos de agua presentaron un incremento de 26.27 hectáreas, identificándose dicho incremento principalmente para la zona suroccidental de la ciénaga (

Figura 33).

El anterior comportamiento, es indicador de los procesos de sobrepoblación o colmatación vegetal que se vienen desarrollando en la denominada ciénaga de Malambo; en la cual, durante los últimos cuatro años, se ha presentado una tasa de crecimiento vegetal del 2.92%.

En cuanto a las zonas pantanosas (413) o aquellas áreas caracterizadas por presentar vegetación hidrófila tanto flotante como emergente, se registró una disminución de aproximadamente once hectáreas; las cuales fueron remplazadas principalmente por pastos limpios o pastos enmalezados (9.1 hectáreas) y bosque ripario bajo (1.54 hectáreas). Dichos cambios de coberturas reflejan la disminución o contracción de la lámina de agua principalmente para el sector norte de la ciénaga en inmediaciones del punto de conexión entre las ciénagas de Malambo y Bahía.

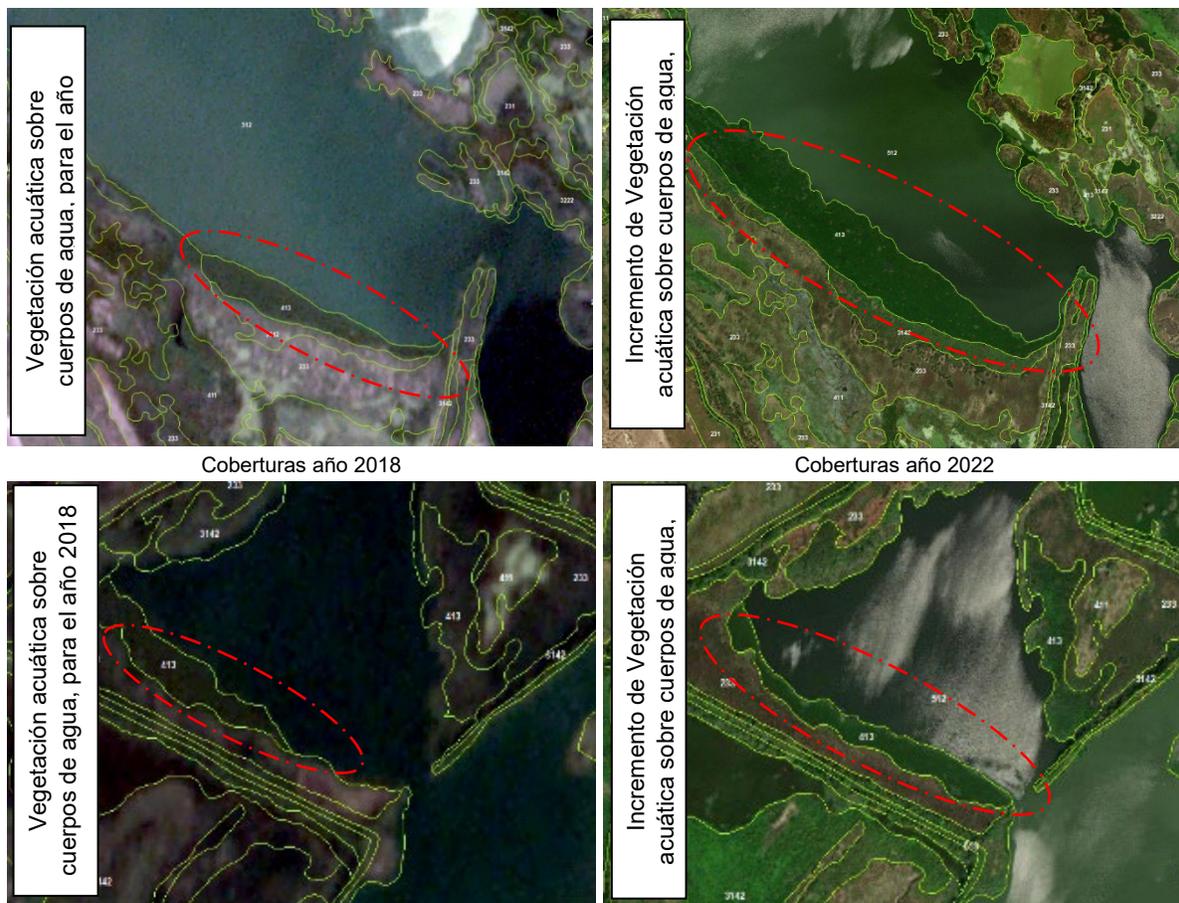


Figura 33. Variación cobertura de vegetación acuática ciénaga de Malambo periodo 2018 – 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede corroborar que durante los últimos cuatro años en la ciénaga de Malambo se han desarrollado proceso de sobrepoblación vegetal, es decir se ha colmatado el espejo de agua, causando su disminución y afectación de la dinámica y flujo hidráulico.

4.8.2.5. Efecto de diques construidos e intervenciones antrópicas en la hidrodinámica de la ciénaga de Malambo.

En términos de intervención de flujos se resalta el bloqueo generado por el levantamiento de diques y/o terraplenes construidos perimetralmente y al interior de la ciénaga. Con estas obras, el flujo y el volumen de agua que se daba naturalmente entre los caños de conexión de la ciénaga de Convento-Malambo y la Ciénaga Malambo-Bahía, fueron reducidos drásticamente. El agua en la dinámica original llegaba a los basines bajos, generalmente por desborde, de manera distribuida ha sido interferido significativamente. Así mismo la construcción generalizada de diques sobre la zona occidental en proximidad del casco urbano de Malambo y la construcción de jarillones y terraplenes próximos a la margen del río Magdalena, han afectado toda la hidrodinámica natural del humedal con el río Magdalena, generando un bajo intercambio de aguas, baja renovación y largos periodos de retención.

Por otra parte, las intervenciones antrópicas han llevado a la desecación parcial de muchas áreas y reducción significativa del espejo de agua de la ciénaga de Malambo y con ello la colonización extensiva de vegetación hidrófila, ocupando e interfiriendo el flujo y conductividad hidráulica de la ciénaga de Malambo, lo que alterado el balance hídrico y bioproductividad del sistema.

En la Figura 30 se puede observar los terraplenes construidos, los cuales tienen un efecto evidente en la transformación de la cobertura. En la zona media del basín, se observa el espejo de agua remanente, el cual se encuentra desconectado un gran periodo del año.

4.8.3. Hidrografía.

De acuerdo con la información secundaria disponible, se identifican 2 subcuencas de drenaje de aguas lluvias que confluyen a la zona de influencia de la ciénaga de Malambo, las cuales se relacionan en la Tabla 29 y Figura 34.

Tabla 29. Cuenca Tributarias a la ciénaga de Malambo.

Microcuenca	Área (Ha)
Arroyo Caracolí	4,061.92
Arroyo San Blas	4,929.73

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

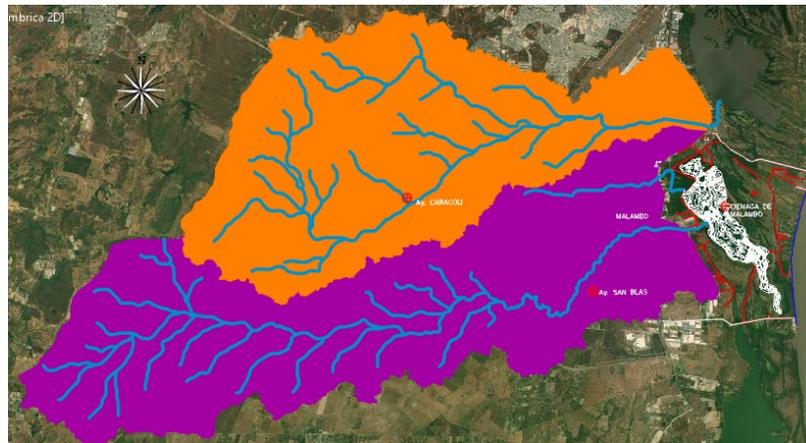


Figura 34. Subcuencas de la Ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De acuerdo con lo anterior, se pudo verificar que la subcuenca del arroyo San Blas descarga directamente a la ciénaga de Malambo, a través de su corriente principal y además el arroyo denominado el Sapo, que corresponde a una corriente de primer orden que hace parte de la subcuenca del arroyo San Blas.

Por otra parte, se pudo validar, que el arroyo Caracolí, descarga directamente a la ciénaga de la Bahía, pero en condiciones de aguas altas, este arroyo desborda hacia la ciénaga de Malambo.

4.9. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HIDRICA TOTAL, OFERTA HIDRICA DISPONIBLE E INDICADORES DE ESTADO

4.9.1. Clima, Hidrología e hidráulica.

La hidrología es la ciencia que trata del agua, su ocurrencia, su circulación, distribución, sus propiedades y su relación con el ambiente y los seres vivos. Por tanto, el manejo de una cuenca hidrográfica requiere del estudio conjunto de todos los factores que ella encierra, como el clima, agua, aspectos geomorfológicos, el suelo, y la cobertura vegetal, ya que ellos están íntimamente relacionados entre sí, por consiguiente, dependen unos de otros.

Por lo anterior, el ordenamiento de cuenca hidrográfica requiere fundamentalmente la cuantificación del recurso hídrico disponible, la distribución, la calidad, elementos que permitan determinar el balance hídrico del sistema y la capacidad ecosistémica para garantizar la bioproduktividad y aprovechamiento sostenible y sustentable de la cuenca.

La línea base relacionada con la estructura hidrológica e hidráulica del sistema, permiten establecer indicadores de estado del recurso hídrico fundamentales para planificar acciones con miras a la optimización del uso y el desarrollo sostenible, lo que en una primera fase la necesidad de contar con un diagnóstico para el mejoramiento de la hidrodinámica del complejo de ciénagas

donde se localiza la ciénaga de Malambo, en la margen Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico.

En este contexto, a partir de información secundaria y trabajos de campo, se ha elaborado la línea base relacionada con el comportamiento hidrológico, hidráulico y morfológico de la margen occidental del río Magdalena, frente a la ciénaga de Malambo, que permita realizar un diagnóstico del humedal, la red de escorrentía que tributa al complejo, la red de conexión con el sistema fluvial del río Magdalena y la red de caños internos que constituyen la conectividad hidráulica y en general la dinámica del ecosistema.

A continuación, se relaciona el alcance de los estudios de clima, Hidrología e Hidráulica considerados para elaborar la primera fase que contempla el Diagnóstico:

- Identificación del sistema de cuencas tributarias que aportan escorrentía directa a la ciénaga de Malambo, caracterización morfométrica de cada una de estas, estimación de los caudales a partir de modelos de lluvia – escorrentía, determinación de los aportes asociados a la distribución espacial y temporal del agua en el sistema.
- Análisis de la capacidad actual de almacenamiento de la ciénaga de Malambo y el balance de este cuerpo de agua a escala mensual, teniendo en cuenta los aportes y las pérdidas del sistema.
- Estimación de los indicadores del recurso hídrico, estos tienen como propósito responder a las necesidades de seguimiento y de evaluación del estado y la dinámica del recurso hídrico, en cantidad y en calidad.
- Características de la hidrodinámica del río Magdalena entre Puerto Pimsa y Puente Pumarejo, relacionadas con el comportamiento de caudales, niveles y velocidades, para eventos mínimos, medios, máximos y extraordinarios (tomando como referencia los caudales extremos presentados en los años 2010-2011).
- Con base en información secundaria, realizar el análisis de dinámica fluvial, en especial los asociados a la margen derecha izquierda del río Magdalena y los grados de resistencia a la erosión fluvial, con el fin de determinar la estabilidad actual y futura.
- Valorar los posibles efectos de eventos máximos del río Magdalena por efecto de diques o estructuras hidráulicas existentes en el área de la ciénaga. Este aspecto se analizará a partir de resultados de modelación hidrodinámica, modelo digital de terreno y levantamientos topo-altimétricos disponibles.
- Inventario y comportamiento de las estructuras hidráulicas existentes.

A nivel general la ciénaga de Malambo ha sufrido alteraciones y deterioro ambiental, como resultado de la intervención y taponamiento de caños y arroyos que llegan al sistema, con la construcción de diques al interior, con posibles aumentos en la sedimentación, la contaminación por vertimientos, que vienen afectando la bioproductividad pesquera, las actividades agrícolas y la conservación de la biodiversidad asociada a este humedal.

Preservar los recursos naturales y propiciar el desarrollo sostenible requiere la ejecución de estudios, en aras de aportar al conocimiento de las condiciones de funcionamiento del sistema de drenaje de la ciénaga de Malambo, con el fin último de proponer un Plan de Ordenamiento Hídrico de este ecosistema.

4.9.2. Información secundaria.

Para la ejecución de los estudios se recopiló la siguiente información secundaria:

- Información actualizada contenida en estudios realizados por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores de Barranquilla CORMAGDALENA - Universidad del Norte.
- Imágenes de satélite STRM, Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), INGEOMINAS, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Universidad del Magdalena, CRA, Gobernación del Atlántico.
- Documentos del Proyecto “RECUPERACIÓN DE LA CONECTIVIDAD HÍDRICA Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS HUMEDALES DE LOS MUNICIPIOS DE SABANAGRANDE, SANTO TOMÁS Y PALMAR DE VARELA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO”
- Estudio y Diseño de las Obras Hidráulicas con el Estudio de Suelos para la Construcción de Compuertas realizado por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO en 2003.
- Información STRM del Departamento del Atlántico, de la USGS, para el modelo digital del terreno (DEM)
- Río Magdalena, sector puente Pumarejo (K1590) – Bocas de Ceniza (K1612). Comportamiento morfológico por efecto del Dique Direccional, período: diciembre 1994 – diciembre 1995. Informe No. 2. E-004-017. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte. Barranquilla, febrero 1996.
- Monitoreo canal de acceso al Puerto de Barranquilla, sector Isla 1972. E-04-020. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte. Barranquilla, octubre 1996.

- Río Magdalena. Campañas Hidrosedimentológicas. CORMAGDALENA- Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte. Período 1990 – 2012.
- Diseño de las obras fluviales de profundización del canal de acceso a los Terminales Portuarios de Barranquilla – río Magdalena – Información Básica. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena, Gobernación del Atlántico, Ministerio de Transporte, Asoportuaria Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte. Febrero 1999.
- Planos batimétricos monitoreo del canal de acceso al puerto de Barranquilla, sector Puente Pumarejo – Puerto Pimsa. Universidad del Norte. Año 2010 - 2015.
- Información de Niveles - Caudales río Magdalena, Calamar (IDEAM), 1995-2015.
- Caracterización Hidráulica, sedimentológica y morfológica del río Magdalena y Canal del Dique. CORMAGDALENA – Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores - Universidad del Norte 2002.
- Planos Batimétricos del Canal Navegable de acceso al Puerto de Barranquilla, Ministerio de Transporte y CORMAGDALENA. 1993 – 2012.
- Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Rio Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada. Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. 2016.

Recopilación cartografía de otras fuentes:

- Orillas Río Magdalena (LEHLF, 2015)
- Resistencia de Orillas (LEHLF, 2002)

4.9.3. Aspectos climatológicos.

Las condiciones morfológicas de un complejo de humedales se caracterizan por formas relativamente planas (El relieve se origina a partir de ambientes aluviales, eólicas y Fluvio-lacustres). Las cuencas aportantes a la ciénaga de Malambo se identifican elevaciones máximas del orden de 220 msnm, donde las masas húmedas provenientes del océano no alcanzan a precipitarse en la región; sin embargo, la temperatura ambiental es suavizada por el sistema de vientos (CRA, 2007). Para el área que conforma todo el complejo de humedales de la vertiente occidental del río Magdalena, la caracterización del clima se estableció de acuerdo con la Clasificación Climática Caldas-Lang: Cálido (>24°C), Muy Seco (501 – 1000 mm/año) y húmedo (1001 – 2000 mm/año).

En general en la Región Caribe Colombiana, las condiciones del clima son regidas principalmente por los dos tránsitos que hace la Zona de Convergencia Intertropical (CIT) sobre la línea de costa, entre otros factores como la latitud de ubicación del territorio, la altura del territorio sobre el nivel del mar, el relieve que define el modelado del territorio y, finalmente, la cercanía a la línea de costa.

Así mismo de acuerdo con el IGAC (1994), se agregan otros factores como la latitud de ubicación del territorio, la altura sobre el nivel del mar, el relieve que define el modelado del territorio y, finalmente, la cercanía a la línea de costa.

Para el presente trabajo, se toman los estudios realizados (CRA 2016) del Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de la vertiente occidental del Rio Magdalena en el Departamento del Atlántico, clasificación a partir del comportamiento de las variables de temperatura y precipitación; que permiten caracterizar el clima a partir del entendimiento de las dinámicas asociadas a variables con respecto a geografía regional del área de influencia, donde se tienen en cuenta además, variables como humedad relativa, evaporación y caracterización de los vientos.

De la red de estaciones operadas por el IDEAM en la zona de la ciénaga de Malambo, mediante los polígonos de Thiessen se seleccionó como la estación más cercana a las subcuencas y sistemas cenagoso, la estación meteorológica instalada en el aeropuerto Ernesto Cortisoz del IDEAM, que incluyen registros desde el periodo 1985 hasta 2015. Así mismo, se complementa algunas variables con la estación de Las Flores sobre la margen Izquierda del Rio Magdalena en proximidad de la ciudad de Barranquilla.

En la siguiente Tabla, se presentan la estación evaluada que es operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, localizadas a partir de coordenadas geográficas; Adicionalmente, se puntualiza el Tipo de estación, Código de estación del IDEAM y la altitud en m.s.n.m.

Tabla 30. Estación IDEAM seleccionadas para el área de estudio.

Nombre estación [código]	Tipo de estación	Código de Estación	Ubicación [Región]	Fuente	Coordenadas		Alt. [msnm]
					Latitud N	Longitud E	
Aeropuerto E.C.	Climatológica	29045020	Malambo	IDEAM	10° 53' 01"	-74° 45' 54"	7

Fuente: Elaboración propia - IDEAM.

En la selección de la estación para el análisis de lluvias, se tuvo en cuenta dos criterios:

- Distancia y área de influencia al sitio de interés.

- Homogeneidad espacial del comportamiento de las lluvias.

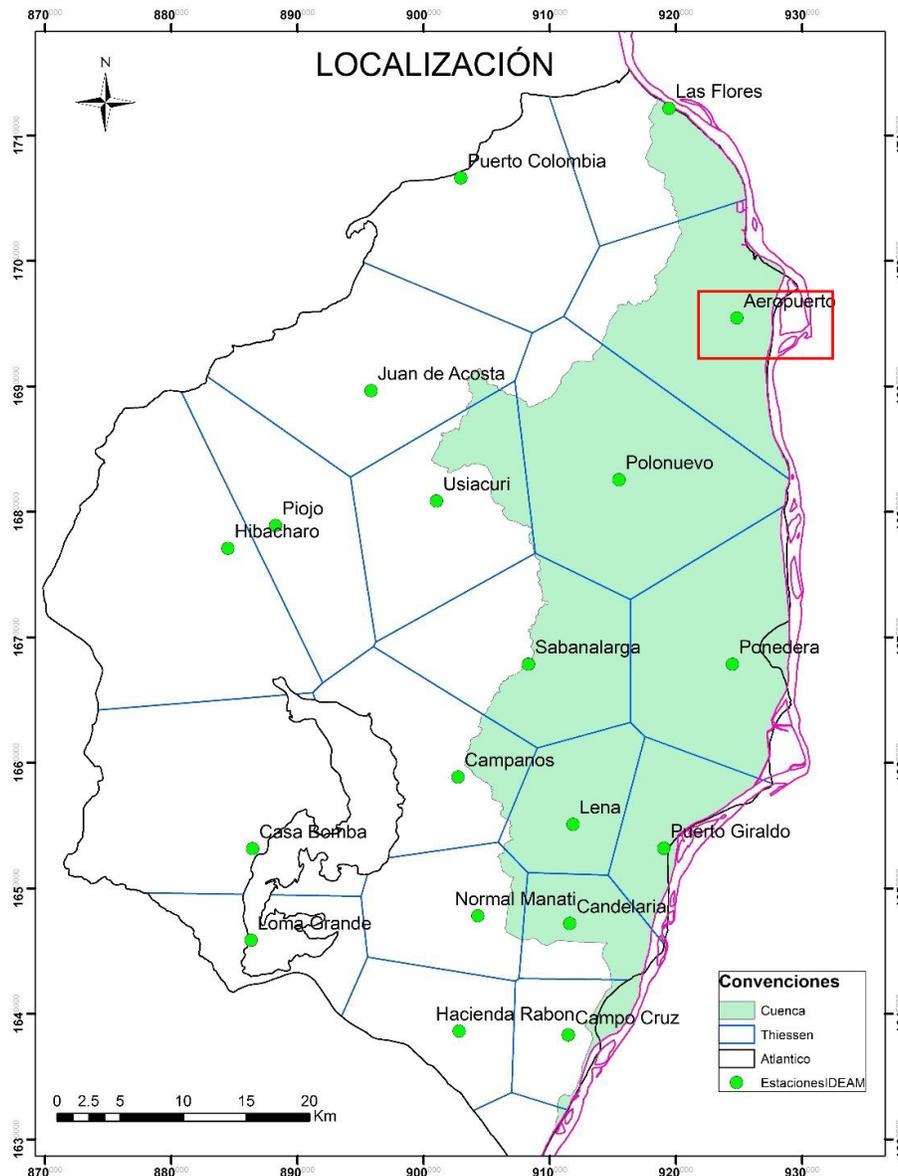


Figura 35. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.

Fuente: IDEAM.

4.9.3.1. Clasificación climática.

Tomando la información contenida en el estudio “Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada” (CRA-2016) y de acuerdo con la caracterización del CIOH (1998), el clima regional se clasifica como Tropical semiárido debido a la interacción de los fenómenos de la Zona de Convergencia Intertropical (CIT), la dinámica de los vientos alisios (Ondas convergentes del

Este) y la interacción de los frentes fríos del hemisferio Norte durante el transcurso del Año. Los desplazamientos en la Zona de Convergencia Intertropical de masa de aire húmeda marina y continental, generan condiciones climáticas tipo ciclónicas que se alternan entre Lluvias intensas, épocas secas y nubosidad localizada siendo el principal regulador del clima en la región. (Estinco, 1998).

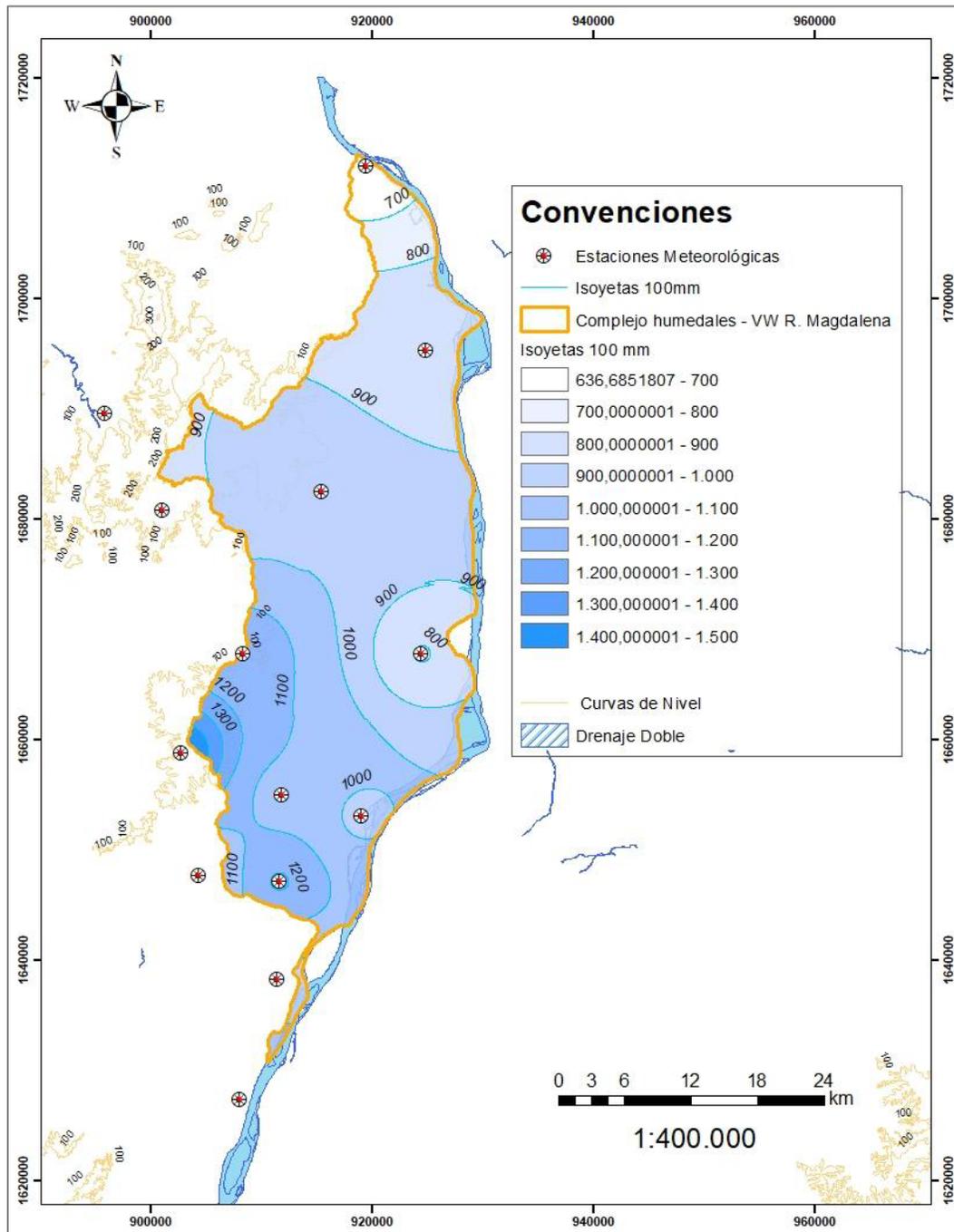


Figura 36. Isoyetas (100 mm) Multianual para el Complejo de Humedales en la Vertiente Occidental del río Magdalena. Tomado de “Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada” (CRA-2016).

El análisis de la información de isotermas permite inferir que el Complejo de humedales posee un dominio importante del clima Cálido (Según Caldas-Lang, intervalos de pisos térmicos entre 0 – 800 msnm) con sus correspondientes subdivisiones. El análisis de esos datos combinado la información brindada por los gráficos ombrotérmicos y los mapas de isohietas permite obtener una caracterización de los tipos climáticos presentes el Área de Estudio, al incorporar el análisis de los valores de precipitaciones y la disponibilidad de agua a lo largo del año, obteniéndose la siguiente clasificación.

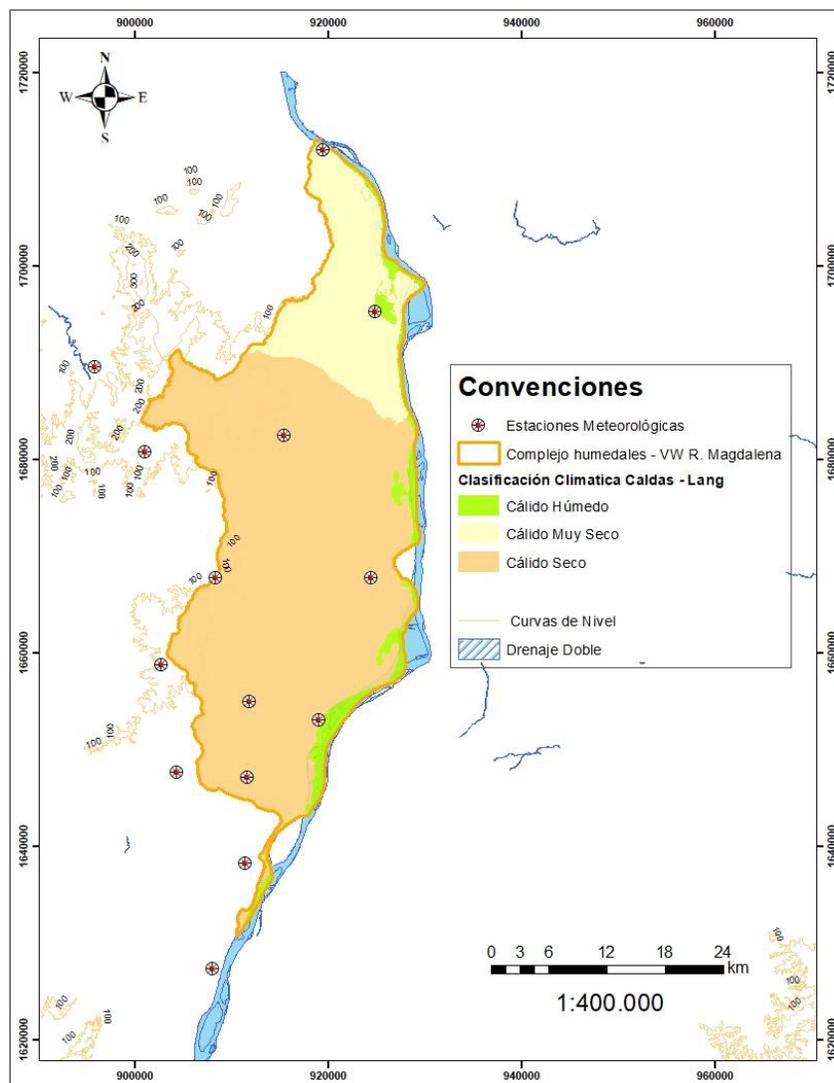


Figura 37. Clasificación Climática Caldas Lang para el Complejo de Humedales en la Vertiente Occidental del río Magdalena.

Fuente: Tomado de "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

Se concluye de esta información, que el clima para el área de Influencia de la ciénaga de Malambo es de tipo Cálido Muy Seco, se identifican hacia el sur, áreas con Climas Cálido Seco y hacia los humedales que bordean la planicie aluvial del río Magdalena se identifica clima Cálido Húmedo, como se observa en el gráfico.

Para el presente trabajo, se toman los estudios realizados (CRA 2016) del Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de la vertiente occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico, clasificación a partir del comportamiento de las variables de temperatura y precipitación; que permiten caracterizar el clima a partir del entendimiento de las dinámicas asociadas a variables con respecto a geografía regional del área de influencia, donde se tienen en cuenta además, variables como humedad relativa, evaporación y caracterización de los vientos.

De la red de estaciones operadas por el IDEAM en la zona de la ciénaga de Malambo, mediante los polígonos de Thiessen se seleccionó como la estación más cercana a las subcuencas y sistemas cenagoso, la estación meteorológica instalada en el aeropuerto Ernesto Cortissoz del IDEAM, que incluyen registros desde el periodo 1985 hasta 2020. Así mismo, se complementa algunas variables con la estación de Las Flores sobre la margen Izquierda del río Magdalena en proximidad de la ciudad de Barranquilla.

En la siguiente Tabla, se presentan la estación evaluada que es operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, localizadas a partir de coordenadas geográficas; Adicionalmente, se puntualiza el Tipo de estación, Código de estación del IDEAM y la altitud en msnm.

En la selección de la estación para el análisis de lluvias, se tuvo en cuenta dos criterios:

- Distancia y área de influencia al sitio de interés.
- Homogeneidad espacial del comportamiento de las lluvias.

Tabla 31. Información de las estaciones climatológicas evaluadas en este estudio.

Estación	Tipo	Código	Ubicación [Región]	Fuente	Coordenadas		Altitud [msnm]
					Latitud N	Longitud E	
Aeropuerto E.C.	Climatológica	29045020	Malambo	IDEAM	10° 53' 01"	-74° 45' 54"	7
Las Flores	Climatológica	29045120	Barranquilla	IDEAM	11° 02' 04"	-74° 48' 52"	13

Fuente: IDEAM

4.9.3.2. Precipitación.

En general para la región del caribe, la distribución de la precipitación a lo largo del año está marcada por el ascenso progresivo de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) sobre la zona ecuatorial, correspondiente a bajas presiones a donde llegan las corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de los grandes cinturones de alta presión (IDEAM, 2012), ubicados en la zona subtropical de los hemisferios Sur y Norte, dando origen a la formación de grandes masas nubosas y abundantes precipitaciones (CAR, 2012). Dentro de la caracterización para precipitación en la zona del Caribe, las variables que permiten identificar el comportamiento de los regímenes de lluvia se establecen en vientos débiles con orientaciones variables según las estaciones evaluadas y presiones bajas en la parte NW de la costa caribe.

La distribución espacial de la precipitación en la cuenca baja de la vertiente occidental del Rio Magdalena se produce generalmente asociada a presiones atmosféricas bajas entre los meses de abril a noviembre, donde se observa que para el área de estudio la precipitación media anual en las estaciones evaluadas se encuentra entre 995,68 mm \pm 111,09 mm (884,59 mm a 1106,77 mm aproximadamente).

Para la cuenca baja de la vertiente occidental del Rio Magdalena, se dispone de catorce (14) estaciones, ver Tabla 1, se evalúa la precipitación mensual promedio multianual y la precipitación máxima en 24 horas a partir de los Registros de la Estación Aeropuerto Ernesto Cortizos.

- Precipitación anual.

A partir de los registros históricos de precipitación de la estación Aeropuerto Ernesto Cortizos, se puede indicar que la precipitación total multianual considerando el periodo 1990 – 2020, presenta las siguientes características: Precipitación Anual Mínima es de 395 mm, la Precipitación Máxima Anual es de 1599 mm y el promedio de la Precipitación Anual Multianual es de 860 mm (Figura 38).

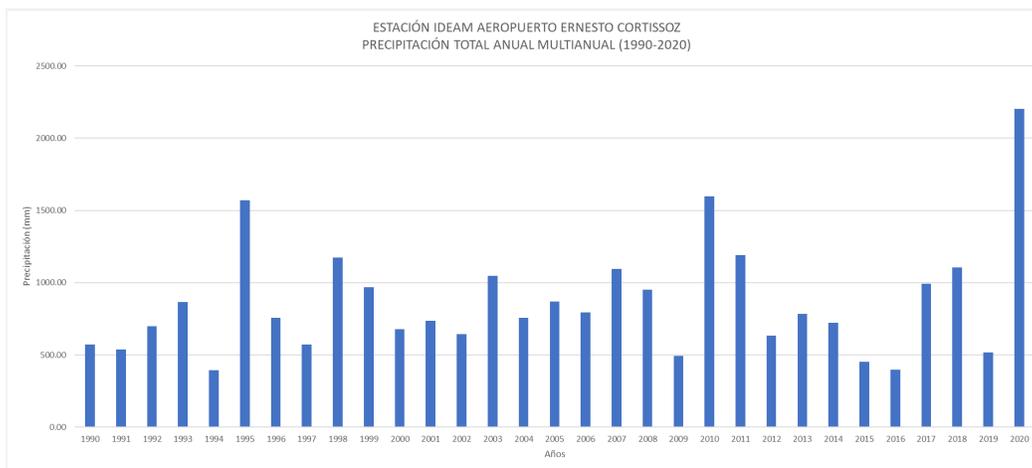


Figura 38. Precipitación total anual multianual, Estación Aeropuerto.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Precipitación mensual.

En la estación del Aeropuerto, se observa un periodo lluvioso entre los meses de mayo a noviembre, seguido dos periodos de transición en los meses de abril y diciembre, finalmente el periodo seco entre los meses de enero a marzo (Figura 39).

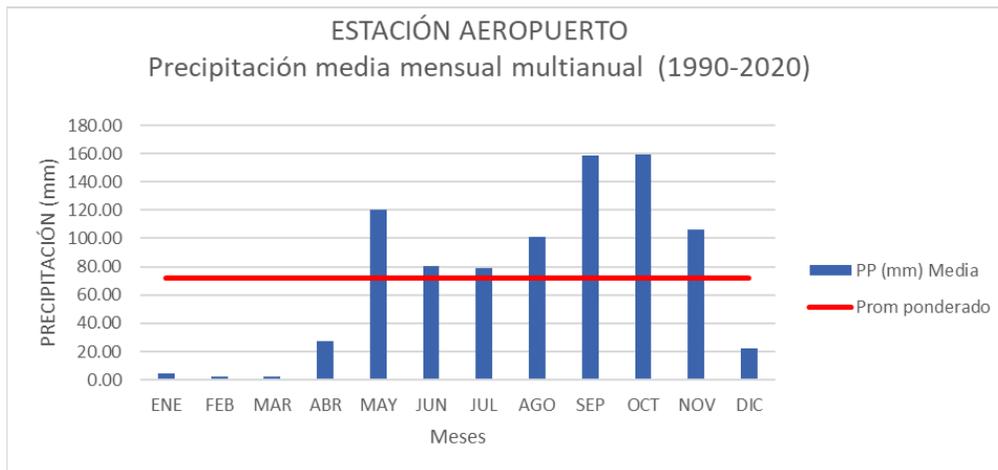


Figura 39. Precipitación (mm) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El primer pico de lluvia se presenta hacia el mes de mayo con un valor de 120,54 mm el segundo pico se presenta entre los meses de septiembre y octubre con precipitaciones en orden de 159,14 mm. Los meses de transición presentan precipitaciones mensuales entre 20 mm y 100 mm (Tabla 32).

Tabla 32. Valores de Precipitación Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.

P (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	80.52	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39

Fuente: IDEAM.

Dentro del análisis en el área de estudio, se observaron regularmente periodos lluviosos, secos y en transición. La correlación del comportamiento en la Convergencia Intertropical (CIT) se determinó a partir de las siguientes características para los periodos climáticos.

- Precipitación diaria

De acuerdo con los análisis de lluvia, estos eventos son sucesos cortos, generalmente no duran más de 6 horas, pero con intensidades altas. A continuación, se presentan los registros diarios de precipitación de la respectiva estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz estaciones (Figura 40).

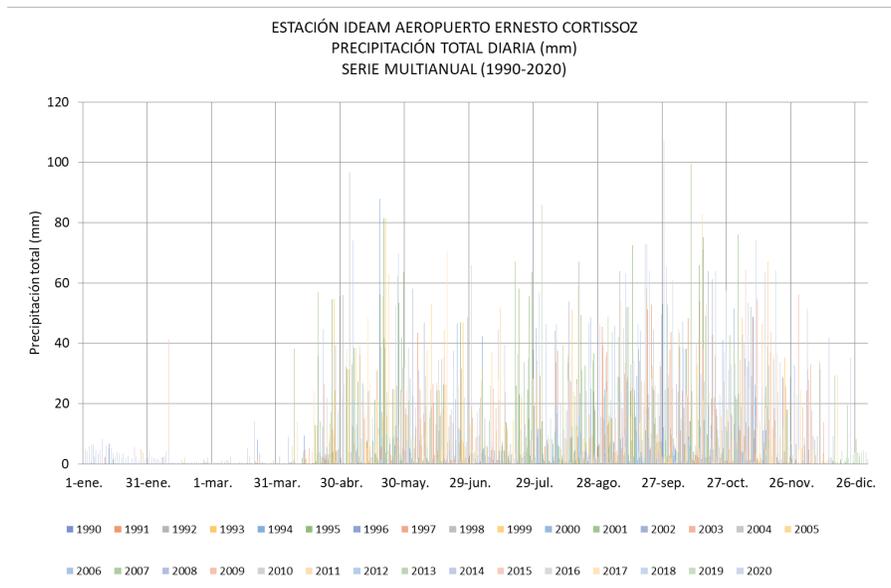


Figura 40. Precipitación total diaria multianual, Estación Aeropuerto.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

A nivel mensual la precipitación máxima en 24 horas presenta el siguiente comportamiento: Entre enero y marzo la precipitación máxima en 24 horas varía entre 8- 40 mm, entre los meses de abril a julio entre 56 –96 mm y entre agosto y noviembre se presentan precipitaciones máximas en 24 horas de 76 – 130 mm (Figura 41 y Tabla 33).



Figura 41. Precipitaciones Máximas en 24 horas en la estación Aeropuerto.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 33. Valores de Precipitación máximas en 24 horas – estación Aeropuerto.

P (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
PP(mm) Max	8.22	41.40	14.18	56.90	96.70	68.87	70.40	131.70	107.10	99.30	76.00	51.40

Fuente IDEAM.

4.9.3.3. Evaporación.

Según CRA (2007) existe irregularidades desde 1985 en la estación del Aeropuerto, con datos evidentemente errados (por ejemplo, evaporaciones diarias de más de 100 mm) hasta el año 1996 (CI, 2006). Asimismo, existen algunos datos en el periodo 2009 y 2011 la ausencia de datos en algunos meses; debido a ello, los valores de evaporación solo se podrían tomar como un indicativo del fenómeno. Además, a la fecha no se encuentran los datos actualizados hasta el 2020 en la página del IDEAM para las estaciones de Aeropuerto y las Flores. Por lo anterior, para el presente estudio se tomará como base la Estación de Las Flores entre el periodo de 1985 hasta el 2015.

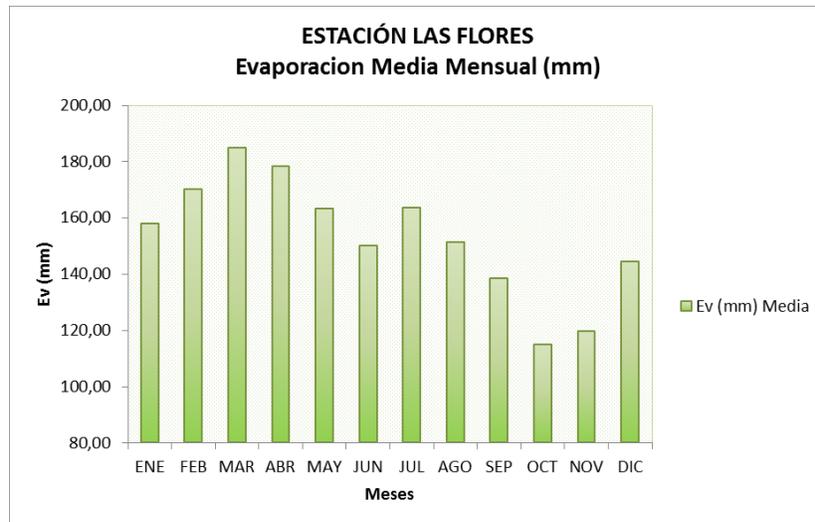


Figura 42. Evaporación (mm) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.

Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

Para la estación las Flores, se observa la evaporación total promedio en el periodo 1985-2015 con $153.04 \text{ mm} \pm 12,11 \text{ mm}$ teniendo a marzo y abril como los meses de mayor evaporación media. La Evaporación Media Anual es 1836.43 mm, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 34. Evaporación (mm) para la estación de Las Flores.

Ev (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Ev (mm) Total Ponderado
Ev (mm) Media	157,81	170,20	184,74	178,23	163,29	149,92	163,41	151,22	138,61	115,09	119,55	144,37	1836,43

Fuente: IDEAM.

El Periodo que se expresa con mayor evaporación se encuentra en los meses de marzo y abril (184.74 mm y 178.23 mm) en contraposición, los valores mínimos multianual de evaporación se encuentra en los meses de octubre a noviembre (115.09 mm y 119.55 mm respectivamente).

4.9.3.4. Evapotranspiración potencial.

La ETP (evapotranspiración potencial) es la máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa. (UBA, s.f.). Para el cálculo de la evapotranspiración se ha empleado la metodología de Thornthwaite (1948) empleando la siguiente fórmula:

$$e = 16 * \left(10 * \frac{Tm}{I} \right)^a$$

Donde:

e : Evapotranspiración Mensual sin ajustar en mm (mm/mes)

Tm: Temperatura media mensual en ° C

I: índice de calor anual,

$I = \sum i_j; j = 1, \dots, 12$; que se calcula a partir del índice de calor mensual, i , como suma de los doce índices de calor mensuales.

Siendo $i_j = (tm_j/5)^{1,514}$

a : parámetro que se calcula a partir de I según la expresión:

$$a = 0,000000675 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

La determinación de la evapotranspiración por este método requiere que el valor sea corregido, mediante un coeficiente que tiene en cuenta el número de días del mes y las horas de luz de cada día.

$$ETP_{aj} = e \cdot L$$

$$L_i = \frac{N_{di}}{30} * \frac{N_i}{12}$$

Dónde.

e : Evapotranspiración Mensual sin ajustar en mm/mes

L: factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del día Ni (horas de sol)

A continuación, se presenta la evapotranspiración mensual multianual para la estación Las Flores.

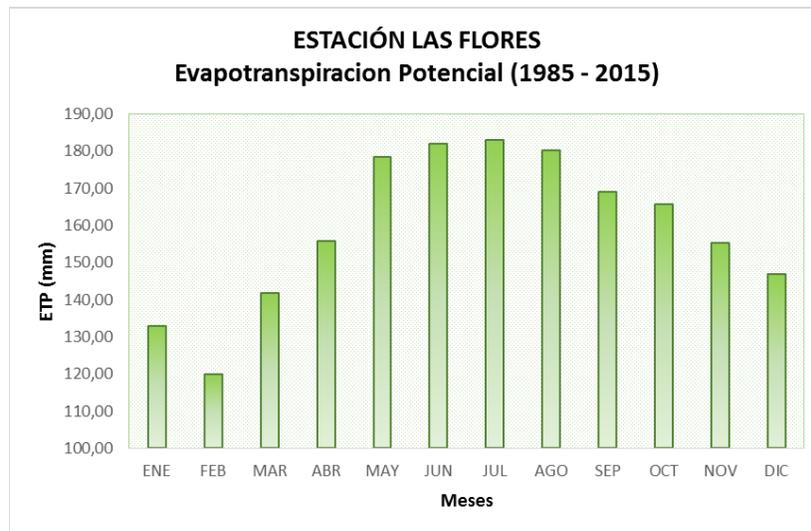


Figura 43. Evapotranspiración Potencial ETP mensual multianual en la Estación Las Flores.

Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

En la estación Las Flores, la Evapotranspiración Potencial media Multianual se encuentra entre $159.25 \text{ mm} \pm 11.77 \text{ mm}$ con los mayores valores de ETP entre los meses de mayo a agosto valores similares con respecto a estación climatológica anterior (Tabla 35).

Tabla 35. Evapotranspiración Potencial (mm) para la estación Las Flores.

ETP (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media	26,71	26,59	26,88	27,56	28,14	28,41	28,26	28,27	28,24	28,04	27,94	27,43
ij	12,64	12,56	12,76	13,25	13,68	13,87	13,76	13,78	13,75	13,60	13,53	13,16
e	134,16	131,68	137,77	152,79	166,67	173,32	169,53	169,99	169,04	164,13	161,83	149,83
L	0,99	0,91	1,03	1,02	1,07	1,05	1,08	1,06	1,00	1,01	0,96	0,98
ETP aj	132,82	119,83	141,90	155,85	178,34	181,98	183,09	180,19	169,04	165,77	155,36	146,84

Fuente: IDEAM.

4.9.3.5. Temperatura.

El análisis de la temperatura, mínimas y máximas se muestra a partir de la información registrada entre el periodo 1990 – 2020 en la estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz. Dentro del régimen de temperatura mínima multianual se mantiene un promedio de $24.48 \text{ }^\circ\text{C}$. En el caso de la temperatura máxima tiene un promedio de $32.80 \text{ }^\circ\text{C}$. La regulación de la temperatura se manifiesta en el comportamiento de las variables relacionadas a los parámetros como el sistema de vientos y la temporada de lluvias (CRA, 2007).

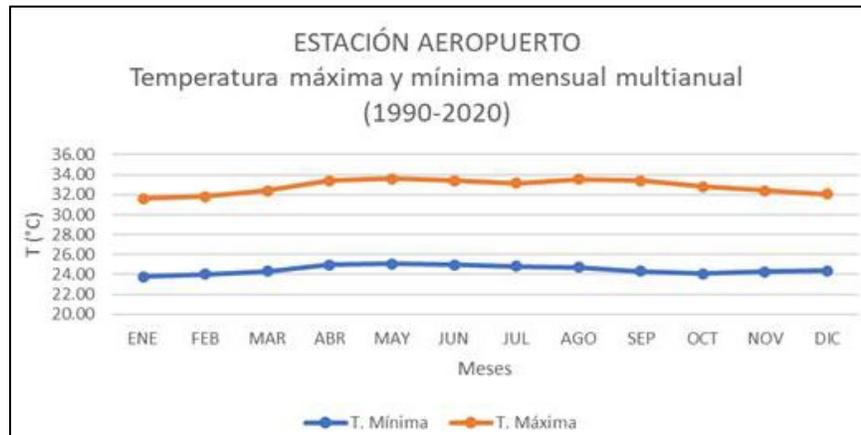


Figura 44. Temperatura (°C) máxima y mínima mensual multianual en la Estación Las Flores.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Para la estación del Aeropuerto donde se dispone de esta variable, la temperatura máxima es 33.59 °C se localizan en el mes de mayo y la temperatura mínima es de 23.76 °C que corresponden al mes de enero.

Tabla 36. Temperatura (°C) máxima y mínima mensual multianual para la estación de Aeropuerto.

T (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T. Mínima	23.76	24.01	24.34	24.97	25.07	24.97	24.80	24.72	24.31	24.08	24.28	24.38
T. Máxima	31.60	31.79	32.40	33.38	33.59	33.39	33.15	33.56	33.40	32.81	32.43	32.06

Fuente: IDEAM.

4.9.3.6. Humedad relativa.

La variable de Humedad relativa indica la expresión porcentual del tiempo medido y relación entre la tensión real de vapor de agua con la tensión de saturación a la misma temperatura. La humedad relativa se incrementa con la evaporación y esta depende directamente de la temperatura, el viento, y el grado de saturación del aire. La humedad relativa media mensual multianual se encuentra en 85.44% para la estación del Aeropuerto Ernesto Cortissoz. Para los datos de humedad relativa, solo se pudo descargar a través de la página del IDEAM, los valores medios mensuales (a 2 metros) entre el periodo del 2012 al 2020 de la estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz.



Figura 45. Humedad Relativa (%) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En la estación de Aeropuerto Ernesto Cortissoz, la Humedad Relativa Máxima mensual Multianual se encuentra entre 89.27 – 90.21% con los mayores valores de HR% entre los meses de septiembre y noviembre; Para el caso contrario la humedad Relativa Mínima Multianual se encuentra entre 80.92 – 82.66 % en los meses de enero a marzo.

Tabla 37. Humedad Relativa (%) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.

HR%	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HR% Media	82.66	80.92	81.42	83.12	86.30	86.23	84.77	86.35	89.26	90.21	89.17	84.90

Fuente: IDEAM.

4.9.3.7. Brillo solar.

La distribución de los valores de insolación o brillo solar están relacionadas en forma inversa con otros elementos como la nubosidad y la precipitación en una región. En el presente trabajo se realizaron análisis para la estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz y la estación Las Flores.

De acuerdo con los registros de la estación Aeropuerto, en la Figura 46 y Tabla 38 se puede observar que los meses de enero y febrero se presentan los valores más altos de brillo solar con 19.47 horas/día.

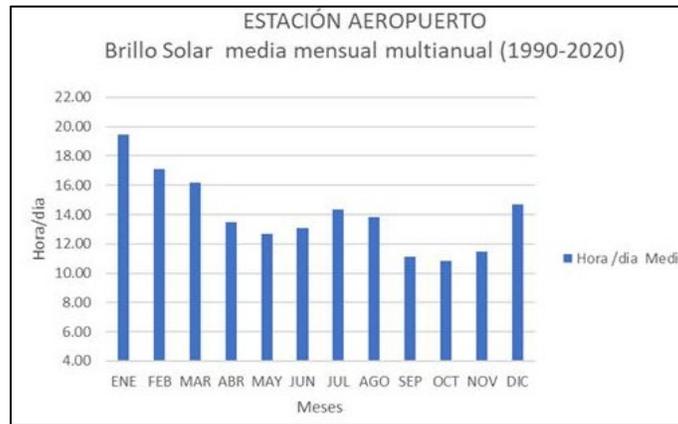


Figura 46. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 38. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.

Horas /día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Horas/día Media
Media Mensual	19.47	17.11	16.16	13.49	12.65	13.06	14.34	13.80	11.12	10.84	11.46	14.70	14.02

Fuente: IDEAM.

En cuanto a la estación Las Flores, El Brillo Solar media Multianual se encuentra entre 6,99 horas/día con los mayores valores de heliofanía en los meses de enero y febrero (Figura 47 y Tabla 39).

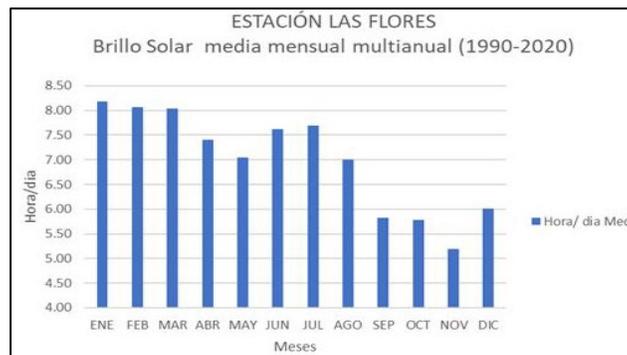


Figura 47. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 39. Brillo Solar (Horas/día) Mensual Multianual para la Estación Las Flores.

Horas /día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Horas/día Media
Media Mensual	8.18	8.07	8.04	7.41	7.05	7.62	7.70	7.00	5.82	5.78	5.19	6.02	6.99

Fuente: IDEAM

4.9.3.8. Vientos.

De acuerdo con CRA (2007; CI, 2006 & CIOH, 1981) la zona costera del Caribe colombiano está sometida al régimen constante de los vientos alisios provenientes del N y del NE, que soplan de manera constante durante los meses de diciembre a abril. El resto del año los vientos son muy variables tanto en dirección como en fuerza. Se analizaron los datos en las estaciones Las Flores y Aeropuerto, que corresponde a los valores diarios de intensidad y dirección a partir de enero del 1985 a noviembre del 2015, se empleó el software WRPLOT para la representación gráfica de dirección del viento y frecuencia.

Para la Estación Las Flores, la velocidad del viento en 13.71 % de ocurrencia se encuentra en el rango de 3.90 m/s a 5.50 m/s; seguido por 11.08% entre los intervalos de velocidad de 7.00 m/s a 8.50 m/s y finalmente, la velocidad del viento en 9.02 % de ocurrencia se encuentra en el rango de 1.90 m/s a 2.40 m/s como los intervalos de mayor incidencia en cuanto a la velocidad y amplitud. Para los intervalos restantes de la Velocidad del viento, los porcentajes son inferiores al 10% de influencia en el área evaluada (Figura 48 y Tabla 40).

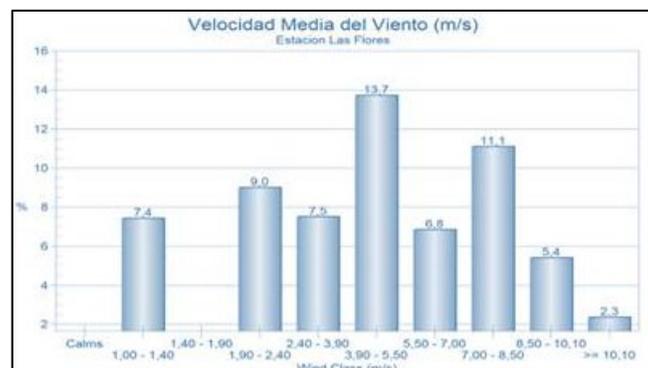


Figura 48. Velocidad del Viento (m/s) Multianual para la Estación Las Flores.

Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016)

Tabla 40. Velocidad del Viento (m/s) media mensual Multianual para la Estación Las Flores.

Vel. Viento (m/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VV (m/s) Prom. Ponderado
Vel. Viento (m/s) Media	6,67	6,78	7,06	6,03	4,15	3,68	4,56	3,76	2,65	2,56	3,70	6,23	4,82

Fuente: IDEAM.

Como se observa en la siguiente Figura, el régimen de vientos presenta para la zona de estudio una procedencia dominante desde el cuadrante Noreste (como se observa en la rosa de vientos). Las velocidades medias varían entre los 3.90 m/s a 5.50 m/s ($4.82 \text{ m/s} \pm 0.93 \text{ m/s}$). Las velocidades máximas se registran durante los meses de enero, febrero y marzo respectivamente (6.67 m/s, 6.78 m/s y 7.06 m/s).

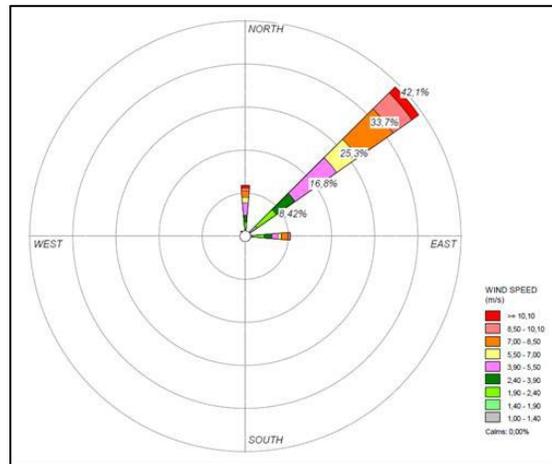


Figura 49. Rosa del Viento para la Estación Las Flores.

Fuente: IDEAM.

En la Estación Aeropuerto, la velocidad del viento varía entre 2.40 m/s a 3.90 m/s, con una ocurrencia del 32.42 %; así mismo se observa rangos de velocidad entre 3.90 m/s a 5.50 m/s con ocurrencias del 19.30%. Finalmente el rango de velocidades del viento entre 1.90 m/s a 2.40 m/s presenta una ocurrencia de 10.88 % .Para los intervalos restantes de la velocidad del viento, el porcentaje de ocurrencia es inferior al 7% (Figura 50, Tabla 41).

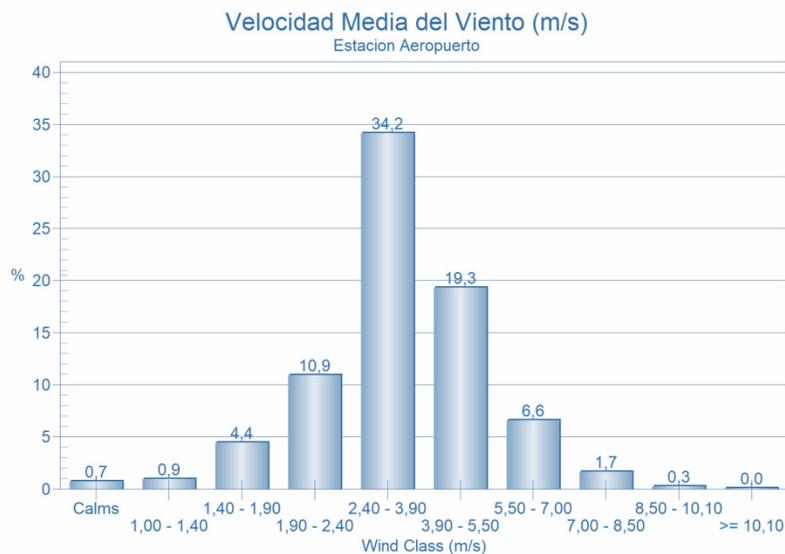


Figura 50. Velocidad del Viento (m/s) Multianual para la Estación Aeropuerto.

Fuente: IDEAM.

Tabla 41. Velocidad del Viento (m/s) media mensual Multianual para la Estación Aeropuerto.

Vel. Viento (m/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VV (m/s) Prom. Ponderado
Vel. Viento (m/s) Media	4,69	5,11	5,17	4,43	3,15	2,77	3,01	2,99	2,52	2,28	2,71	3,69	3,54

Fuente: IDEAM.

En el área de estudio, la dirección de los vientos presenta una procedencia dominante desde el cuadrante Norte (como se observa en la rosa de vientos). Las velocidades medias varían entre los 2,40 m/s a 3,90 m/s ($3,54 \text{ m/s} \pm 0,59 \text{ m/s}$). Las velocidades máximas se registran durante los meses de enero, febrero y marzo respectivamente (4,69 m/s, 5,11 m/s y 5,17 m/s) (Figura 51).

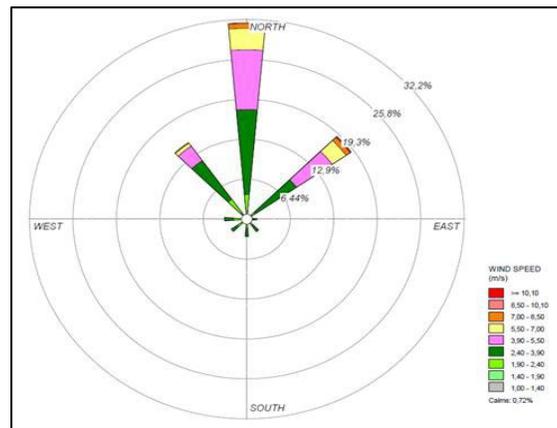


Figura 51. Rosa del Viento para la Estación Aeropuerto.

Fuente: IDEAM.

La Tabla 42, resume los valores medios mensuales de cada uno de los parámetros hidroclimáticos de la ciénaga de Malambo.

Tabla 42. Resumen parámetros climáticos para la ciénaga de Malambo.

Valores medios	Parámetro							
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Brillo solar (horas/día)		Velocidad del viento (m/s)		Precipitación (mm)	Evaporación (mm)
	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores
Ene	27.68	82.66	19.47	8.18	4,69	6,67	4.38	157,81
Feb	27.90	80.92	17.11	8.07	5,11	6,78	2.63	170,2
Mar	28.37	81.42	16.16	8.04	5,17	7,06	2.13	184,74

Valores medios	Parámetro							
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Brillo solar (horas/día)		Velocidad del viento (m/s)		Precipitación (mm)	Evaporación (mm)
	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores	Est. Aeropuerto	Est. Las Flores
Abr	29.18	83.12	13.49	7.41	4,43	6,03	27.49	178,23
May	29.33	86.30	12.65	7.05	3,15	4,15	120.54	163,29
Jun	29.18	86.23	13.06	7.62	2,77	3,68	83.08	149,92
Jul	28.98	84.77	14.34	7.70	3,01	4,56	78.74	163,41
Ago	29.14	86.35	13.80	7.00	2,99	3,76	101.45	151,22
Sep	28.86	89.26	11.12	5.82	2,52	2,65	158.27	138,61
Oct	28.45	90.21	10.84	5.78	2,28	2,56	159.14	115,09
Nov	28.36	89.17	11.46	5.19	2,71	3,7	106.25	119,55
Dic	28.22	84.90	14.70	6.02	3,69	6,23	22.39	144,37

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4. Aspectos hidrológicos.

Este capítulo presenta una caracterización hidrológica de las cuencas que tributan directamente a la ciénaga de Malambo. Para este efecto, se realizó la caracterización morfométrica de cada una de estas, se determinaron los caudales a partir de modelos lluvia – escorrentía, determinando los aportes asociados a la distribución espacial y temporal del agua en el sistema. Así mismo, se evaluó la capacidad actual de almacenamiento y balance de la ciénaga de Malambo a escala mensual, teniendo en cuenta los aportes y las pérdidas del sistema.

4.9.4.1. Red de drenaje y áreas tributarias.

La red de drenaje y subcuencas fue determinada utilizando el modelo digital del terreno, el cual fue elaborado a partir de imágenes STRM, la información geomorfológica de la zona de estudio, y la red de drenaje del IGAC. De esta forma, se determinaron las siguientes subcuencas y unidades geomorfológicas principales (Figura 52).

Subcuencas:

- Ay. Caracolí
- Ay. San Blas



Figura 52. Red de Drenaje y Subcuencas de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Una vez delimitadas las subcuencas que drenan a la ciénaga de Malambo, se calcularon los siguientes parámetros morfométricos (Tabla 43).

Tabla 43. Características morfométricas de las cuencas.

Subcuenca	Área			Diámetro	Longitud del cauce	Pend. Prom. Cauce	Pend. Prom. Cuenca
	Ha	% área total cuenca	Km 2	Km	m	%	%
Ay. Caracolí	4,061.92	3.6%	40.6192	7.2	13,940	0.75	4.69
Ay. San Blas	4,929.73	4.4%	49.2973	7.9			4.70
Arroyo 1-Principal	4,301.47		43.0147	7.4	19,008	0.66	4.79
Arroyo 2	628.26		6.2826	2.8	4,378	0.69	4.13

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4.2. Selección de la estación de lluvias para la cuenca de estudio.

En la selección de la estación para el análisis de lluvias, se tuvo en cuenta dos criterios:

- Distancia y área de influencia al sitio de interés
- Homogeneidad espacial del comportamiento de las lluvias

El desarrollo de los polígonos de Thiessen se presenta en el capítulo relacionado con los aspectos climatológicos donde se presentan cada una de las estaciones.

De acuerdo con los polígonos de Thiessen y las áreas de las subcuencas, se establecieron los porcentajes de influencia de cada estación sobre cada subcuenca (Figura 53)

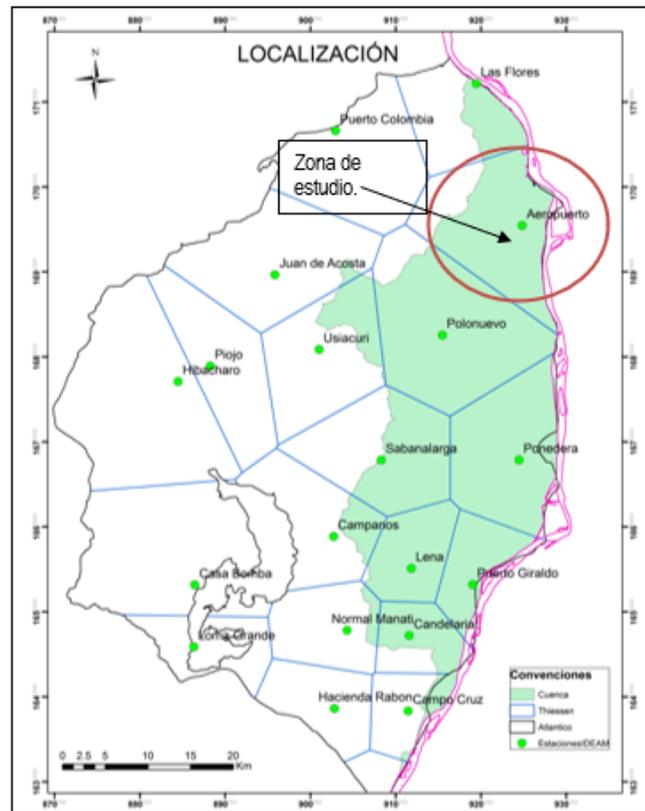


Figura 53. Polígonos de Thiessen. Selección de estaciones IDEAM.

Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

4.9.4.3. Balance hidroclimático.

El balance hidroclimático es una ecuación que permite cuantificar los excesos o los déficits de agua en un área definida, a partir de variables como la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP). La evapotranspiración potencial se expresa en mm, y está compuesta de dos procesos la evaporación y transpiración (consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta (FAO, 2006) que ocurren simultáneamente, es la cantidad máxima de agua capaz de ser evaporada en una condición climática determinada, con una cubierta vegetal continua y suficiente disponibilidad de agua (IDEAM, 2010).

Para la definición de las variables de interés se realizó una descripción del comportamiento del clima para las diferentes estaciones que tienen influencia en las subcuencas objeto de estudio, a partir de estos resultados se calculó la precipitación media mensual multianual (mediante los polígonos de Thiessen) para cada subcuenca; por otra parte mediante el método de Thornthwaite se calculó la ETP para tres estaciones meteorológicas que cuentan con información histórica de temperatura (Las Flores, Manatí y Juan de Acosta) de acuerdo a su distribución espacial, para cada subcuenca se asignó un valor ETP. Para la estimación de los balances hídricos se tomó

como valor de referencia de reserva 100 mm. En el análisis de balance hídrico se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- P:** Precipitación
- ETP:** Evapotranspiración
- P-ETP:** Diferencia entre P y ETP
- VR:** Variación de la reserva
- R:** Reserva
- ETR:** Evapotranspiración real
- D:** Déficit
- Ex:** Excesos

En la subcuenca de Ay. Caracolí, la precipitación no supera la ETP en ninguno de los meses, presentando déficit hídrico de enero a febrero. Por otra parte, la subcuenca, Ay. San Blas, presenta un leve incremento de la precipitación, en contraste con la ETP, en el mes de octubre, generando pequeñas reservas de agua, que inmediatamente en el mes de noviembre son reducidas a cero por los altos niveles de ETP y bajas precipitaciones. A continuación, se presentan los balances hidro-climático para las subcuencas:

- Subcuenca Ay. Caracolí

Tabla 44. Balance hidro climático subcuenca Ay. Caracolí.

Parámetro (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	80.52	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
ETP	132.82	119.83	141.90	155.85	178.34	181.98	183.09	180.19	169.04	165.77	155.36	146.84
P-ETP	-128.44	-117.20	-139.77	-128.36	-57.80	-101.46	-104.35	-78.74	-10.77	-6.63	-49.11	-124.45
VR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETR	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	80.52	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
D	128.44	117.20	139.77	128.36	57.80	101.46	104.35	78.74	10.77	6.63	49.11	124.45
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

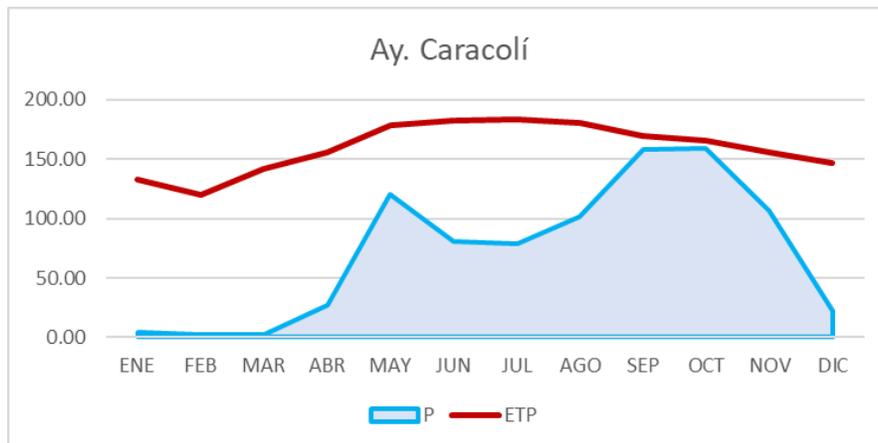


Figura 54. Balance hidroclimático subcuenca Ay. Caracolí

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Subcuenca Ay. San Blas

Tabla 45. Balance hidroclimático subcuenca Ay. San Blas.

Parámetro (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	80.52	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
ETP	147.86	139.58	163.31	175.02	180.28	176.95	182.84	177.25	159.96	154.93	148.60	149.14
P-ETP	-143.48	-136.95	-161.18	-147.53	-59.74	-96.43	-104.10	-75.80	-1.69	4.21	-42.35	-126.75
VR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21	-3.98	0.00
R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21	0.00	0.00
ETR	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	80.52	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
D	143.48	136.95	161.18	147.53	59.74	96.43	104.10	75.80	1.69	0.00	42.35	126.75
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21	0.00	0.00
R 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21	0.00	0.00

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

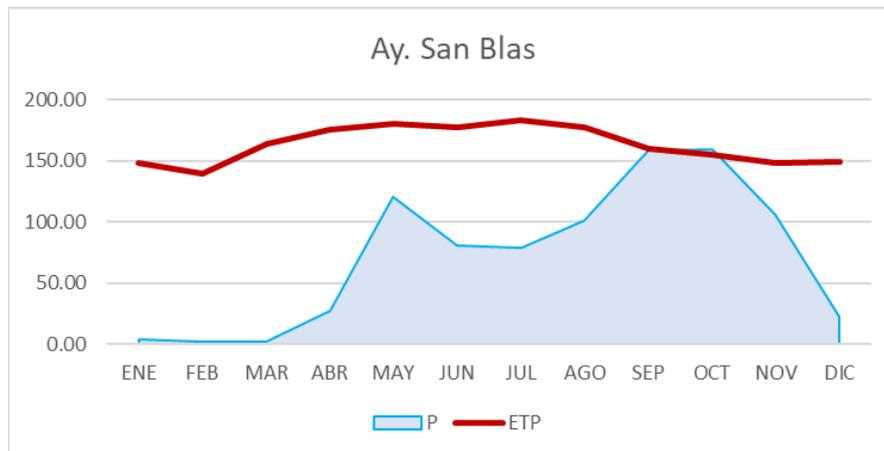


Figura 55. Balance hidrológico climático subcuenca Ay. San Blas.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4.4. Tiempos de concentración.

Para el cálculo de los tiempos de concentración* se analizaron tres formulaciones de uso generalizado para este tipo de trabajos y aplicabilidad en la zona de estudio. A continuación, se relacionan cada una de las ecuaciones utilizadas:

Kirpich

Desarrollada a partir de información del SCS en cuencas rurales con canales bien definidos y pendientes empinadas (3-10%)

$$t_c = 3.9756 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Dónde: t_c = Tiempo de concentración en minutos
L= Longitud en metros

Williams

Para cuencas con áreas menores a 50 m2

$$t_c = 60 * L \frac{A^{0.4}}{DS^{0.2}}$$

Dónde: L = Longitud de la cuenca (mi)
A= Área en millas (m2)
S= Pendiente de la cuenca (%)
D= Diámetro equivalente

Témez

$$T_c = 0.30 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Dónde: T_c : Tiempo de concentración, en horas (h)

L: Longitud del cauce principal (km)

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%)

*Es importante aclarar que, para la subcuenca del Arroyo San Martín, caracterizada por drenajes difusos no permanentes se empleó, para el cálculo del tiempo de concentración, una variación de la formula Kirpich, el cálculo particular:

$$T_c = 0.02L^{0.77} * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Dónde: Tc: Tiempo de concentración, en minutos (minutos)
L: Longitud máxima de salida (m)
S: Pendiente media del lecho (m/m)

De acuerdo con la aplicación de cada formulación, se determinaron los tiempos de concentración respectivos los cuales se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 46. Tiempos de concentración.

Subcuenca	Área				Diámetro Equivalente (D)		Longitud del Cauce		Pend. prom. Cauce		Pend. prom. Cuenca		Kirpich	Williams	Temez	Tc prom
	m ²	Ha	Km ²	mi ²	Km	mi	m	mi	m/m	%	m/m	%	Tc (min)	Tc (min)	Tc (min)	Tc prom (min)
Ay. Caracolí	40,619,181	4,061.92	40.62	15.68	7.19	4.47	13,94	8.66	0.0075	0.75%	0.0470	4.69	198.88	256.76	337.79	264.48
Ay. San Blas	49,297,277	4,929.73	49.30	19.03	7.92	4.92					0.0470	4.70				
Arroyo 1-Principal	43,014,672	4,301.47	43.01	16.61	7.40	4.60	19,008	11.81	0.0066	0.66%	0.0479	4.79	265.25	346.64	438.08	349.99
Arroyo 2	6,282,605	628.26	6.28	2.43	2.83	1.76	4,378	2.72	0.0069	0.69%	0.0413	4.13	84.18	99.69	142.32	108.73

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4.5. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia.

Para la determinación de la distribución temporal y frecuencia de las lluvias en la zona de estudio, se dispone de curvas sintéticas de Intensidad – Duración - Frecuencia, elaboradas por el IDEAM para la estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz, considerándola representativa por encontrarse en el área de influencia directa. La Figura 56, muestra las curvas obtenidas en el estudio antes citado.

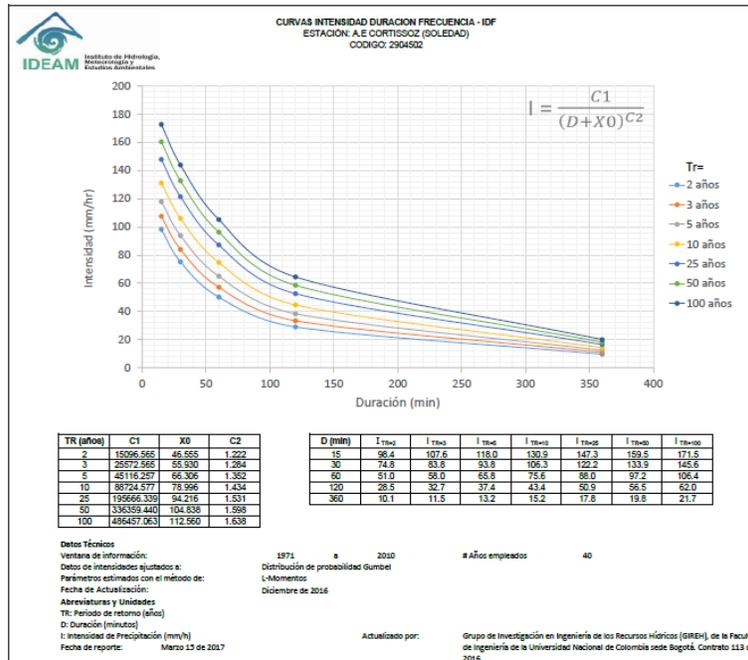
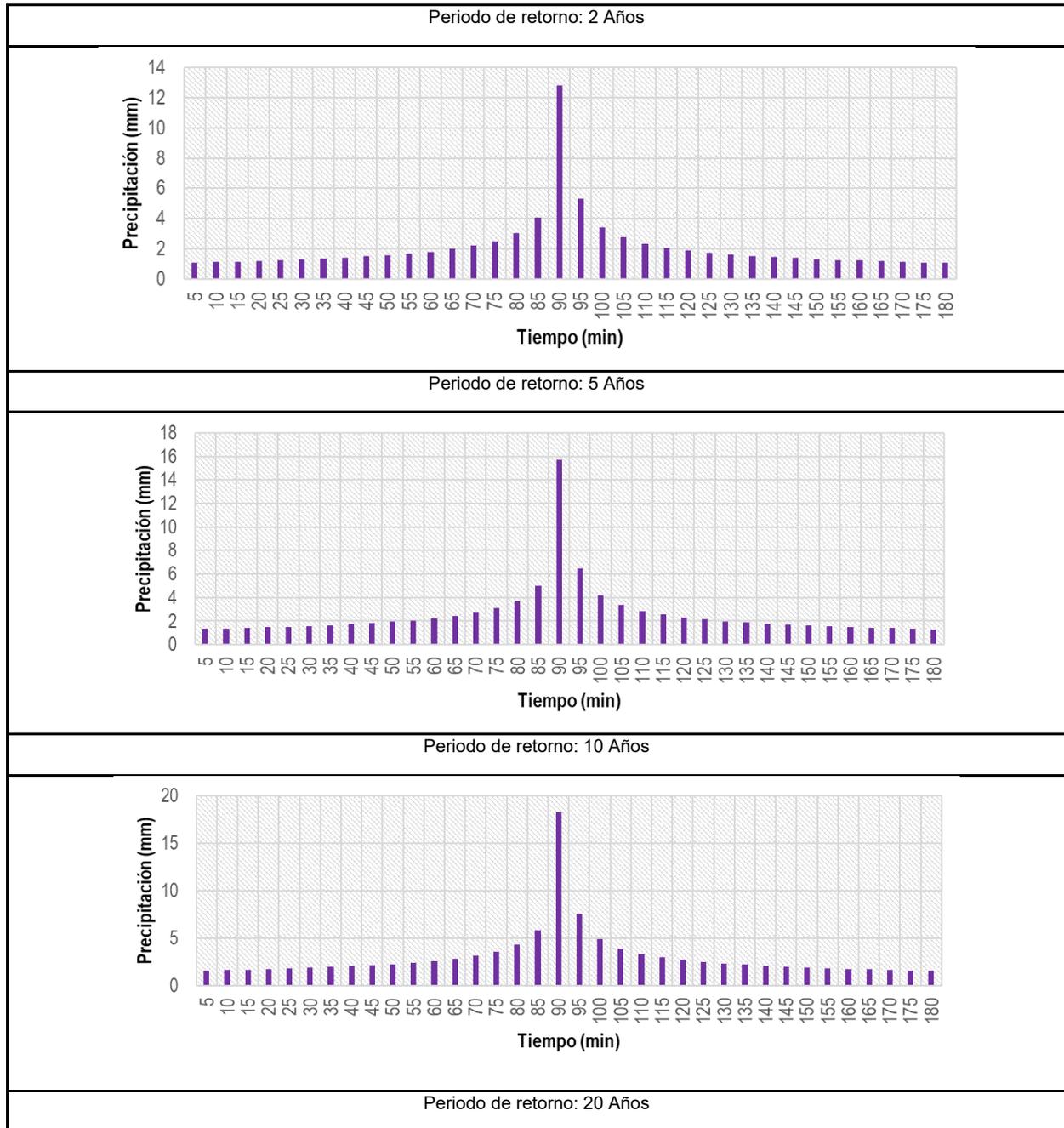


Figura 56. Curva I-D-F. Estación Aeropuerto Ernesto Cortisoz
Fuente: Elaborada por el IDEAM.

4.9.4.6. Hietograma sintético de la tormenta o lluvia típica para la zona de estudio.

Al no disponerse de registros pluviográficos, éste se obtuvo a través de un hietograma sintético. La hipótesis asumida para la construcción de dicho hietograma es la siguiente:

- Determinación de intensidades máximas para diferentes duraciones y Períodos de Retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, a partir de las curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia.
- Incrementos de la intensidad para intervalos de duración de 5 minutos ($D < 0.2T_c$).
- Cálculo de la precipitación máxima, como el producto de la intensidad por el tiempo de duración, para cada incremento de tiempo.
- Cálculo de la precipitación parcial para cada intervalo de tiempo.
- Distribución cuasi-simétrica o alternada del hietograma, con el máximo de intensidad centrado, respecto a la duración total de la lluvia.



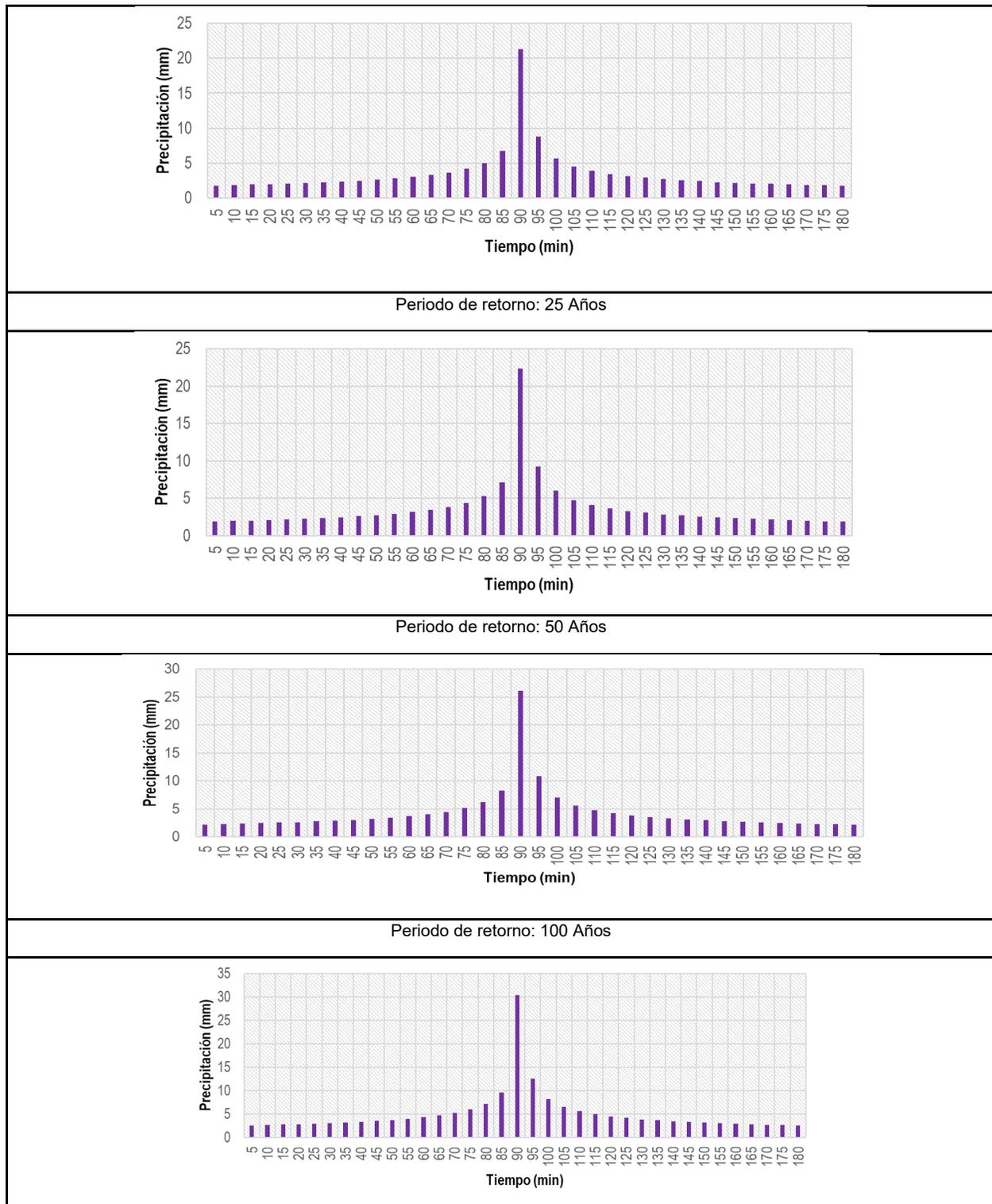


Figura 57. Hietogramas sintéticos. Estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4.7. Estimación de caudales y volúmenes de escorrentía.

Las metodologías habitualmente utilizadas para la generación de caudales o volúmenes varían en función de los datos disponibles y de las características hidrológicas de la corriente. En las corrientes tributarias a la ciénaga de Malambo no existen registros históricos de información hidrométrica, ni tampoco mediciones limnimétricas en la misma ciénaga. En consecuencia, para la estimación de la escorrentía aportada por las principales corrientes tributarias a la ciénaga, es necesario utilizar un modelo lluvia escorrentía. En el presente estudio se utilizó un modelo a nivel diario para generar caudales medios diarios a partir de series representativas de precipitación diaria en cada una de las cuencas.

La precipitación efectiva es el agua que eventualmente se vuelve escorrentía. Hay tres procesos que impiden que la precipitación se convierta en escorrentía inmediata, y por lo tanto son considerados como pérdidas, denominados abstracciones: a) Intercepción, que es el agua retenida por la vegetación y otras superficies, b) almacenamiento en depresiones en la cuenca, variando su tamaño desde cavidades del tamaño de los granos de suelo, hasta lagos y ciénagas, agua que finalmente se evapora o se infiltra y c) infiltración, proceso de la penetración del agua desde la superficie hacia el suelo. La tasa de infiltración depende de la condición de la superficie del suelo, de la cobertura vegetal, de propiedades del suelo, como porosidad, conductividad hidráulica y contenido de humedad.

Existen dos tipos de almacenamiento: retención, o almacenamiento de período largo de tiempo, que disminuye por evaporación, y detención, o almacenamiento de período corto de tiempo, que disminuye por flujo, bien sea a través del suelo no saturado cerca de la superficie, flujo subterráneo a través de acuíferos saturados profundos, o flujo superficial. El almacenamiento comienza cuando la intensidad de lluvia excede la tasa potencial de infiltración. En este momento el suelo superficial se satura. Si sigue lloviendo, ocurre flujo superficial, flujo no saturado a través del suelo no saturado cerca de la superficie y flujo de agua subterránea en acuíferos y formaciones permeables del suelo totalmente saturadas.

El efecto de las actividades antrópicas y de fenómenos naturales en el proceso lluvia escorrentía es dinámico. Sin embargo, la aproximación para el análisis supone en la mayoría de los casos que el sistema donde se analiza el proceso lluvia - escorrentía es estático, por lo cual el conocimiento de la respuesta real de la cuenca es muy aproximado.

Dadas las siguientes características del presente estudio:

- Carácter intermitente de las corrientes. (Este comportamiento exige que la escala temporal para el análisis, debe tener las mismas características instantáneas del proceso.).
- Variabilidad espacial pequeña de precipitaciones.
- Un único punto de salida.

Se ha optado por utilizar la simulación hidrológica de cada evento lluvioso de la serie de registros diarios en la estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz operada por el IDEAM, mediante los

denominados módulos de sucesos, que solo consideran la parte de la precipitación que provoca escorrentía superficial (Modelos Lluvia - Escorrentía, basadas en el Método de Hidrograma Unitario. En el presente trabajo se utilizó el Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

En las formulaciones de tipo analítico se destaca a nivel mundial la elaborada por el Soil Conservation Service (SCS) de los Estados Unidos, y conocida como la metodología del número de curva, cuya facilidad de aplicación y adaptabilidad a diferentes condiciones la han convertido en una herramienta general de análisis hidrológico.

La aplicación del modelo a nivel diario constituye uno de las más recientes modificaciones o adaptaciones del método original, (US Dept. of Agriculture, 1998; Pandit. y Gopalakrishnan, 1996; Williams, et al, 1986; Steenhuis et al, 1995).

El modelo permite calcular la escorrentía directa o precipitación efectiva, producida por un evento de precipitación a partir de información sobre los tipos de suelos, usos de la tierra existentes en la cuenca, teniendo en cuenta las condiciones de humedad antecedentes al evento de precipitación, calculadas como la precipitación acumulada en los cinco días precedentes. Este modelo no realiza un balance del suelo para estimar la humedad antecedente, ni tiene en cuenta de manera explícita la evapotranspiración, aunque el término de abstracciones iniciales, explicado posteriormente, contempla el agua interceptada por la vegetación y almacenada en depresiones, la cual finalmente se evapora.

La escorrentía directa es aquella parte de la precipitación que no se pierde en infiltración, almacenamiento en depresiones e intercepción por parte de la vegetación. Con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra se determina el número de curva *CN*, el cual junto con la humedad antecedente permite estimar la escorrentía. Los suelos se pueden clasificar como A, B, C y D se acuerdo con el siguiente criterio:

- Suelo con bajo potencial de escorrentía. Poseen altas tasas de infiltración, están formados principalmente por arenas y gravas, y tienen altas tasas de transmisión de agua.
- Suelos con tasas moderadas de infiltración, constituidos principalmente por suelos con texturas moderadas finas a gruesas.
- Suelos con tasas bajas de infiltración, que tienen una capa que impide el movimiento vertical del agua; son principalmente suelos con texturas moderadas finas a finas.
- Suelos con alto potencial de escorrentía. Son suelos que tienen muy bajas tasas de infiltración, constituidos por suelos arcillosos, con niveles freáticos altos, con capas arcillosas cerca de la superficie y con bajas tasas de transmisión de agua.

El valor del *CN* tiene en cuenta el manejo de tierras agrícolas, ya que incluye prácticas mecánicas como contorno y terraceo, y prácticas de manejo como rotación de cultivos, y labranza nula o reducida. La condición hidrológica asociada indica que el suelo usualmente tiene un potencial de

escorrentía para un determinado grupo de suelo, cobertura vegetal y tratamiento. Algunos factores a considerar en la estimación del efecto de la cobertura en la infiltración y la escorrentía son: 1) densidad de pastos, cultivos y otras áreas vegetativas; 2) cantidad de cobertura a lo largo de todo el año; 3) cantidad de pastos o legumbres en rotaciones; 4) porcentaje de cobertura residual y 5) grado de rugosidad de la superficie. El valor de CN para una cuenca se determina mediante el promedio ponderado dependiendo del tipo de suelo y el uso de la tierra.

Para un evento de lluvia, la profundidad de precipitación efectiva o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P . De igual manera, después de que comienza la escorrentía, la profundidad de agua retenida en la cuenca F_a es menor o igual que un potencial máximo de retención S . Existe una cantidad de lluvia I_a o abstracción inicial antes del encharcamiento, para la cual no ocurre escorrentía, de tal manera que la escorrentía potencial es $P - I_a$. La hipótesis del modelo del SCS consiste en que las relaciones entre las cantidades potenciales son iguales, es decir

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Del principio de continuidad,

$$P = P_e + I_a + F_a$$

Estudios en cuencas experimentales han encontrado una relación entre I_a y el potencial máximo de retención S :

$$I_a = \alpha S$$

El valor de α propuesto por el SCS es de 0.2. Sin embargo, investigaciones posteriores (Steenhuis et al, 1995) sugieren la utilización de un α menor de 0.2. Combinando las anteriores ecuaciones, la precipitación efectiva se calcula como:

$$P_e = \frac{(P - \alpha S)^2}{P + (1 - \alpha S)} \quad \text{si } P > I_a$$

$$P_e = 0 \quad \text{si } P \leq I_a$$

donde:

- P_e : Precipitación efectiva [mm]
- S : Retención potencial máxima después de que comienza la escorrentía [mm]
- P : Precipitación [mm]
- αS : Abstracción inicial (toda pérdida antes de que comience la escorrentía) [mm]

La abstracción real, es decir, el agua que es interceptada por la vegetación, almacenada en depresiones o infiltrada es:

$$\begin{aligned} A_r &= P && \text{si } P < I_a \\ A_r &= I_a && \text{si } P \geq I_a \end{aligned}$$

La infiltración más percolación después de que comienza la escorrentía es:

$$\begin{aligned} Inf + Perc &= P && \text{si } P - A_r - P_e < 0 \\ Inf + Perc &= P - A_r - P_e && \text{si } P - A_r - P_e \geq 0 \end{aligned}$$

En consecuencia, la cantidad de agua que se pierde en infiltración, percolación y abstracciones iniciales *IPA* es:

$$IPA = A_r + Inf + Perc$$

La retención potencial máxima *S* está relacionada con el suelo y las condiciones de cobertura de la cuenca a través del número de curva *CN* para condiciones normales de humedad antecedente, como:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Los números de curva para condiciones antecedentes secas o húmedas se estiman como:

$$CN_I = \frac{4.2CN_{II}}{10 - 0.058CN_{II}}$$

y:

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

La aplicación del modelo a nivel diario constituye uno de las más recientes modificaciones o adaptaciones del método original (US Dept of Agricultura, 1998; Pandit. y Gopalakrishnan, 1996; Williams, et al, 1986; Steenhuis et al, 1995).

4.9.4.8. Estimación del número de curva (CN) para la cuenca de Malambo.

Para la estimación de los valores de *CN* para el área tributaria de la cuenca Malambo, se utilizó la información disponible de suelos, ésta corresponde a los estudios relacionados con “Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Rio Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada” (CRA-2016).

La siguiente Figura presenta la caracterización de la cobertura de uso de suelo, determinada por el componente ambiental del proyecto:

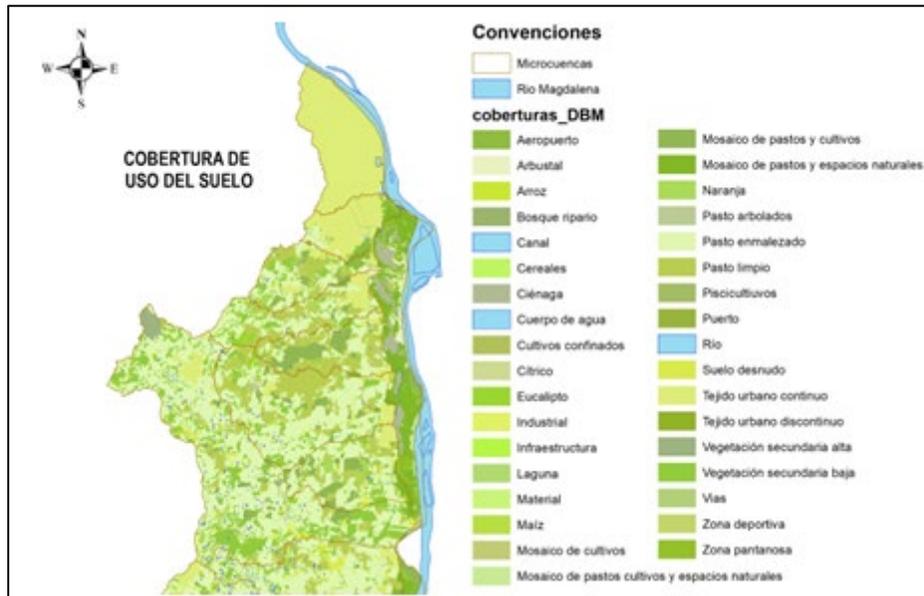


Figura 58. Cobertura de Uso y Suelo de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.

Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

Como ya se mencionó la generación de los números de curva para cada subcuenca requiere de la caracterización de la infiltración del suelo, para ello se empleó el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Atlántico. A partir de estas unidades cartográficas y sus características (Figura 59) se definieron los grupos hidrológicos para las subcuencas de estudio (Figura 60).

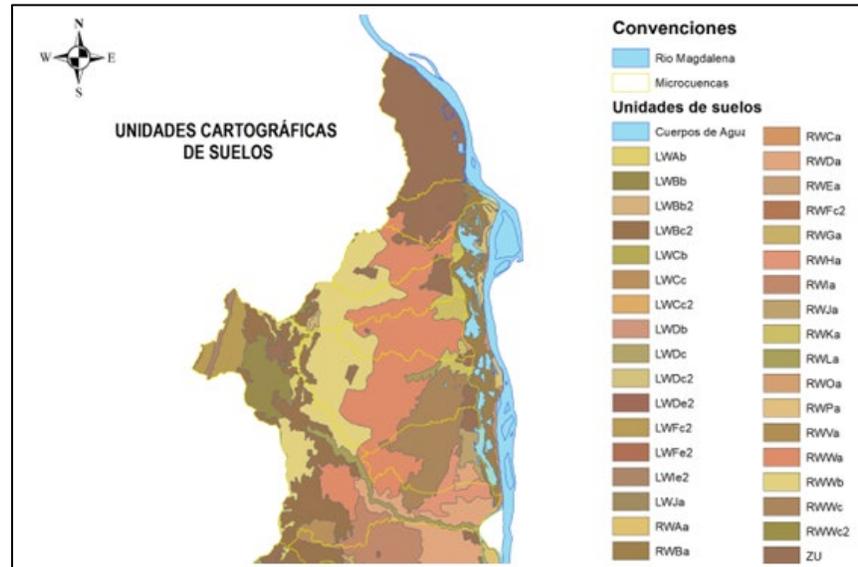


Figura 59. Unidades cartográficas de suelos de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.
Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

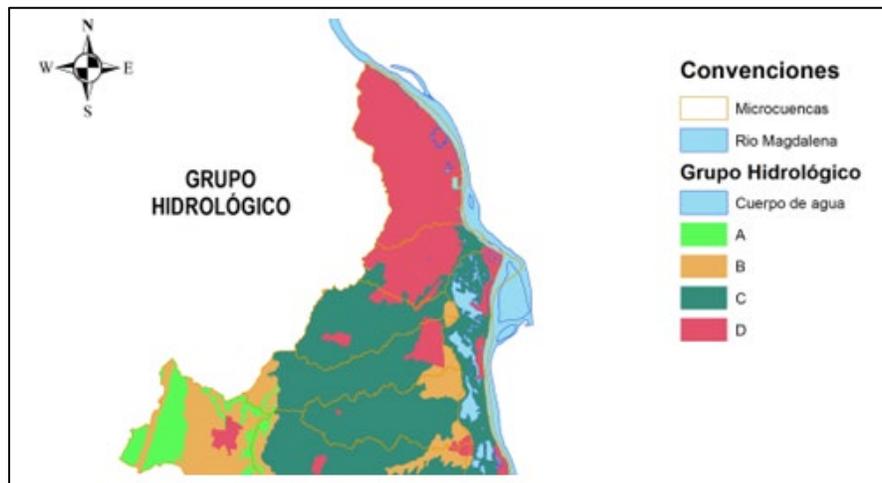


Figura 60. Grupos hidrológicos de suelos de las subcuencas Ay. Caracolí y Ay. San Blas.
Fuente: "Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada" (CRA-2016).

Con la información de los grupos hidrológicos y la cobertura de uso del suelo se obtuvo los números de curva (Figura 61).

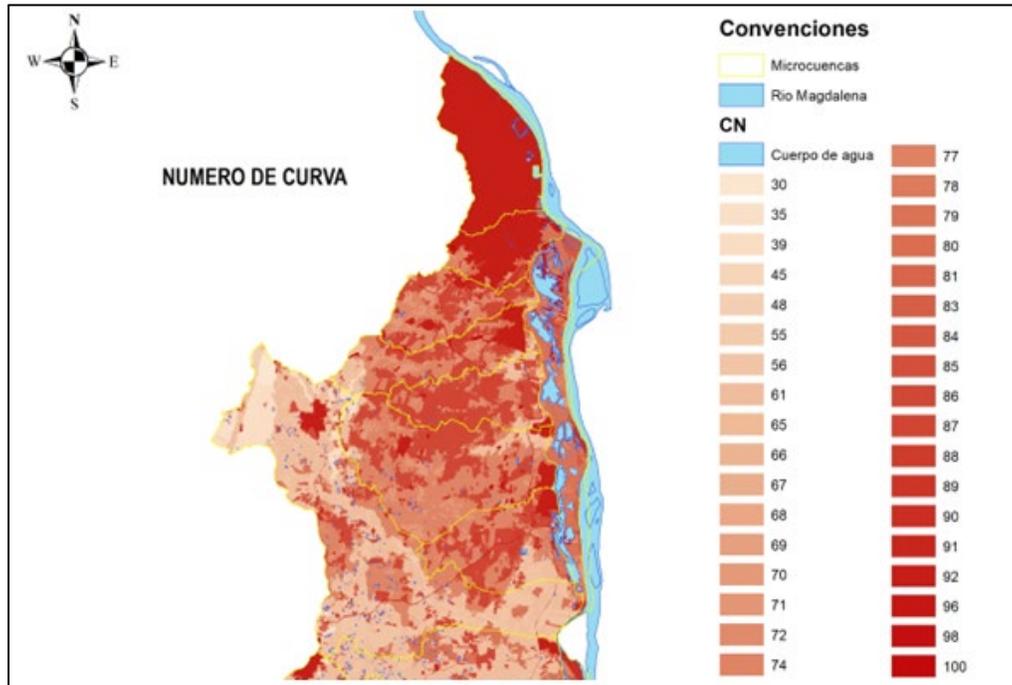


Figura 61. Número de curva Ay. Caracolí y Ay. San Blas.

Fuente: “Incorporación de Nuevos Insumos Técnicos al Plan de Ordenación y Manejo de Complejo de Humedales de La Vertiente Occidental del Río Magdalena en El Departamento del Atlántico y su Estructuración en Una Base De Datos Georreferenciada” (CRA-2016).

Tabla 47. Número de curva ponderado subcuencas.

Número	Microcuencas	NC
1	Ay. Caracolí	80
2	Ay. San Blas	78

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.4.9. Escorrentía neta de la ciénaga de Malambo.

A partir del modelo lluvia – escorrentía se determinaron los caudales para una condición media precedente de humedad en los suelos, para el periodo de registro de los últimos 31 años. Los resultados de las series de escorrentía directa a escala diaria, sin tener en cuenta el aporte de aguas subterráneas, que se considera despreciable. Adicionalmente se sintetiza el comportamiento promedio interanual para el periodo de registro analizado (1990-2020) (Tabla 48 y Tabla 49; Figura 62 y Figura 63).

Tabla 48. Valores medios de escorrentía mensual multianual Arroyo Caracolí (1990-2020)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P_{TOTAL} (mm)	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	83.08	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
P_{NETO} (mm)	0.00	0.30	0.00	3.67	21.58	31.30	12.40	15.08	24.38	25.29	16.66	2.08
P_{NETO} (m³/s)	0.00	0.01	0.00	0.06	0.33	0.49	0.19	0.23	0.38	0.38	0.26	0.03

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 49. Valores medios de escorrentía mensual multianual Arroyo San Blas (1990-2020)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P_{TOTAL} (mm)	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	83.08	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
P_{NETO} (mm)	0.00	0.24	0.00	3.00	18.02	25.78	10.24	12.42	20.03	20.93	13.59	1.60
P_{NETO} (m³/s)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.33	0.49	0.19	0.23	0.38	0.39	0.26	0.03

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Adicionalmente fue necesario para efectos de obtener los hidrogramas instantáneos de caudales generados por las lluvias diarias para el periodo 2010 – 2011, requeridos para alimentar el modelo hidráulico HEC-RAS utilizado como soporte del diagnóstico del sistema. Para tal efecto analíticamente se generaron las series de caudales de los arroyos San Blas y Caracolí, aportantes directos de escorrentía a la ciénaga de Malambo (Figura 62 y Figura 63). De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que los Arroyos San Blas y Caracolí, para los eventos de lluvias analizados para el periodo registro 2010 – 2011 aportan caudales y volúmenes significativos a la ciénaga de Malambo, concluyéndose que la sostenibilidad hidrológica de este cuerpo de agua depende principalmente del sistema de arroyos, por cuanto actualmente los aportes del río se encuentran interferidos por la construcción generalizada de diques perimetrales hacia la margen oriental de la ciénaga. Así mismo la interconexión entre las ciénagas es restringida por los diques Sur y Norte.

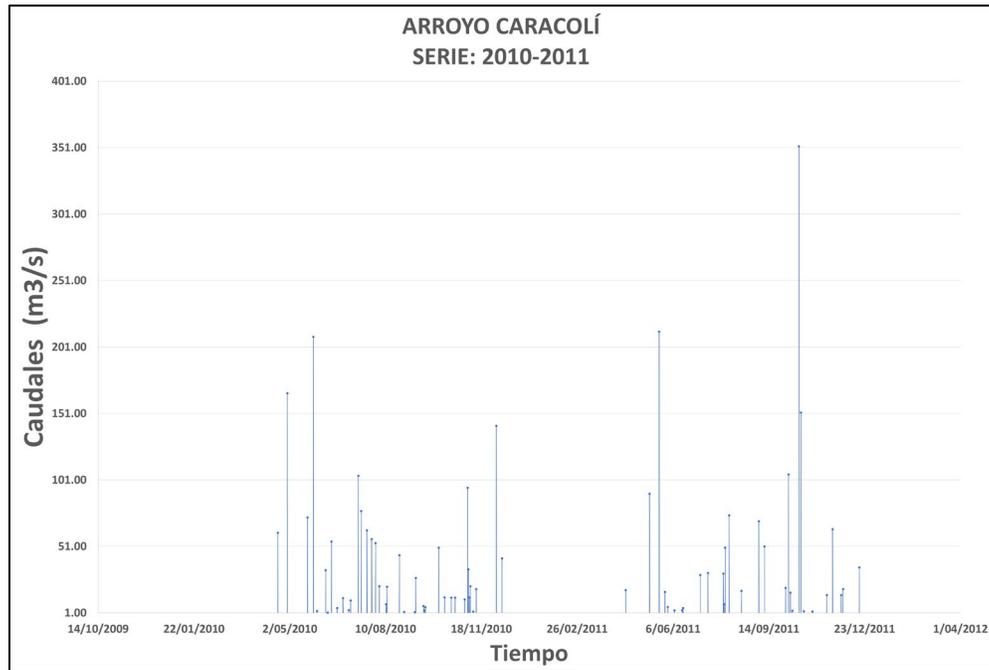


Figura 62. Arroyo Caracolí. Estimación Caudales máximos instantáneos (m³/s) (2010-2011)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

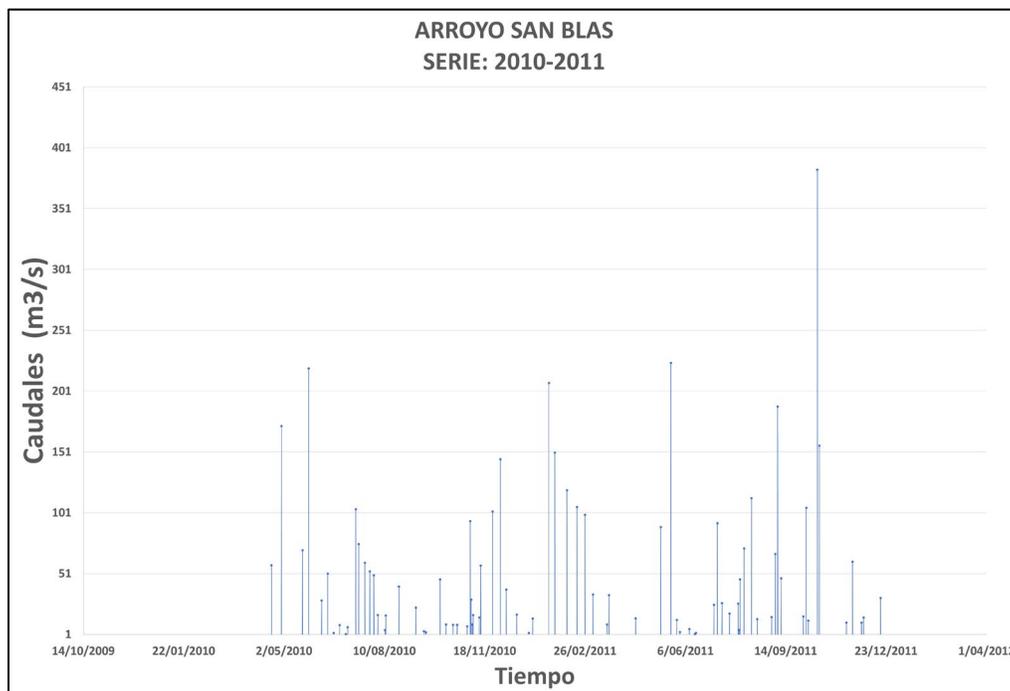


Figura 63. Arroyo San Blas. Estimación Caudales máximos instantáneos (m³/s) (2010-2011)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Por otra parte, a partir del modelo HEC-HMS se generaron los caudales medios diarios a partir de los datos de lluvia, correspondientes el periodo de registro 1990 – 2020. Los resultados se presentan en las siguientes figuras.

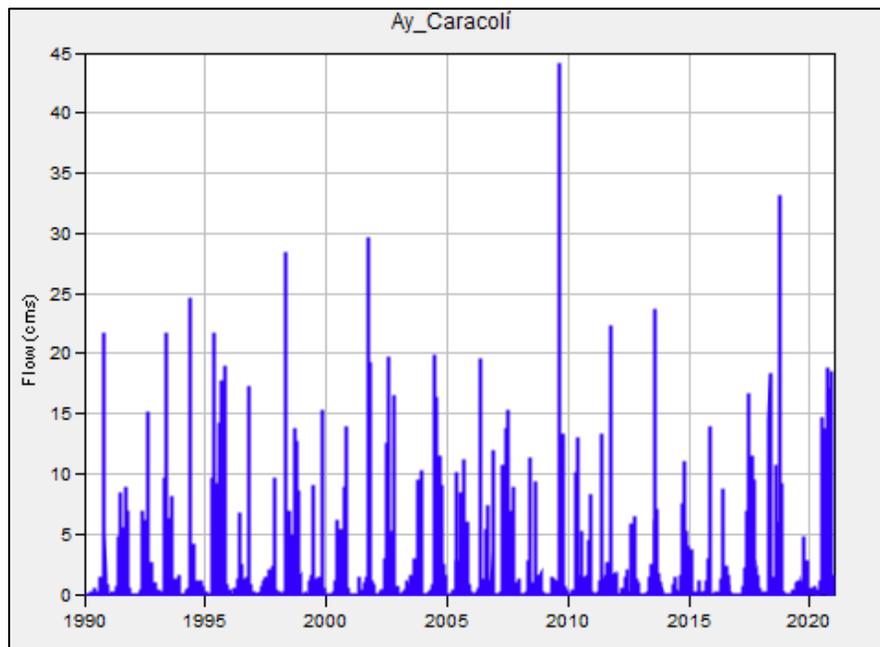


Figura 64. Escorrentía neta Arroyo Caracolí (1990-2020) (Modelo HEC-HMS).
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

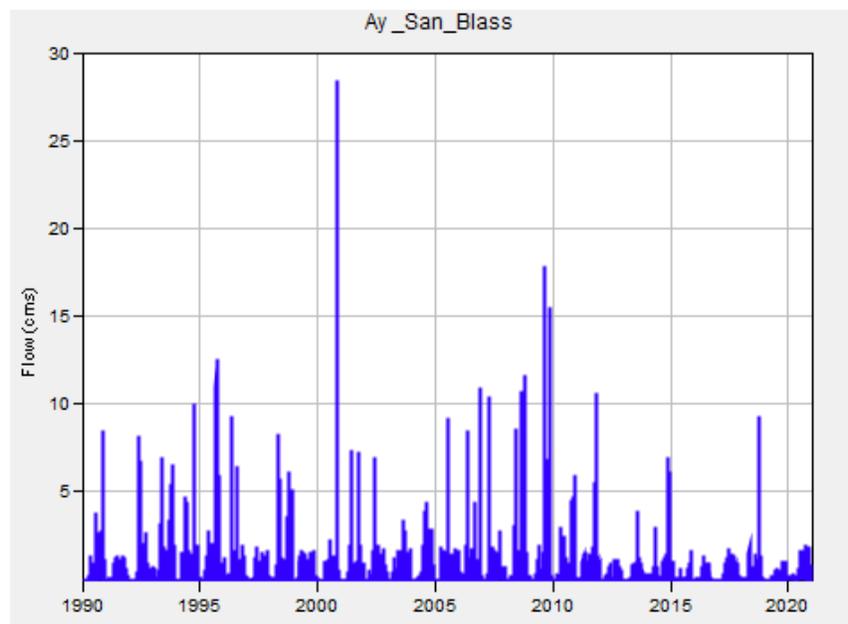


Figura 65. Escorrentía neta San Blas (1990-2020) (Modelo HEC-HMS)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.5. Oferta hídrica - escorrentía neta de las microcuencas tributarias hasta la ciénaga de Malambo.

A partir de la información de las series de lluvias diarias disponibles para el registro que comprende el periodo 1990 – 2020, mediante los cálculos analíticos y el modelo de lluvia-escorrentía HEC-HMS, se obtuvieron los volúmenes mensuales de escorrentía superficial para el período en estudio y la oferta promedio anual en m³/s, generada por las cuencas tributarias del arroyo San Blas, que aportan directamente a la ciénaga de Malambo. La subcuenca con mayor volumen generado es la de Arroyo Caracolí. La Tabla 50 resume la oferta promedio anual de cada una de las corrientes aportantes.

Tabla 50. Oferta hídrica.

Subcuencas	Oferta (m ³ /año) Calculo analítico	Oferta (m ³ /año) Modelo HEC-HMS
Ay. San Blas	5,315,268	4,906,123

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Sin embargo, se hizo el estimativo de los caudales de escorrentía de la subcuenca del arroyo Caracolí, la cual podría generar desbordes en periodo de aguas altas hacia la ciénaga de Malambo. El caudal promedio anual de la subcuenca del Arroyo Caracolí es del orden de los 5,327,173 m³/año.

Cabe anotar que para determinar el valor de la oferta mediante el uso del modelo HEC-HMS, el parámetro de “conductividad hidráulica saturada”, se realizó con base a las características de los suelos de las subcuencas y para tal efecto se seleccionó un valor 0.06 in/hr (Arena franco arcillosa) (Tabla 51).

Tabla 51. Conductividad hidráulica saturada (in/hr) de las coberturas de suelo.

Texture	Saturated Hydraulic Conductivity (in/hr)
Clay	0.01
Clay Loam	0.04
Loam	0.1
Loamy Sand	1.2
Sand	4.6
Sandy Clay	0.02
Sandy Clay Loam	0.06

El resumen de resultados de la oferta hídrica arrojados por el modelo HEC-HMS, para cada uno de los arroyos se presentan en la Tabla 52, Figura 66 y Figura 67.

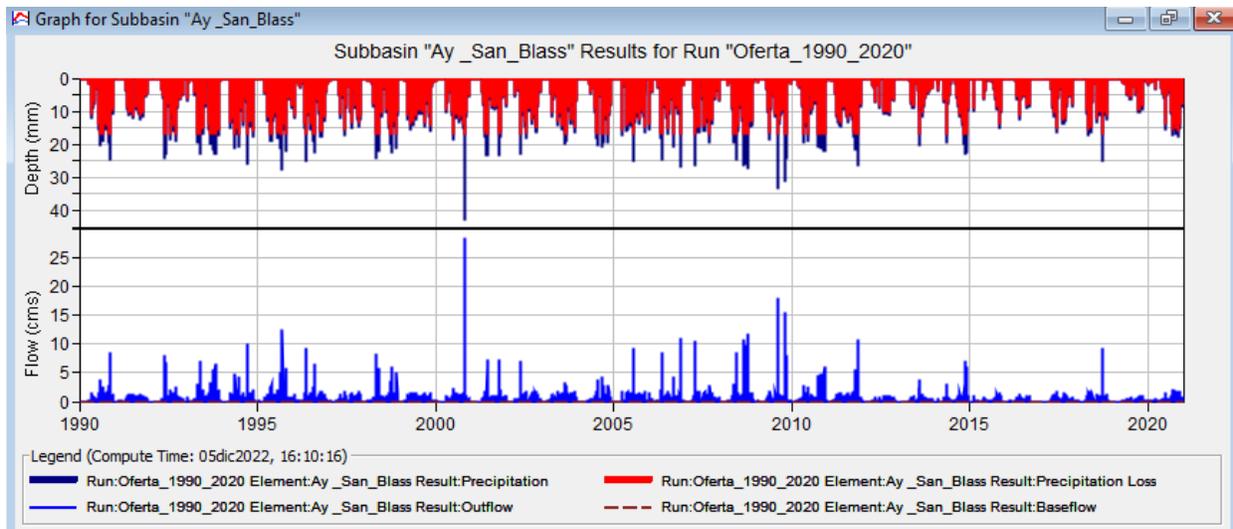


Figura 66. Oferta hídrica Arroyo San Blas (4,906,122.58 m³/año)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

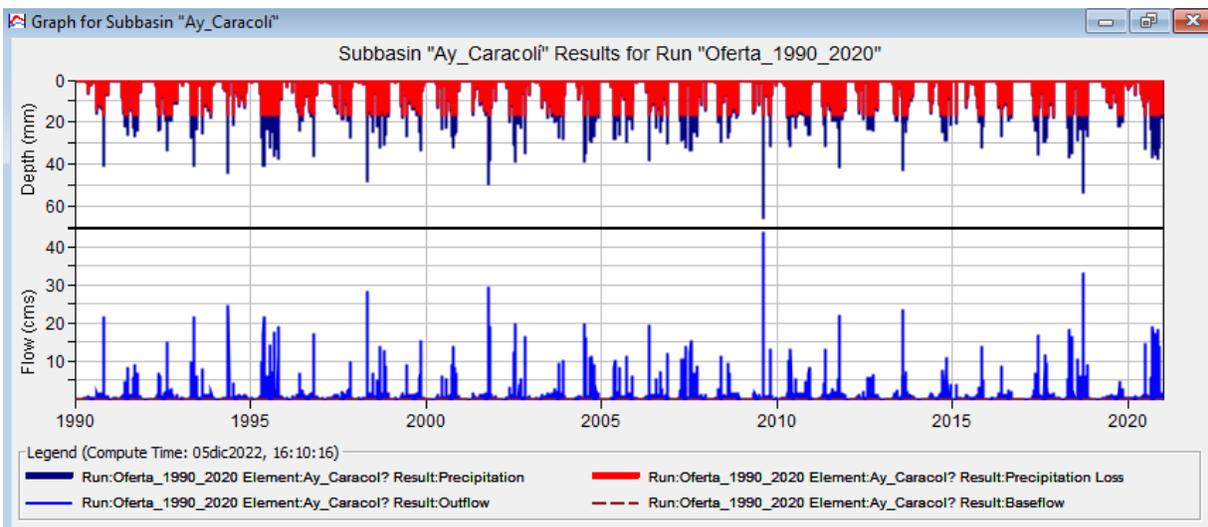


Figura 67. Oferta hídrica Arroyo Caracolí (7,187,261.29 m³/año)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 52. Resumen de salida resultados Oferta hídrica Modelo HEC-HMS.

Ay Caracolí				
Project: Oferta_Hidrica Simulation Run: Oferta_1990_2020				
Start of Run: 01ene1990, 00:00		Basin Model: V_Occ		
End of Run: 31dic2020, 00:00		Meteorologic Model: Oferta		
Compute Time: 15dic2022, 09:56:33		Control Specifications: OfertaTotal		
Show Elements:	Initial Selection	Volume Units:	MM <input type="radio"/> 1000 M3 <input checked="" type="radio"/>	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Ay_Caracolí	40.619	44.2	18ago2009, 00:00	222805.1

Ay San Blas				
Project: Oferta_Hidrica Simulation Run: Oferta_1990_2020				
Start of Run: 01ene1990, 00:00		Basin Model: V_Occ		
End of Run: 31dic2020, 00:00		Meteorologic Model: Oferta		
Compute Time: 15dic2022, 09:56:33		Control Specifications: OfertaTotal		
Show Elements:	Initial Selection	Volume Units:	MM <input type="radio"/> 1000 M3 <input checked="" type="radio"/>	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Ay_San_Blas	49.297	28.4	25oct2000, 00:00	152089.8

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.5.1. Curva de capacidad de la ciénaga de Malambo.

A partir de los levantamientos planimétricos y altimétricos del espejo de agua de la ciénaga de Malambo, la Tabla 53 presenta la variación de la elevación correlacionada con el área y el volumen acumulado de agua, en la ciénaga de Malambo (Figura 68 y Figura 69).

Tabla 53. Función Área- Capacidad-Volumen ciénaga de Malambo.

Elevación (m)	Área (m ²)	Volumen acumulado
-1.2	0.00	0.00
-1.0	461.22	92.24
-0.8	32,920.12	6,584.02
-0.6	130,727.57	26,145.51
-0.4	468,572.24	93,714.45
-0.2	1,186,830.92	237,366.18
0.0	1,754,606.05	350,921.21
0.2	2,216,518.43	443,303.69
0.4	2,418,066.67	483,613.33
0.6	2,430,229.27	486,045.85
0.8	2,430,698.56	486,139.71
2.0	4,891,580.00	3,439,197.44
3.0	4,891,580.00	5,900,078.88

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

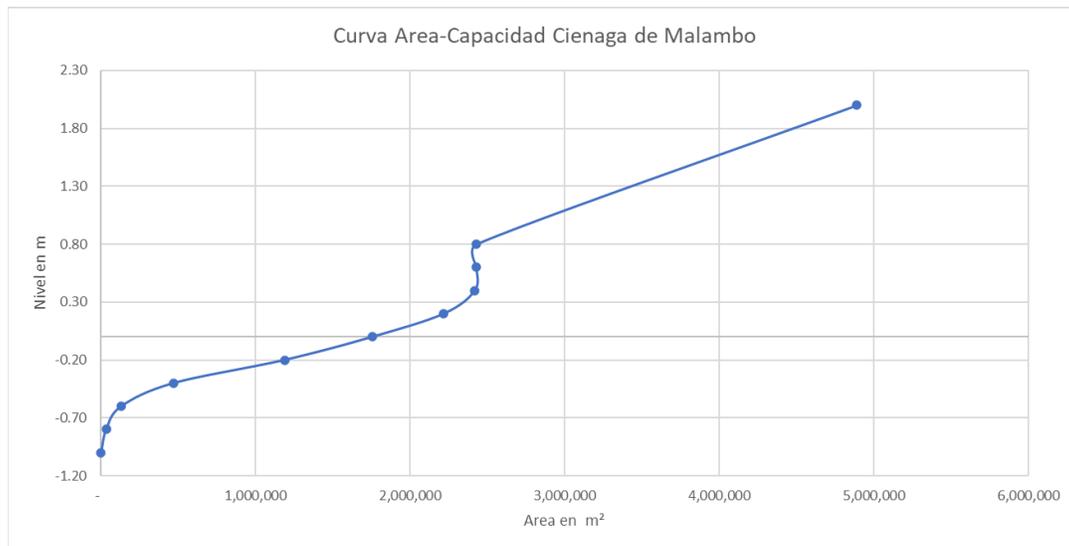


Figura 68. Curva de Nivel – Área -Capacidad ciénaga de Malambo.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De los resultados, se identifica que la ciénaga tiene una profundidad máxima asociada a la cota -1.2 msnm y un nivel máximo de hasta 4.0 msnm. De la curva Nivel Volumen–Capacidad se estimó que el almacenamiento máximo de la ciénaga es de aproximadamente 11,00,000.00 m³.

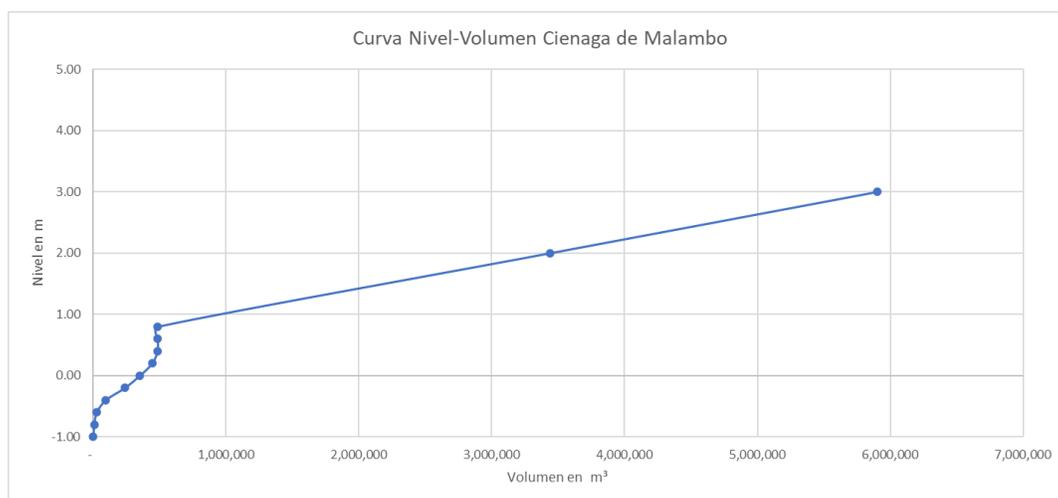


Figura 69. Curva de Nivel – Volumen -Capacidad ciénaga de Malambo.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.5.2. Fluctuación de niveles mensuales en la ciénaga de Malambo.

Con el fin de estimar las variaciones estacionales de la cantidad de agua en la ciénaga de Malambo, con las limitaciones y calidad de la información disponible, mediante un balance hídrico se simuló hidrológicamente la condición actual del humedal. La simulación tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se asume que los caudales actuales de entrada al sistema (ciénaga de Malambo) corresponden en especial a los aportes de escorrentía del Arroyo San Blas y Caracolí.
- De otra parte, debido al taponamiento por vegetación acuática de las estructuras de paso construidas en el carretable del Puerto de PIMSA (“Dique Sur”) y el carretable de Malambo a la boca toma de Villa Olímpica (“Dique Norte”), no permiten el intercambio de flujo con las ciénagas de Convento y Bahía. Lo anterior se evidencia por el aislamiento inducido a la ciénaga de Malambo, la cual se encuentra totalmente intervenida por la construcción de “diques perimetrales e interiores” que han impactado desfavorablemente la conectividad hidráulica del complejo de ciénagas.
- Las entradas de flujo del río Magdalena también se desprecian para las condiciones de aguas bajas y aguas medias, por cuanto se han construido “diques perimetrales” para el control de inundaciones (solo se presentaría desborde por la posible rotura de los terraplenes paralelos y próximos a la margen occidental del río Magdalena).

Mediante la simulación hidrológica, basada en la ecuación de balance (**Entradas – Salidas = Variación de Almacenamiento**) se determinaron las variaciones de los parámetros de volúmenes de almacenamiento, variación de niveles y caudales a escala mensual, considerando el comportamiento a escala diaria para un año típico o medio en el sector. La Tabla 54, presenta los resultados de la simulación a nivel mensual para valores promedios multianuales de precipitación y evaporación. Las siguientes figuras (Figura 70 y Figura 71) representan gráficamente la oferta de agua en la ciénaga de Malambo, en términos de las variaciones de volúmenes y niveles esperados, por aportes exclusivamente de la subcuenca del arroyo San Blas.

Para el balance no se tiene en cuenta los aportes del Arroyo Caracolí, dado que solo presenta desbordamientos hacia la ciénaga de Malambo, para condiciones de aguas altas y eventos extremos.

Tabla 54. Valores medios multianuales de precipitación total y neta del Arroyo San Blas.

Parámetros	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P.Total (mm)	4.38	2.63	2.13	27.49	120.54	83.08	78.74	101.45	158.27	159.14	106.25	22.39
P.neta San Blas (mm)	0.00	0.24	0.00	3.00	18.02	25.76	10.24	12.42	20.03	20.93	13.59	1.60

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 55. Balance hídrico Arroyo San Blas.

Parámetros	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
V.Ptotal directa (m ³)	7	6,384	5,189	66,809	292,999	201,935	191,392	246,600	384,702	386,823	258,263	54,434

Parámetros	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Oferta Arroyo San Blas (m ³)	0	11,897	0	147,796	888,297	1,270,063	505,005	612,057	987,465	1,031,570	669,927	78,660
V.Evap. Ciénaga (m ³)	383,589	413,705	449,047	433,223	396,909	364,410	397,200	367,570	336,919	279,749	290,590	350,920
Variación (ΔS) (m ³)	3,486,032	3,090,608	2,646,750.12	2,428,131	3,212,517.76	4,314,726	4,613,923	5,105,009	6,140,258	3,439,197	4,076,797	3,858,971
Nivel de ciénaga (msnm)	2.25	2.09	1.90	1.81	2.14	2.59	2.71	2.92	3.34	2.23	2.49	2.40

Fuente: IDL Ingeniería (2023)..

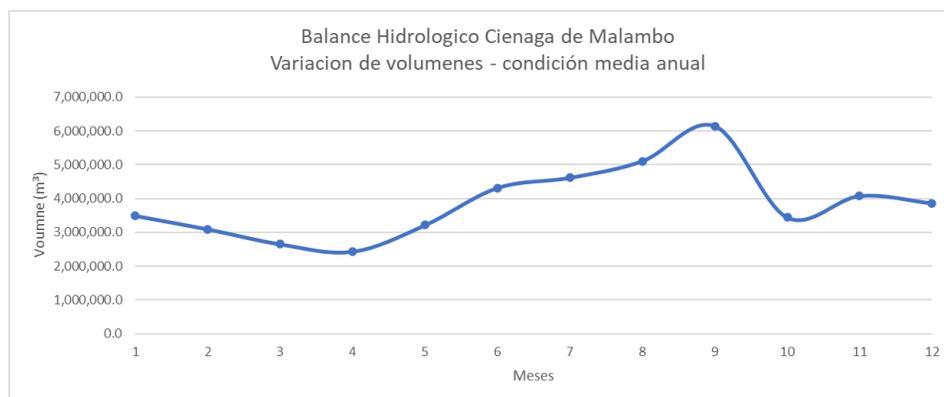


Figura 70. Variación de volúmenes – balance hidrológico de la ciénaga de Malambo (1990-2020).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

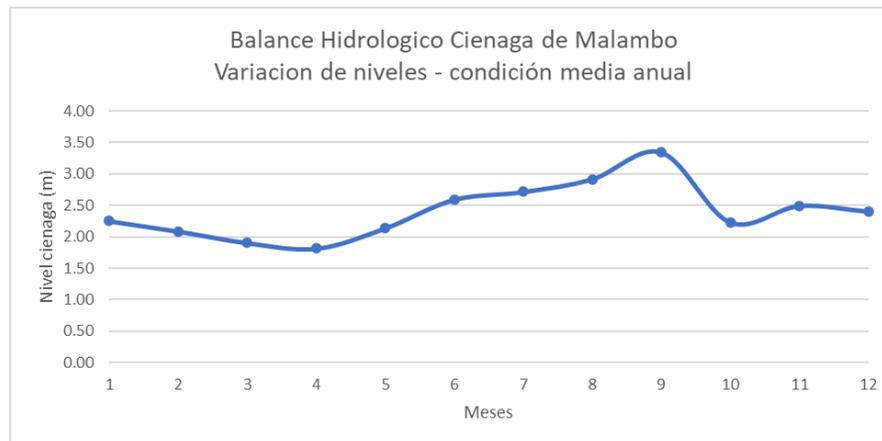


Figura 71. Variación de los niveles – balance hidrológico de la ciénaga de Malambo (1990-2020)
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.9.5.3. Conclusiones relacionadas con la Oferta Hídrica ciénaga de Malambo.

De acuerdo con los análisis realizados se presentan las principales conclusiones sobre la oferta hídrica de la ciénaga de Malambo:

- La oferta promedio anual estimada para la ciénaga de Malambo por escorrentía del arroyo San Blas, podría alcanzar los 5.000.000 m³.
- Actualmente los aportes fluviales del río Magdalena y/o por el flujo que discurre a través de la interconexión de las ciénagas de Convento y Bahía, se encuentra restringida por las obras antrópicas construidas (Dique Sur y Dique Norte) y por el taponamiento de vegetación acuática a través de las pequeñas estructuras de paso construidas para restablecer la conexión de las ciénagas a través de los diques construidos.
 - De la simulación de la oferta hídrica realizada, se observa que los volúmenes medios aportados por los arroyos a la ciénaga varían entre 2.000.000 m³ a 6.000.000 m³ por mes. Los mayores aportes se concentran en los meses de mayo a noviembre y entre enero y marzo se presentan los mínimos aportes.
 - De acuerdo con los aportes mensuales de los arroyos San Blas, el almacenamiento mensual de agua en la ciénaga podría variar entre 2.400.000 m³ a 6.140.000 m³. De lo anterior se concluye, que aunque es limitado el abastecimiento de agua por cuenta de los aportes del río Magdalena o el sistema de interconexión de ciénagas, el aporte de escorrentía de aguas de los arroyos San Blas y El Sapo son fundamentales para el sostenimiento y conservación de la ciénaga de Malambo, pues garantizarían agua durante gran parte del año (Tabla 55).
 - En cuanto a las variaciones de niveles de agua, se observa que aunque actualmente la ciénaga de Malambo depende exclusivamente de los aportes de escorrentía de aguas lluvias, los niveles medios mensuales podrían fluctuar entre 1.81 msnm a 3.34 msnm.

4.9.6. Demanda hídrica.

Para la estimación de la demanda hídrica se tomó como información base las estimaciones realizadas en la Estructuración y Especialización de los Índices de Uso del Agua IUA, en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA (CRA, 2013). En él se tiene en cuenta la demanda doméstica de agua, tanto para población rural y urbana, y para diferentes sectores productivos (industrial, hidrocultivos, Pecuario, Riego, Agrícola). Dado que en el presente estudio se tiene una delimitación de las cuencas hidrográficas más detallada se realizaron algunos ajustes a los valores definidos para las subcuencas Magdalena establecida por la CRA.

De acuerdo con la información suministrada por la CRA no hay concesiones aprobadas ni solicitudes en curso sobre la demanda de tipo industrial o doméstica de la Ciénaga de Malambo y del arroyo San Blas. Los valores definidos de la demanda hídrica anual en m³/año, se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 56. Demanda

Subcuencas	Demanda (m ³ /año)
Ay. San Blas	0

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Sin embargo, es preciso aclarar, que Aguas de Malambo registra una demanda de más de 20 millones de m³ para uso doméstico, teniendo como fuente de captación, el río Magdalena. Por otra parte, PIMSA registra una demanda de más de 3 millones de m³, cuya fuente de captación es el río Magdalena.

La fuente de la demanda del sector industrial y domésticos de los valores anteriores se obtienen del documento “ESTRUCTURACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE USO DEL AGUA – IUA EN LA JURISDICCIÓN DE CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO -CRA- BARRANQUILLA SEPTIEMBRE 2013”.

Tabla 57. Concesiones de fuentes superficiales.

TODOS LOS USOS DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL DEPARTAMENTO							
Nº	Usuario	Municipio	Caudal (L/s)	Volumen (m3/año)	Uso conferido	Fuente	UAH
33	ALCALDÍA DE LURUACO - ACUEDUCTO DE LURUACO	Luruaco	70.00	2,177,280.0	Domestico	Laguna de Luruaco	Ciénaga del Totumo
34	PIMSA S.A.	Malambo	110.00	3,421,440.0	Industrial	Río Magdalena	Ciénaga de Malambo
35	INDUSTRIAS PUROPOLLO	Malambo	0.00	-	Industrial	Ciénaga de Mesolandia	Urbano y Ciénaga La Bahía
36	AGUAS DE MALAMBO (OPERADORES DEL NORTE)	Malambo	660.00	20,528,640.0	Domestico	Río Magdalena	Urbano y Ciénaga La Bahía

Fuente:("ESTRUCTURACION Y ESPACIALIZACION DE LOS INDICES DE USO DEL AGUA – IUA EN LA JURISDICCION DE CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO -CRA- BARRANQUILLA SEPTIEMBRE 2013" (CRA-2013).

4.9.6.1. Índice uso del agua (IUA).

El índice de uso del agua representa la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales. (IDEAM, 2010).

Este indicador se determina en forma porcentual mediante la siguiente formula:

$$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh} \right) \times 100$$

Dónde:

IUA: Índice de uso del agua.

Dh: Demanda hídrica sectorial.

Oh: Oferta hídrica superficial.

A su vez, la demanda hídrica sectorial y la oferta hídrica superficial se determina como se indica a continuación:

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Ccss + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

$$Oh = Oh_{Total} - O_{Qamb}$$

Dónde: Dh: Demanda hídrica.

Ch: Consumo humano.

Csp: Consumo sector agrícola.

Csm: Consumo sector industrial.

Oh_{total}: Volumen total de agua Superficial

O_{Qamb}: Volumen de agua Correspondiente

Css: Consumo sector servicios. al caudal ambiental.
 Ce: Consumo sector energía.
 Ca: Consumo sector acuícola.
 Aenc: Agua extraída no consumida.

A un nivel más detallado la oferta hídrica está compuesta por un componente superficial y subterráneo, sin embargo, dada la incertidumbre en la definición de este último no será considerada para el presente análisis.

Siguiendo la metodología planteada en el ENA, 2010, el índice de uso del agua se categoriza en 5 categorías, desde muy alto a muy bajo, como se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 58. Categorización Índice de Uso del Agua.

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: ENA (2010).

Como se mencionó en el numeral sobre la “Estimación de la demanda hídrica”, esta se definió teniendo en cuenta los cálculos analíticos y mediante el modelo HEC-HMS actualizados para el periodo 1990 -2020, así mismo se determina el IUA para las cuencas que se encuentran en la jurisdicción de la Corporación, por otra parte, la oferta hídrica fue calculada para cada una de las subcuencas de la ciénaga de Malambo, a partir de estos resultados se calculó y determinó el Índice de Uso del Agua.

Tabla 59. Categorización de Índice de Uso del Agua

Subcuencas	Demanda (m3/año)	Oferta (m3/año)	IUA	Categoría
Ay. San Blas	0.0	5,315,267.7	0.00	Muy bajo

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Del análisis de la oferta y demanda hídrica, se observa que la subcuenca San Blas presenta un IUA muy bajo.

4.9.6.2. Índice de aridez.

El Índice de Aridez (Ia), permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región, (CRA, 2013). El indicador emplea las ecuaciones de Turc (1955) y Budyko modificada (1974) para el cálculo de la evapotranspiración real (ETR) y la de Penman – Montieith para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La categorización de este índice lo constituyen 7 niveles que representan desde altos excedentes a altos déficits de agua, como se muestra en la Tabla 60.

$$Ia = (ETP - ETR)/ETP$$

Dónde:

Ia: Índice de aridez.

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

ETR: Evapotranspiración real (mm).

Cálculo de la ETR según Turc:

$$ETR = P/(0.9 + (P^2/L^2))^{0.5}$$

$$L=300+25T+0.005T^3$$

Dónde:ETR: Evapotranspiración real (mm).

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

P: Precipitación (mm).

L: Factor heliotérmico.

T: Temperatura (°C).

Cálculo de la ETR según Budyko:

$$ETR = \left[\left(ETP * P * Tanh \left(\frac{P}{ETP} \right) \right) \left(1 - Cosh \left(\frac{ETP}{P} \right) \right) + Senh \left(\frac{ETP}{P} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:ETR: Evapotranspiración real (mm).

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

P: Precipitación (mm).

Tabla 60. Categorización Índice de Aridez.

INDICE DE ARIDEZ

Altos excedentes de agua (< 0,15)
Excedentes de agua (0,15 - 0,20)
Moderado a excedentes de agua (0,20 a 0,29)
Moderado (0,30 a 0,39)
Moderado a deficitario de agua (0,40 a 0,49)
Deficitario de agua (0,50 a 0,59)
Alto deficit de agua (> 0,60)

Fuente: ENA (2010).

4.9.6.3. Cálculo de la evapotranspiración real.

Para el cálculo de la ETR se seleccionó el método de Turc (1995). Se determinó Factor Heliotérmico (L) y en conjunto con los valores de precipitación 1985-2015 se calculó la evapotranspiración real. Los valores mínimos de ETR se presentan entre los meses de diciembre a marzo, registrando el valor mínimo en el mes de enero; por otra parte, los valores máximos se presentan en el mes de octubre.

Tabla 61. Evapotranspiración Real - Ay. San Blas.

ETR (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ay. San Blas	4.62	2.77	2.25	28.97	127.05	87.57	83.00	106.94	166.81	167.73	111.99	23.61

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 62. Evapotranspiración Potencial - Ay. San Blas.

ETP (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ay. San Blas	147.86	139.58	163.31	175.02	180.28	176.95	182.84	177.25	159.96	154.93	148.60	149.14

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Con la ETR y la ETP definida se determinó el Índice de Aridez a nivel mensual y anual. Como se observa en la Tabla 60 y Tabla 62. Considerando el índice de aridez anual (Tabla 60 y Tabla 64). La subcuenca Ay. San Blas se encuentran dentro de la categoría deficitario de agua.

Tabla 63. Índice de Aridez - Ay. San Blas.

la	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ay. San Blas	0.97	0.98	0.99	0.83	0.30	0.51	0.55	0.40	-0.04	-0.08	0.25	0.84

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Tabla 64. Índice de Aridez - Ay. San Blas

Subcuencas	la	Categoría
Ay. San Blas	0.54	Deficitario de agua

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.10. ASPECTOS HIDRÁULICOS

A partir de los Informes de caracterización hidráulica elaborados por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores de CORMAGDALENA, se presenta el resumen de los principales parámetros hidráulicos del río Magdalena en el sector de estudio.

Los niveles del río Magdalena en el sector de la desembocadura en Bocas de Ceniza, están controlados por la variación diaria de la marea. En el sector de aguas arriba, los niveles están influenciados por efecto de la marea y por las variaciones de caudal del río.

4.10.1. Niveles río Magdalena sector Puente Pumarejo (K22) – Puerto Pimsa (K38).

Para caracterizar este sector de estudio se tuvieron en cuenta las siguientes estaciones: Estación de la empresa PIMSA (K38) y TEBSA (K23) (Tabla 65).

Tabla 65. Estaciones hidrométricas seleccionadas.

Estación	Abscisa K (*)	Tipo de estación	Período de registro
PIMSA	38	PIMSA –UNINORTE Limnimétricas	2007 – 2012
TEBSA	23	TEBSA –UNINORTE Limnimétricas	2007 – 2017

(*) Abscisas referidas K0 en Bocas de Cenizas.

Como característica general, es típico en el Bajo Magdalena, que, para un ciclo hidrológico anual, se presente un período de niveles bajos desde finales de enero hasta principios de abril, un período de niveles medios entre mayo y agosto y el período de niveles altos, entre septiembre y diciembre. La Figura 72, muestra la curva de frecuencia de excedencia de niveles excedidos para la estación TEBSA (K23).

La Estación TEBSA es operada por Termobarranquilla (Barranquilla) y está localizada sobre la ribera occidental a 23 kilómetros de la desembocadura del río Magdalena, su operación es automática horaria y con registros disponibles desde el año 2000 hasta la fecha. Con la información de niveles disponible se calculó la curva de duración de niveles diarios excedidos, encontrando un nivel máximo histórico de 2.56 msnm, un valor mínimo de 0.01 msnm y un valor medio de 1.1 msnm.

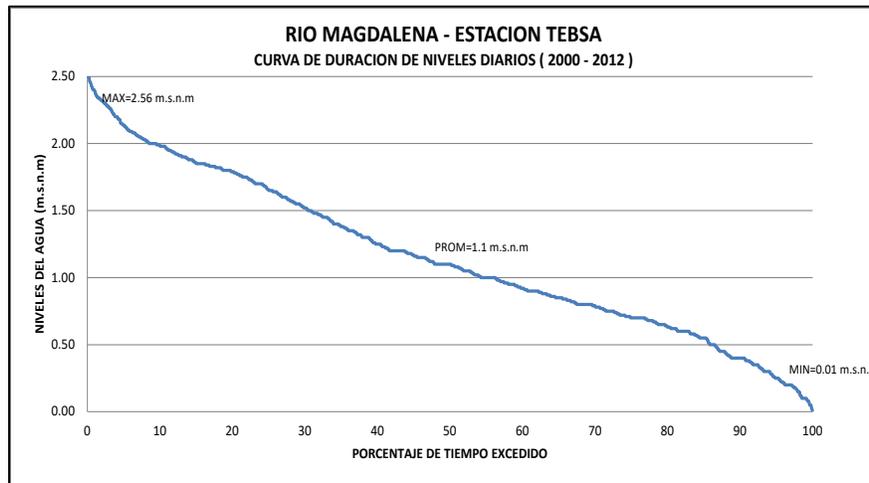


Figura 72. Curva de duración de niveles diarios excedidos Estación TEBSA.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La Estación PIMSA es operada por el Parque Industrial Malambo S.A (Malambo) y está localizada sobre la ribera occidental a 38 kilómetros de la desembocadura del río Magdalena (1.0 Km aguas arriba de Caimital). En la estación PIMSA la incidencia de mareas está presente sobre los niveles del río. Para el caso de la estación de PIMSA (K38), ubicada aguas arriba de la zona del proyecto, la variación de niveles presenta un comportamiento hidrológico similar a la de la estación TEBSA, con valores máximos de niveles hasta la cota 4.0 msnm, y valores mínimos de 0,5 msnm (Figura 73).

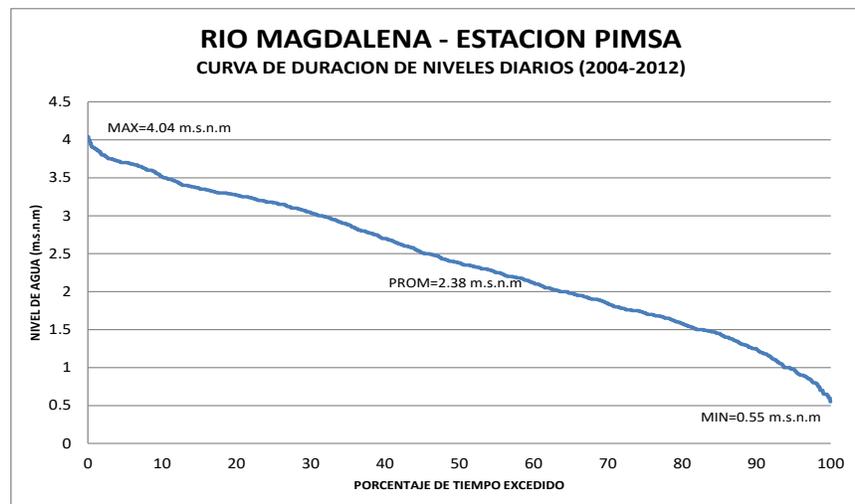


Figura 73. Curva de duración de niveles diarios excedidos Estación PIMSA
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Niveles extremos río Magdalena (Fenómeno de La Niña 2010 – 2011)

En el análisis de los niveles del río Magdalena, se presta especial interés a los niveles medidos en el periodo 2010-2011 los cuales estuvieron afectados por el fenómeno de La Niña, estableciendo los valores máximos de niveles registrados históricamente en el río Magdalena en

los últimos 73 años de registro, lo cual ocasionó múltiples inundaciones sobre la región Andina y Costa Caribe colombiana, en especial las poblaciones ribereñas.

La Figura 74, muestra un comparativo de los niveles en las estaciones TEBSA, PIMSA y Calamar en el periodo antecedente y posterior al “Fenómeno de La Niña” 2010 - 2011. En el gráfico se observa el incremento de los niveles en el periodo comprendido entre mediados del 2010 hasta finales del 2011, donde hubo el efecto máximo del fenómeno cíclico de La Niña, siendo La Niña 2010-2011 el de mayor fuerza registrada y mayor impacto en la cuenca del río Magdalena. La Niña 2010-2011 generó inundaciones en casi toda la planicie del río Magdalena, poblaciones ribereñas por el rompimiento de diques y muros de contención.

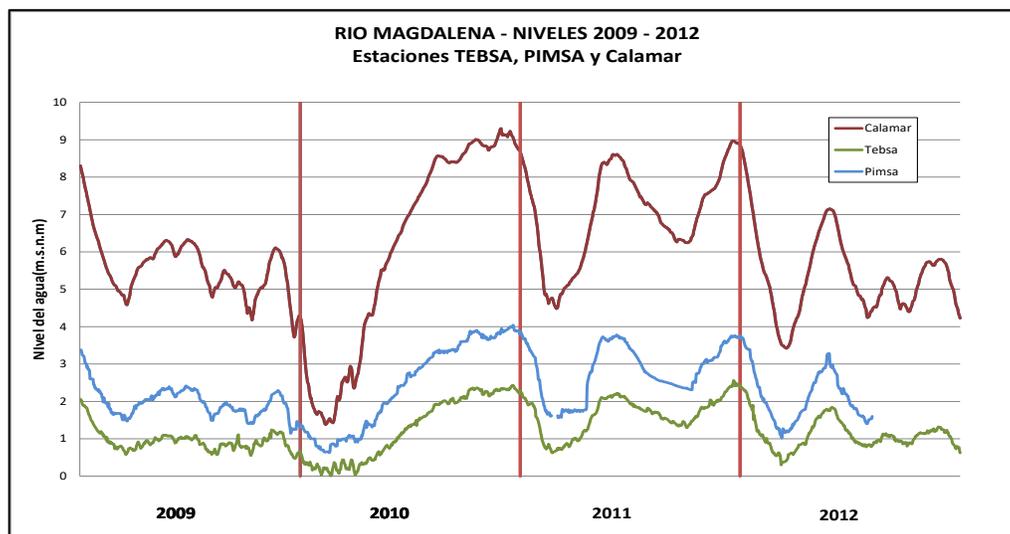


Figura 74. Comparativo niveles río Magdalena estaciones TEBSA, PIMSA y Calamar (2009 – 2012).

- Curva de Remanso de Niveles Máximos 2010 – Río Magdalena (Barranquilla – Calamar)
En la Figura 75 se muestran las curvas de remanso de nivel máximo y mínimo del río Magdalena entre Calamar y Barranquilla medida para el año 2010. El 2010 fue un año de niveles extremos, a comienzos del año hubo presencia del fenómeno del Niño, lo cual incidió en niveles bajos en el río y desde mediados del 2010, presencia del fenómeno de La Niña, incrementando los niveles del río.

En la curva se puede observar los niveles máximos y mínimos para el año 2010 en las diferentes poblaciones ribereñas. La curva de remanso de los niveles máximos del año 2010 corresponde a la los registros máximos históricos, por lo cual, de esta se pueden inferir mediante interpolación lineal los niveles máximos del río, para la zona del proyecto en Caimital, localizada en el KM 37. La cota máxima de inundación en el sector de Caimital corresponde a la cota 4.0 msnm.

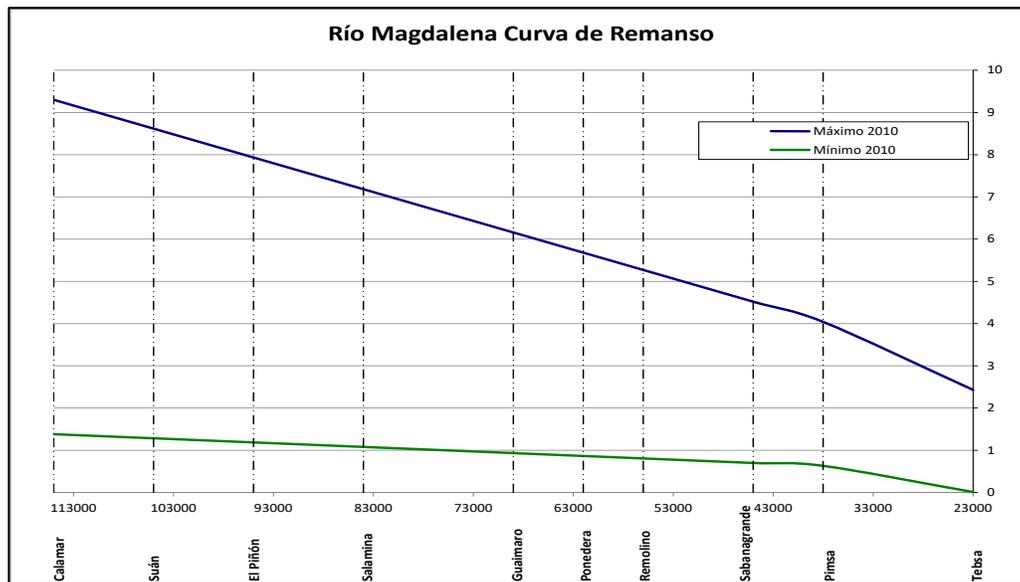


Figura 75. Curva de remanso de niveles máximos y mínimos del río Magdalena entre Calamar y Barranquilla.

4.10.2. Modelación hidrodinámica ciénagas de Convento - Malambo – Bahía.

Para la modelación hidrodinámica de la ciénaga de Malambo se utilizó el programa HEC-RAS, el cual es un modelo hidráulico creado por la USACE (United States Army Corps of Engineers), de libre distribución, que se puede descargar directamente desde la web (free download), siendo uno de los modelos hidráulicos más utilizados en la modelación hidráulica de cauces, el cual permite llevar a cabo simulaciones en régimen permanente, no permanente. El programa permite simular diferentes caudales y obras hidráulicas.

- Esquematización del Modelo.

Un estudio hidráulico consta de dos elementos fundamentales, que son por un lado la geometría del cauce del río Magdalena y el modelo digital de las ciénagas del Convento y Bahía, la batimetría de la Ciénaga de Malambo, y por otra, las condiciones de flujo, definidas por el caudal y/o niveles que constituyen las condiciones de contorno. La combinación de distintas geometrías y condiciones de flujo provoca diferentes resultados, que pueden ser analizados por separado o conjuntamente.

Para el presente estudio, se desarrolló una modelación integrada de las ciénagas de Malambo, Convento, Bahía y el río Magdalena en el tramo comprendido entre Sabanagrande y la Estación de TEBSA en proximidad del Puente Pumarejo.

Para la modelación se usó la versión Ras Mapper de Hec Ras con un coeficiente de rugosidad de 0.25 y un terreno digital de global mapper (STRM 1 MIN) para las ciénagas y una batimetría del río disponible para el cauce, la cual corresponde al año 2012, la cual puede ser útil para los fines y alcance de los trabajos previstos. La combinación de terrenos de las imágenes de las

ciénagas de Convento y Bahía, conllevo a una depuración para integrarla con la batimetría de la ciénaga de Malambo, mediante una malla preliminar con triángulos en las curvas que posteriormente se ajustaron para tener solo un TIN con las secciones del rio. La batimetría de las ciénagas de Convento y Bahía es tomada de imágenes satelitales, se adoptaron secciones a la cota-2.0 msnm (Figura 76).

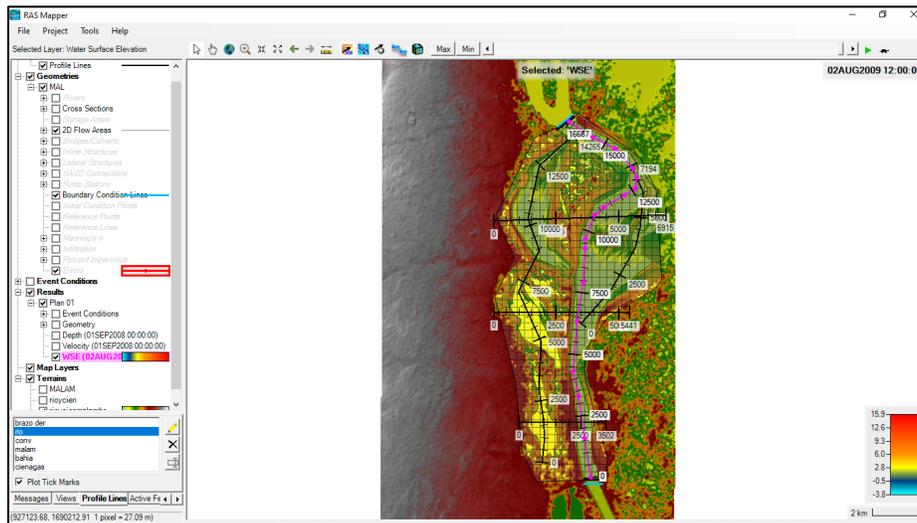


Figura 76. Modelo con malla de 300x300 e intervalo de tiempo: 6 horas
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Posteriormente se mejoró la malla a 125x125 celdas con tiempo de cálculo de 2 h.

- Desarrollo y avance del modelo.

La simulación hidráulica se realizó con hidrograma de caudal del río Magdalena para los años 2010 – 2011, que corresponde a una condición de ocurrencia de niveles extremos registrados en la estación Calamar, que representa adecuadamente el comportamiento del río Magdalena en el sector de Malambo (Figura 77).



Figura 77. Hidrograma Calamar 2010-2011.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Inicialmente se debe arrancar con un calentamiento del modelo (con modelo vacío) (Figura 78), por tanto, se empieza a llenar el río, de una forma aleatoria de 0 a 1.000 m³/s, posteriormente tiene un pico muy corto de 9000 m³/s que solo dura un mes, y luego un descenso muy lento, hasta completar un año con un caudal mínimo de 1.000 a cero (0) m³/s.

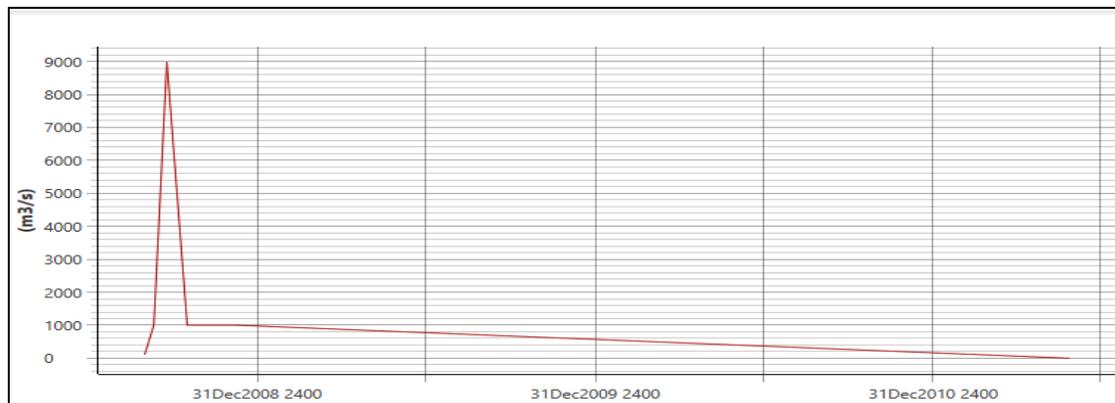


Figura 78. Hidrograma utilizado para el calentamiento.

Se puede observar que cuando alcanza el equilibrio, cercano al nivel cero, empieza a subir hasta la cota 2.0 msnm sin que se hayan llenado las ciénagas, luego empiezan a llenarse el sistema de aguas abajo hacia aguas arriba (Figura 79 y Figura 80).

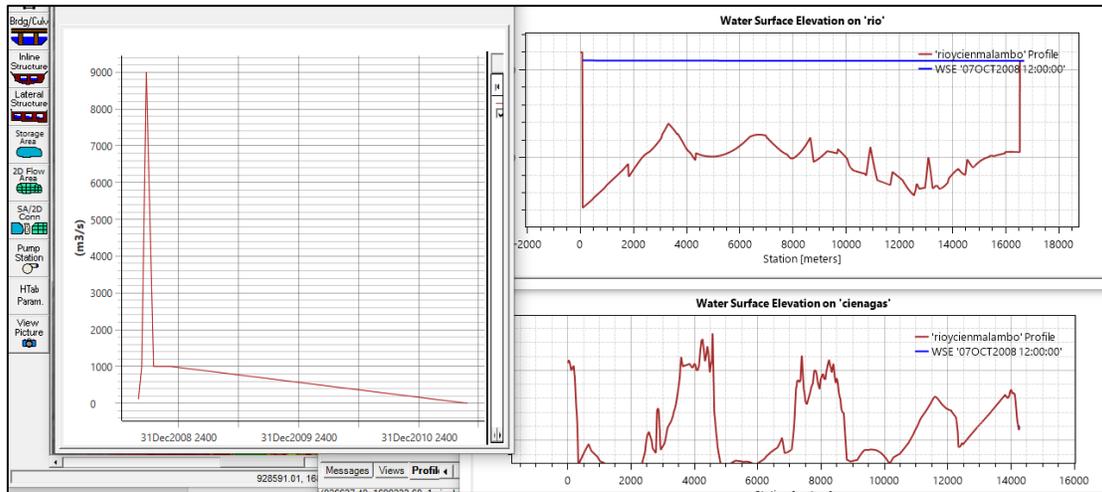


Figura 79. Inicio después de calentamiento.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

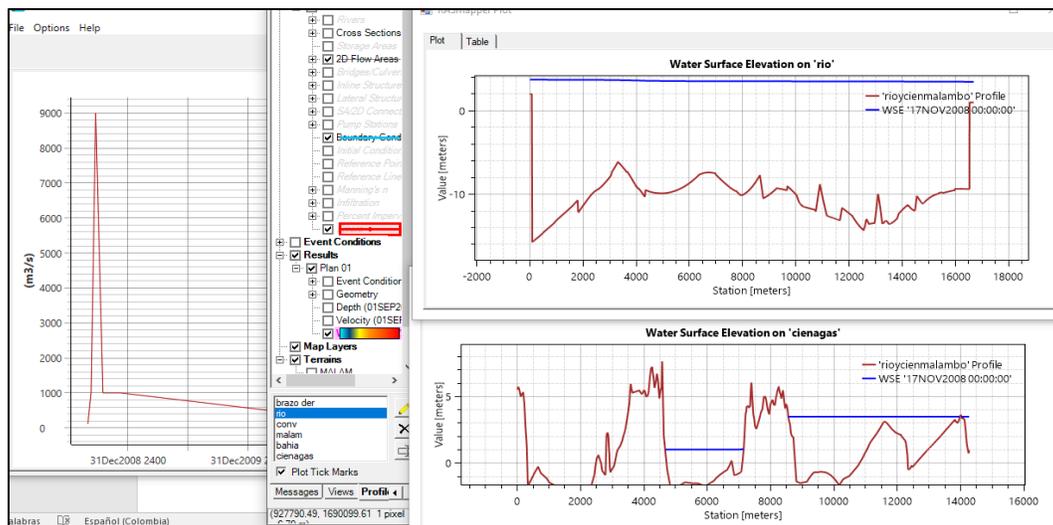


Figura 80. Inicio llenado de las ciénagas.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

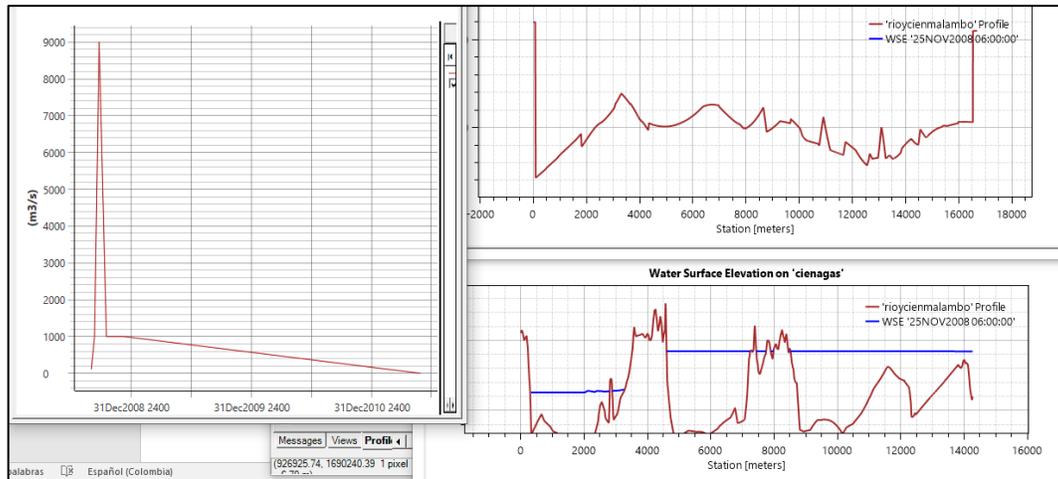


Figura 81. Fin del llenado ciénagas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

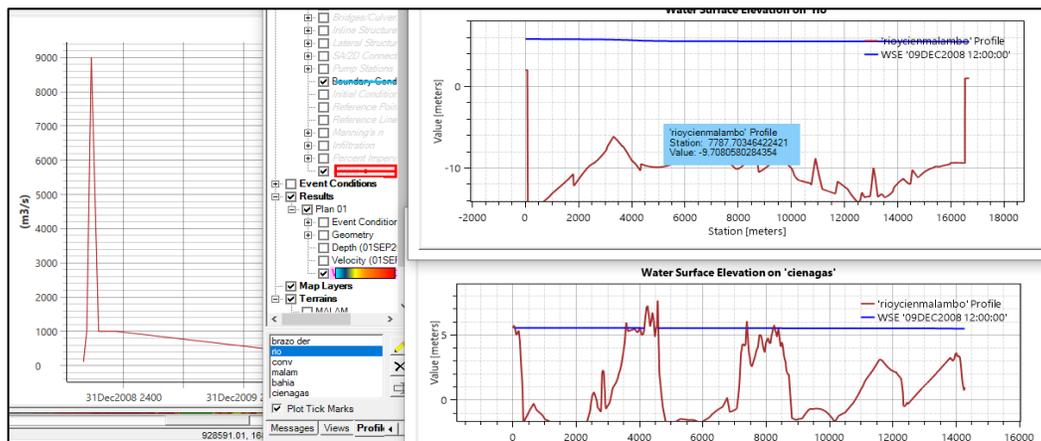


Figura 82. Inicio del descenso sistema.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El modelo finalmente se empareja para un caudal alto del orden de 9.000 m³/s y un nivel del río del orden 5.9 m. El río sigue subiendo hasta la cota 6.8 m cuando tiende a descender, las ciénagas alcanzan la misma cota del río, hasta que se induce un gradiente entre las ciénagas de Bahía y Malambo, de 0.8 m y entre Malambo y el Convento del orden de 0.3 m (Figura 82).

En este proceso se pudo ver el funcionamiento del río llenando las ciénagas en orden hacia aguas arriba, luego la estabilización y finalmente el vaciado de las ciénagas, en el orden inverso es decir de aguas arriba hacia aguas abajo (Figura 83).

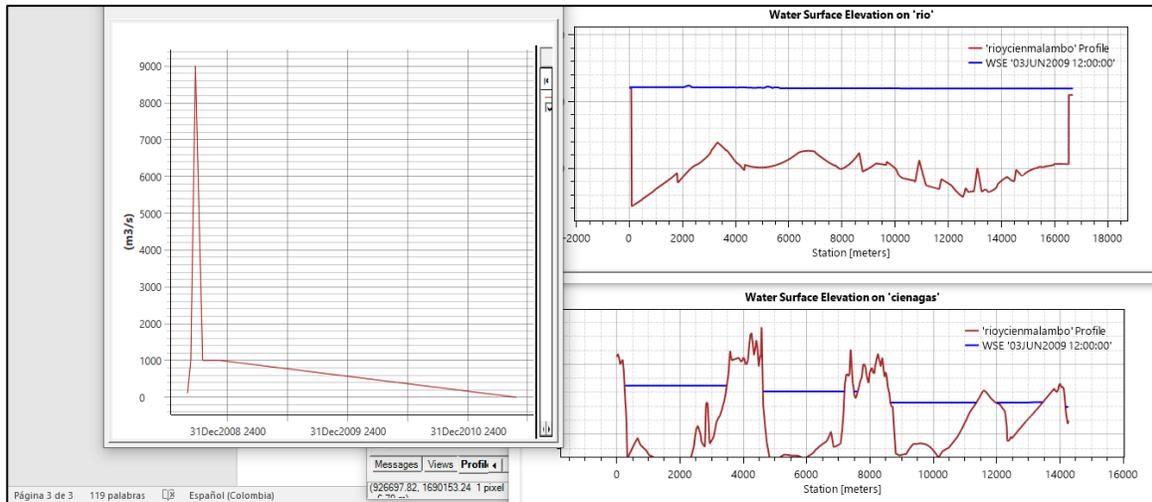


Figura 83. Vaciado de las ciénagas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Posteriormente los niveles siguen bajando hasta el final de la modelación, manteniendo los gradientes. Para esta condición el desagüe no tiene aún las posibles comunicaciones antrópicas, las cuales podrían acelerar los procesos (supuestos). Se actualizaron con base en el levantamiento batimétrico y topográfico.

- Calibración.

La calibración inicial fue relativamente dispendiosa, sobre todo por la cantidad de supuestos preliminares planteados. Las primeras corridas fueron aceptables, pero progresivamente se realizaron mejoras significativas, que permitieron avanzar, en especial la batimetría realizada en la ciénaga de Malambo, inventario de estructuras hidráulicas, diques interiores y perimetrales, conexiones, etc.

Lo primera parte se realizó corriendo un hidrograma real del río para el año 2010-2011 (aguas arriba). Poner (aguas abajo) la curva Nivel-Caudal en la estación TEBSA, y mejorar las comunicaciones entre ciénagas y con el río, a partir de información disponibles en las ciénagas y el río.

Posteriormente se integró el efecto del aporte de caudales por escorrentía de los arroyos San Blas Caracolí, con el fin de determinar el efecto en la hidrodinámica de la ciénaga, los cuales pueden ser significativos en el comportamiento hidráulico de este cuerpo de agua. Para tal efecto, se realizaron cálculos hidrológicos complementarios que permitieron la generación de series de precipitación diarias, para su transformación a caudales mediante modelos de lluvia escorrentía.

- Parámetros del modelo.

Para las corridas de referencia del modelo es necesario adoptar unos parámetros que deben permanecer invariables durante todas las simulaciones.

- Dimensiones de la Malla de Cálculo: La malla de menor tamaño para el funcionamiento adecuado del modelo tiene una dimensión de 125x125 m. La malla de 100x100 m, presentó errores de cálculo.
- Coeficiente de Manning. Se balanceo un único coeficiente para río y las ciénagas, con un valor de rugosidad integrada de 0.06.
- Tiempo de cálculo inicial: Intervalos de 2h.
- Las condiciones de frontera fueron: aguas arriba (entrada) hidrograma de caudales de los años 2010 y 2011, hidrograma de aguaceros triangulares, para los arroyos San Blas y Caracolí para los años 2010 y 2011, la serie de caudales por escorrentía de las cuencas hidrográficas de la ciénaga de malambo consta de 8.760, predominado periodos secos, datos de los cuales la mayoría son cero.

Para la estación de PIMSA se determinó un hidrograma de niveles diarios, que mantuviera los aportes y salidas balanceados, basados en los niveles de la ciénaga del Convento.

Aguas abajo se en el sector de TEBSA se utilizó una curva de calibración Nivel Tebsa - Caudal en Calamar.

La Figura 84, muestra el perfil de nivel de agua del río Magdalena por el brazo izquierdo de la Isla Cabica, indicando adecuadamente el comportamiento del perfil de remanso del río, con lo que se validó la calibración del modelo.

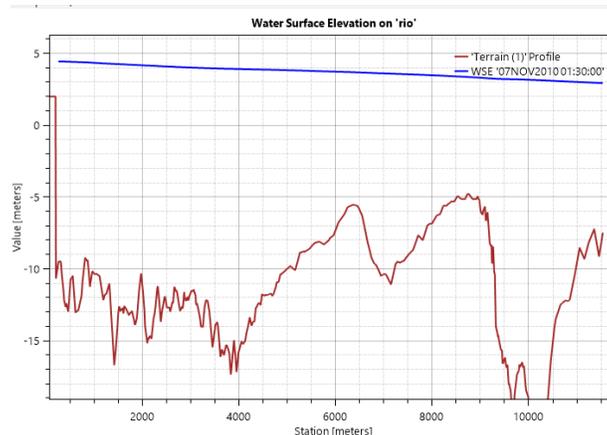


Figura 84. Perfil brazo izquierdo río Magdalena (Isla Cabica) en aguas altas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En aguas altas el gradiente del perfil entre PIMSA - TEBSA es de 2 m /12km (1.6E-4), lo cual concuerda bastante bien. Así mismo, los niveles en Pimsa son un poco bajos (4.47m para nov 07 2010), se esperaba cerca de 5 m de cota para aguas altas. En TEBSA los niveles de aguas altas parecen también un poco altos (2.97 m), por lo que fue necesario ajustar la rugosidad (coeficiente de Manning) a 0.065. En la Figura 85 se muestran los niveles en Pimsa para la modelación 2010-2011.

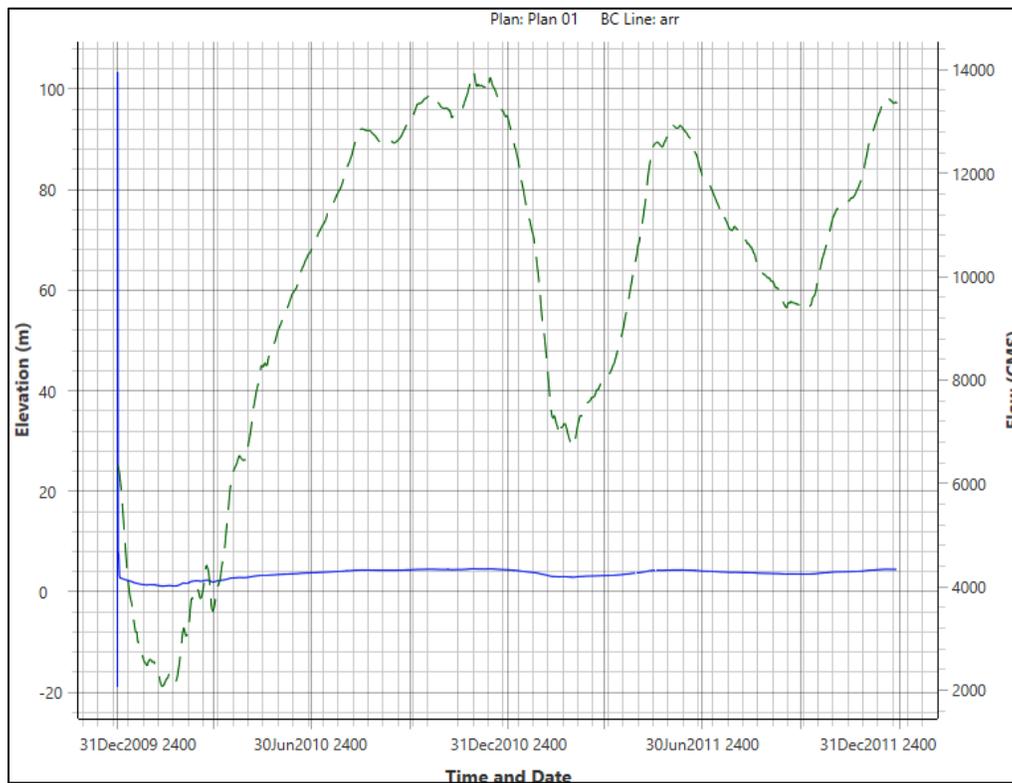


Figura 85. Niveles y Caudales para 2010-2011.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Para el 22 enero de 2010 se observa unos niveles de aguas mínimas de 1.26 m en la estación PIMSA y 1.15 m en la estación TEBSA que equivale a un gradiente de 0.11 en 12 km. (0.9E-5) (Figura 86).

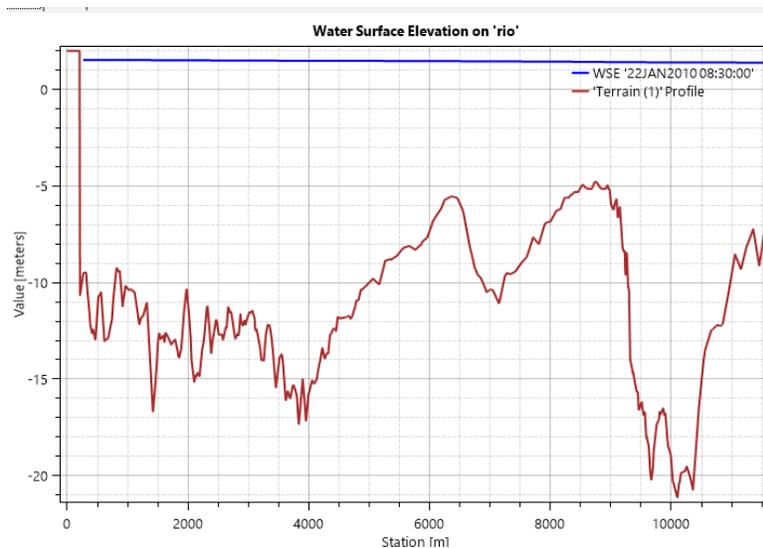


Figura 86. Perfil de agua, brazo izquierdo Río Magdalena Isla Cabica en aguas bajas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De acuerdo con los resultados del modelo, se observan los niveles y caudales en TEBSA (Figura 87).

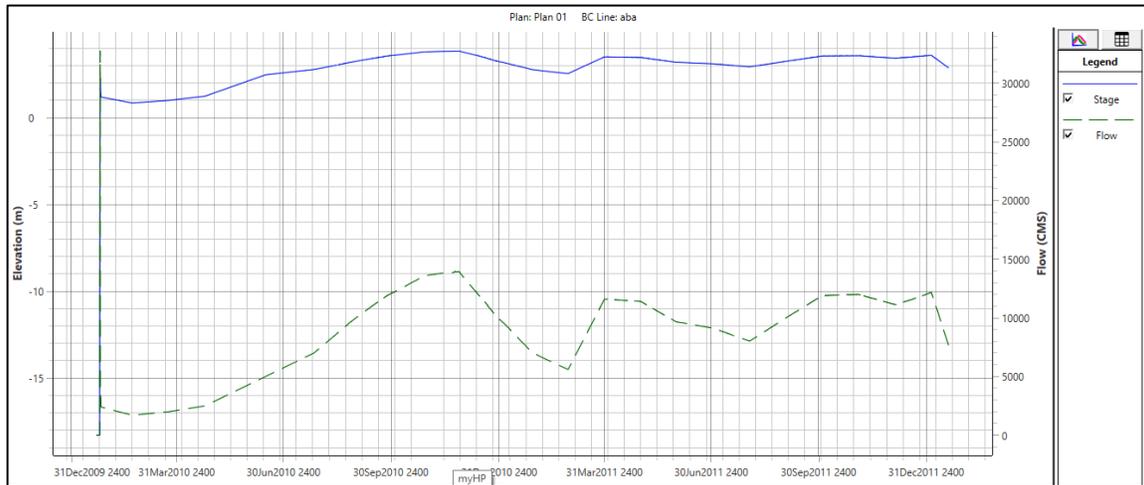


Figura 87. Variación de niveles y caudales en Tebsa.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Se intento ajustar la rugosidad bajando un poco el coeficiente de Manning, pero afectó desfavorablemente los flujos a través de la ciénaga.

Como característica se observa que, en el brazo izquierdo frente a la ciénaga de Malambo, las velocidades del río alcanzan magnitudes del orden de 1 m/s, las cuales tienden a ser menores que las observadas aguas arriba en el cauce total del rio Magdalena, donde se alcanzan velocidades del orden de 1.6 m/s (Figura 88).

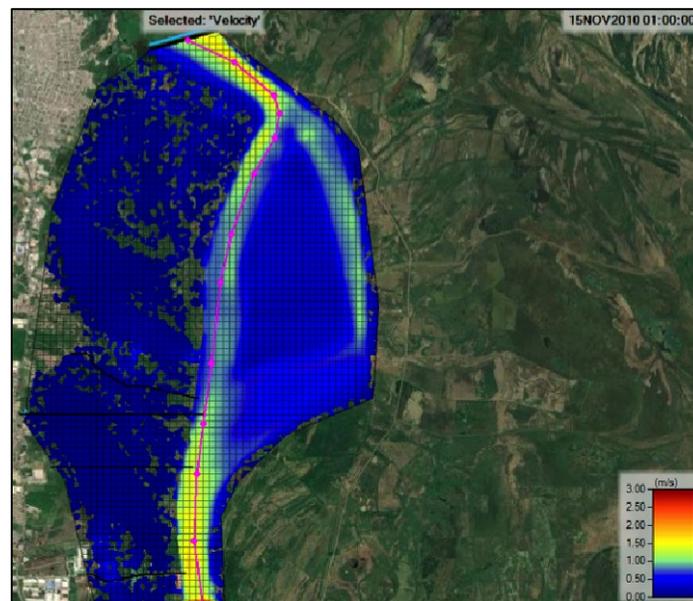


Figura 88. Velocidades del rio modeladas en aguas altas (Nov 15/2010).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Modelación hidrodinámica de la ciénaga con aporte de escorrentía de los arroyos San Blas y El Sapo.

Con el fin de valorar los efectos hidráulicos asociados por los aportes de escorrentía de los Arroyos San Blas y Caracolí directamente a la ciénaga de Malambo, se realizó la simulación respectiva. Para el análisis del flujo en la ciénaga de Malambo, se seleccionaron periodos de lluvia altos y bajos, calculando los caudales e hidrogramas de lluvias diarias, que correspondieron y se acoplaron con el hidrograma de caudales del río Magdalena, comprendiendo el periodo de registro de los años 2010 y 2011.

De acuerdo con los resultados de la simulación y analizando el hidrograma del arroyo San Blas, el mayor evento ocurrió el 5 nov /2011 a las 12 am (Figura 89).

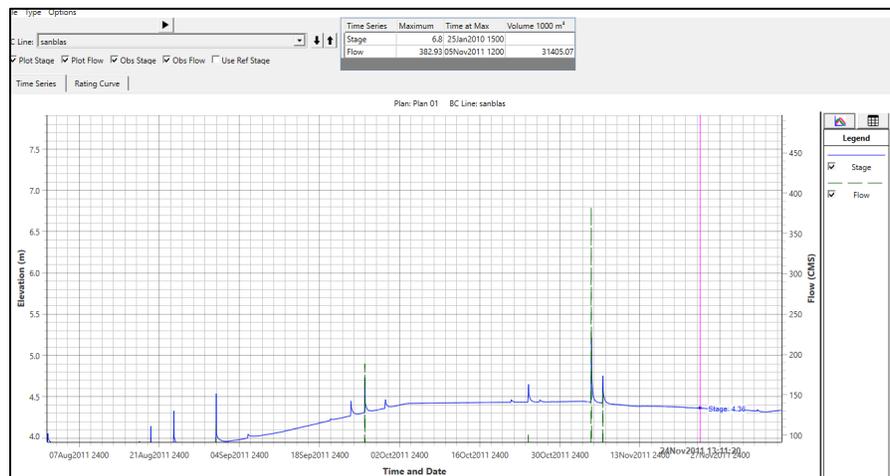


Figura 89. Hidrograma de caudales salida arroyo San Blas (2011).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Para este evento, la condición de flujo registró en la ciénaga un caudal máximo de 382.93 m³/s con un volumen del orden de 31405 m³. Al ampliar el gráfico se observa la forma de la recesión junto con el siguiente aguacero de noviembre 07/2011. En las siguientes figuras, se muestra la secuencia respectiva, de la hidrodinámica del flujo en la ciénaga de Malambo:

- Las velocidades en la ciénaga son inferiores a 0.05 m/s (no es posible determinar su dirección).
- Se observa la simulación por aportes Arroyos San Blas y Caracolí y la trayectoria de velocidades a través de la ciénaga de Malambo.
- Sección de control a través de la ciénaga de Malambo por la desembocadura del arroyo San Blas.
- Trayectoria de partículas ciénaga de Malambo en la desembocadura del Ay. San Blas
- Panorama global Ciénaga de Malambo en contexto con el flujo de agua entrando por la estructura de PIMSA.
- Se aprecian vectores de velocidades entre 0 y 0.2 m/s

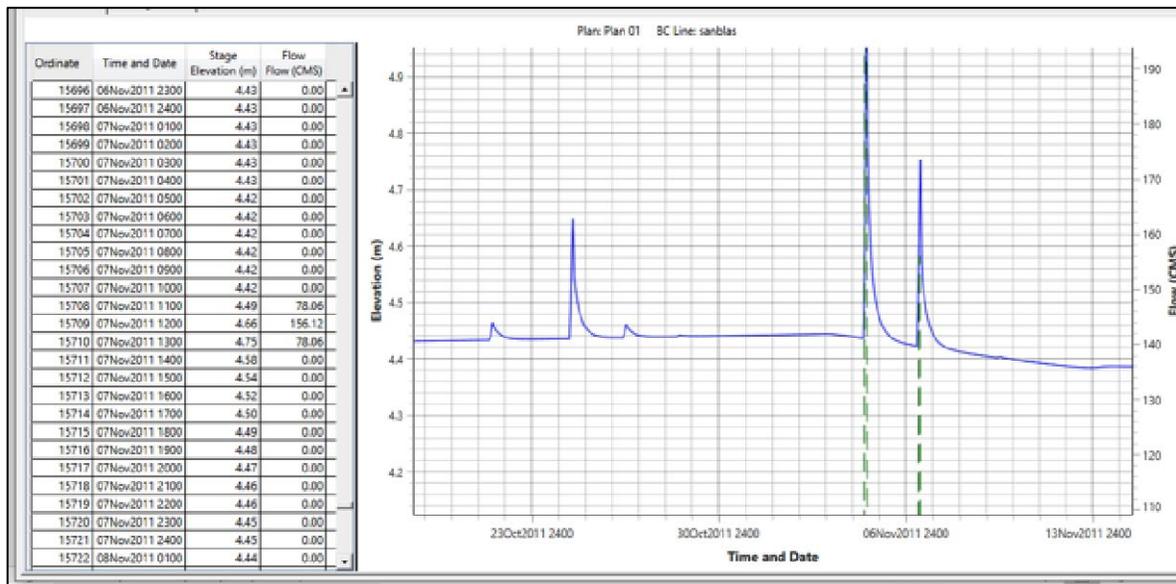


Figura 90. Las velocidades en la ciénaga son inferiores a 0.05 m/s (no es posible determinar su dirección).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

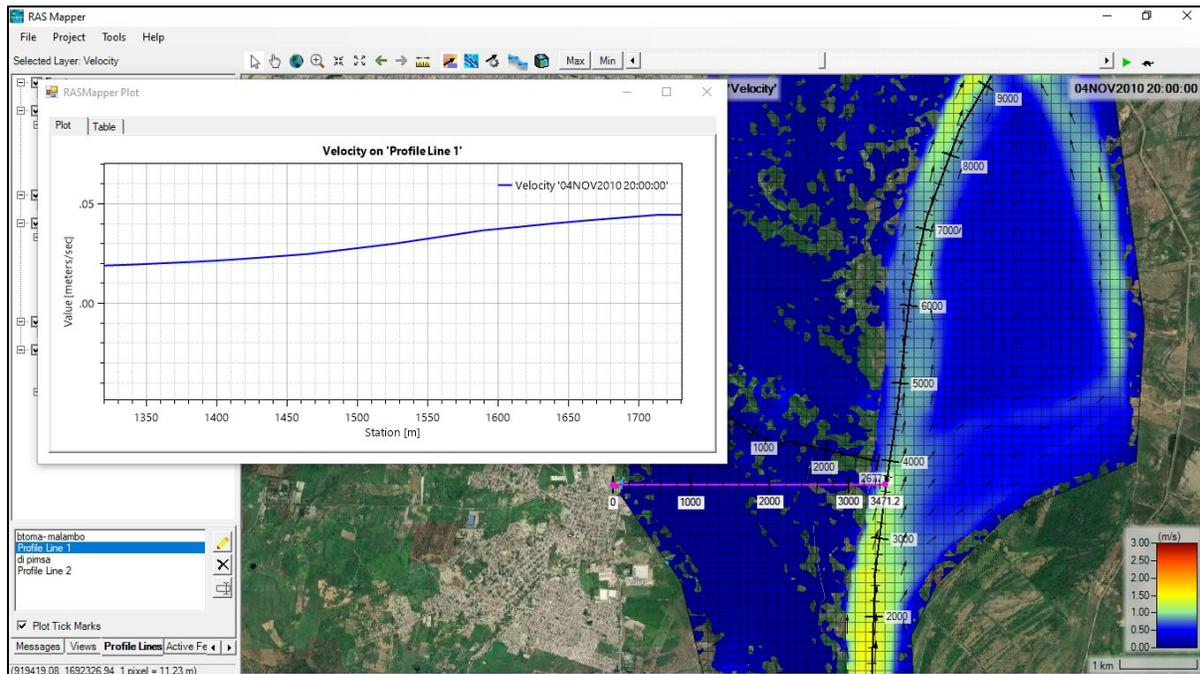


Figura 91. Simulación aportes Arroyos San Blas y Caracolí. Velocidades a través de la ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

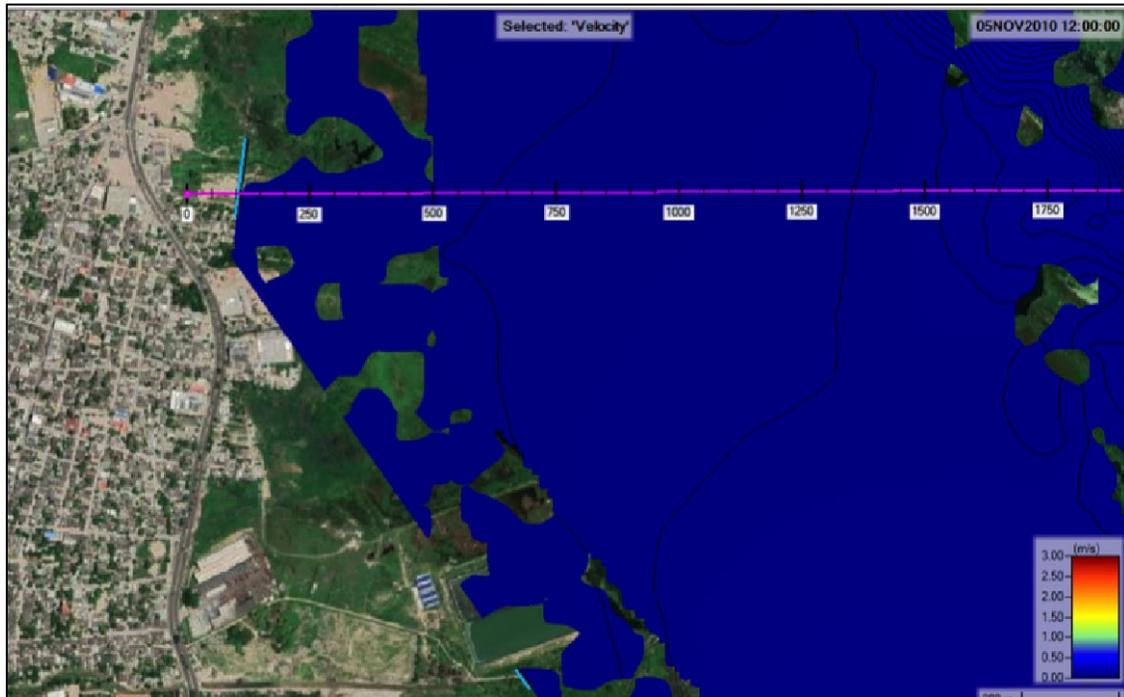


Figura 92. Sección de control a través de la ciénaga de Malambo por la desembocadura del arroyo San Blas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

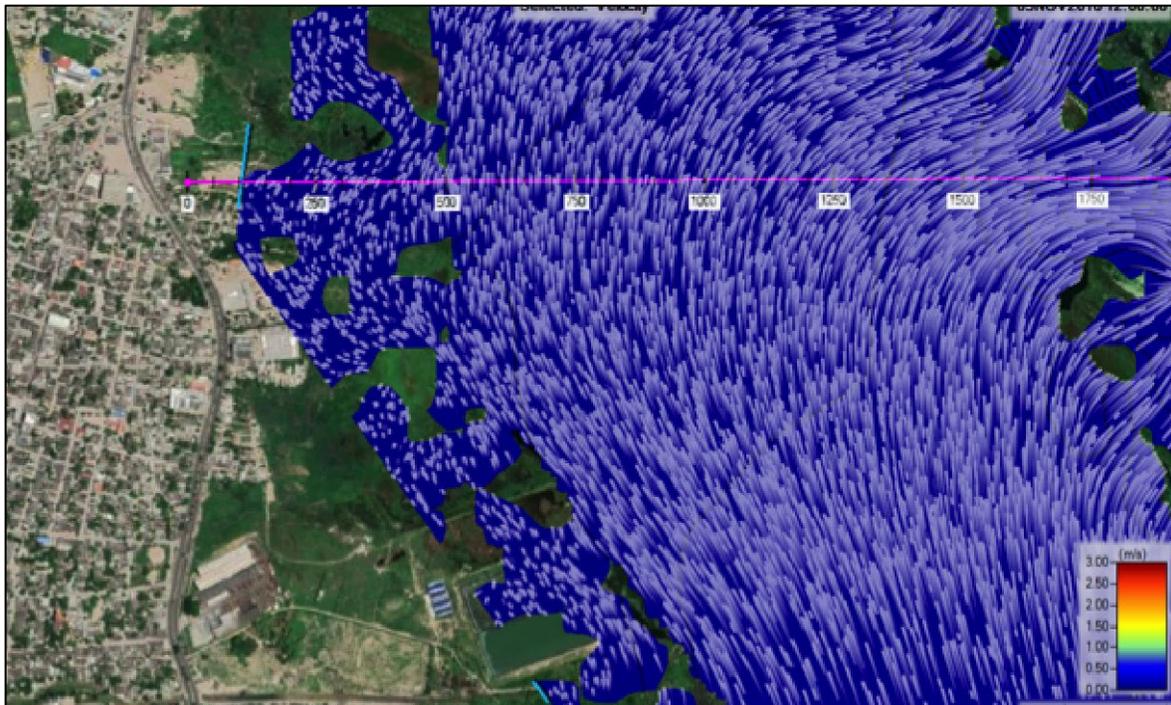


Figura 93. Trayectoria de partículas ciénaga de Malambo en la desembocadura de San Blas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

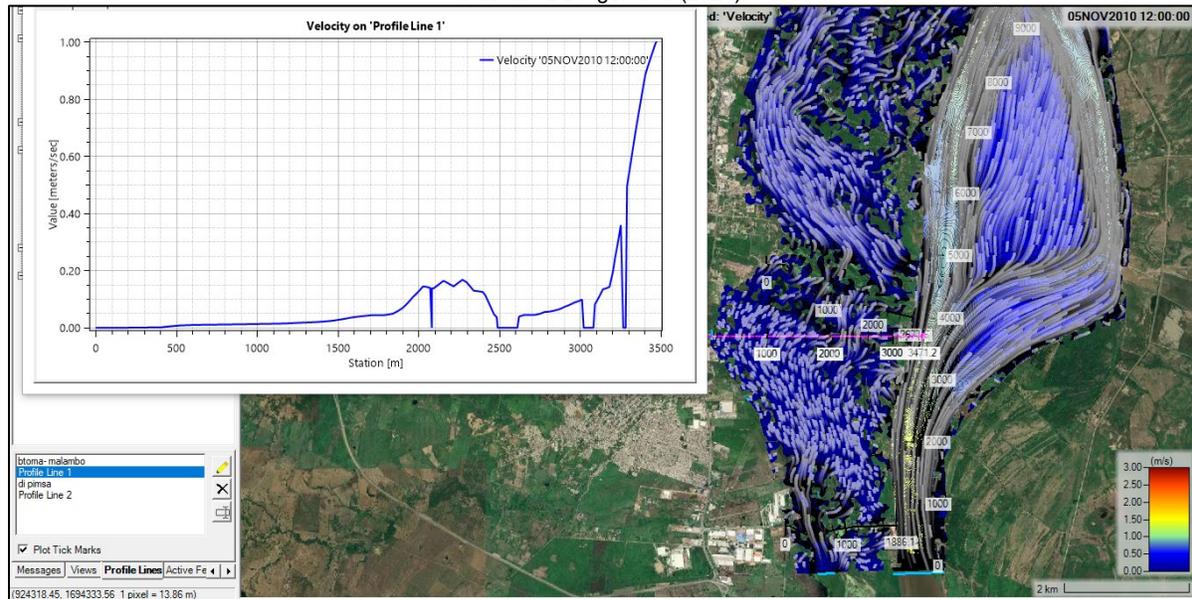


Figura 94. Panorama global Ciénaga de Malambo del contexto con el flujo de agua entrando por Pimsa.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).



Figura 95. Vectores de velocidades entre 0 y 0.2 m/s

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Modelo Simulación dragados ciénaga de Malambo.

Teniendo en cuenta el estado de aislamiento o nula conectividad hidráulica de la ciénaga de Malambo con las ciénagas conexas y el río Magdalena, donde se observa que en el puente existente en el Dique Norte se presenta un tapón por acumulación de sedimentos y vegetación, que no permite el llenado o vaciado de la ciénaga, que tampoco existe comunicación a través del Dique Sur (Carreteable muelle PIMSA) y que no existe un canal de conexión con el río Magdalena, se concluye que los aportes de caudal de los arroyos San Blas y Sapo, constituyen los aportes de caudal más importantes que sostienen actualmente la ciénaga de Malambo. De acuerdo con la condición anteriormente expuesta, se planteó inicialmente una simulación de un dragado en el puente del “dique de norte”, sin embargo, existe la incertidumbre del ancho y extensión de dicho tapón, y que el dragado sea realmente efectivo, por lo que se simuló mejor un dragado directo desde el río en el sitio más próximo a la margen del río Magdalena, con una longitud del orden de 500 m. Las especificaciones del canal dragado son las siguientes:

- - Ancho de canal en el fondo: 20 m
- - Ancho del canal en la superficie: 50 m
- - Cota de fondo: - 2.0
- - Longitud: 500 m

De la simulación hidráulica realizada se observó, que los niveles de la ciénaga siguen a los niveles del río y eventualmente podría retenerse los niveles altos de agua en la ciénaga de Malambo, con una compuerta. La diferencia de llenar el embalse desde aguas arriba es de casi un metro (1.0), que es el gradiente en aguas altas entre los dos puntos de llenado (Figura 96).

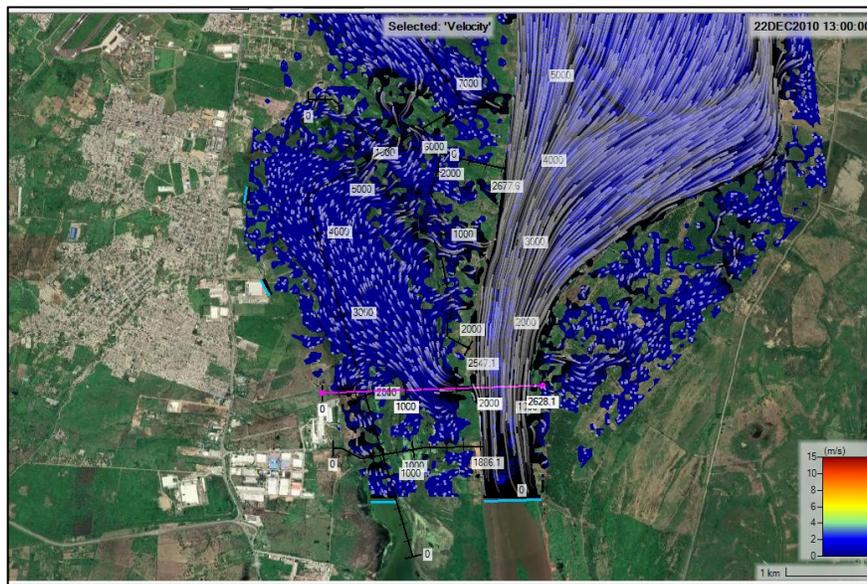


Figura 96. Flujo de agua entrando por el canal dragado.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La operación con dragados es más segura en cuanto a inducir una mejor circulación, regulación y especialmente en cuanto a la calidad del agua, que sin comunicación con las ciénagas de Convento y Bahía, las cuales generan en la actualidad alto riesgo de aportes de contaminantes.

Por otra parte, se destaca que el volumen de escorrentía aportado por las cuencas tributarias, aun sin considerar la evapotranspiración, es suficiente para mantener los niveles de la ciénaga de Malambo (Figura 97 y Figura 98).

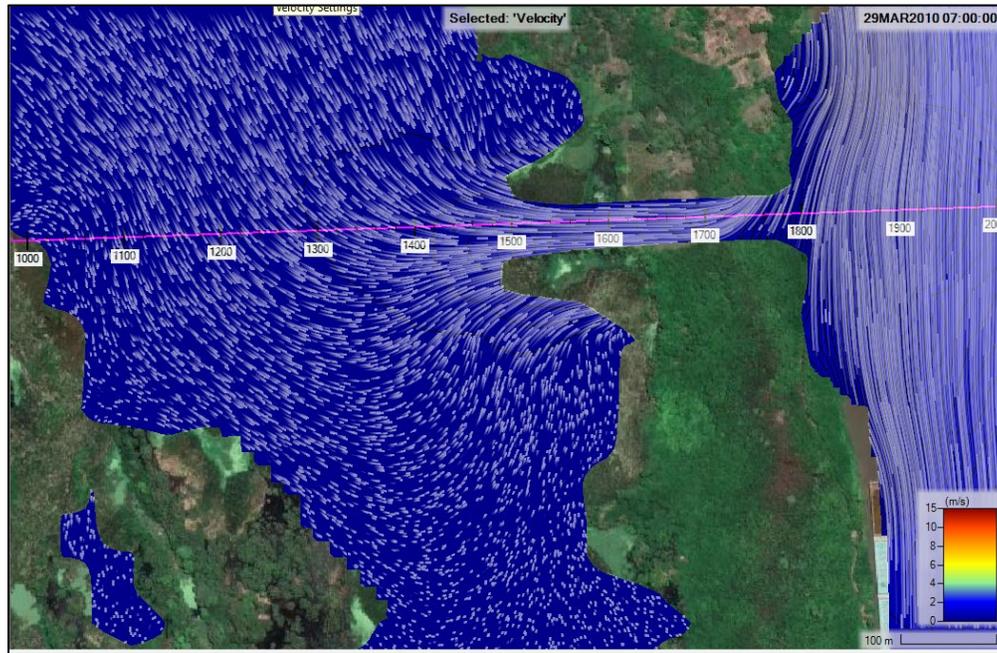


Figura 97. Agua saliendo por el canal dragado.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

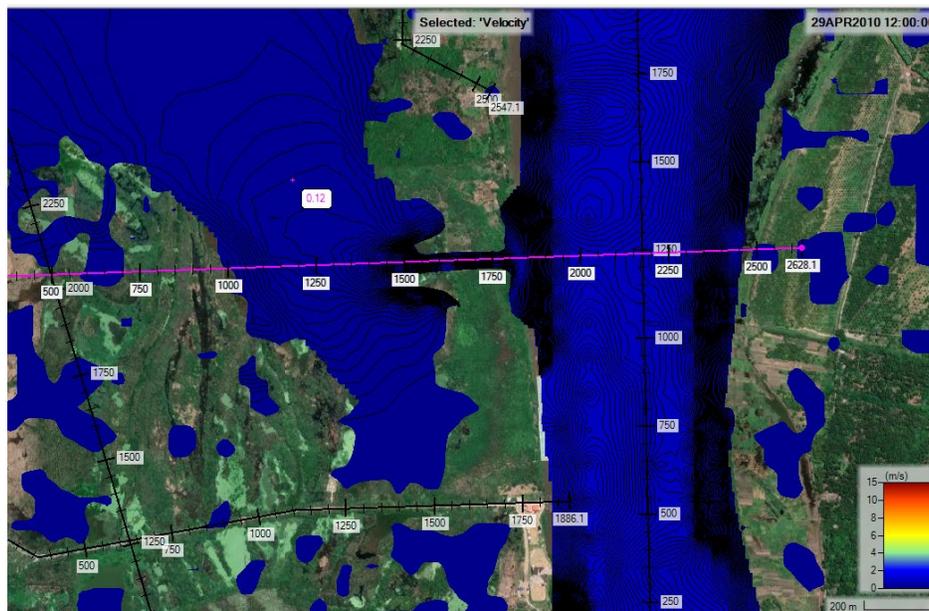


Figura 98. Gradientes de velocidad 0.03 m/s hasta 0.23 m/s en el punto de salida del dragado.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Con el objeto de mejorar la circulación se implementó un segundo dragado, que por la orientación de la ciénaga conlleva una longitud apreciablemente mayor del orden de 1500 m y un ancho en la base de 50 m y cota de fondo es -2.0 m, buscando que manejen el mismo caudal.

Al igual que en el caso de un solo dragado, el nivel de la ciénaga sigue los niveles del río, manteniendo un gradiente que depende del caudal, induciendo permanentemente una circulación en la ciénaga en aguas altas entrando y saliendo por los dos dragados y en aguas medias y bajas entraría el flujo por el sur y sale por el norte (Figura 99).

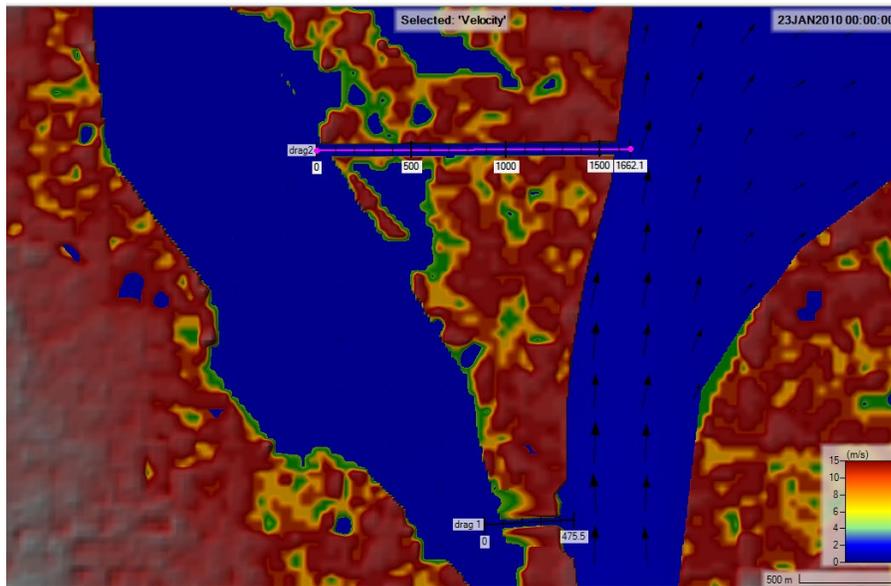


Figura 99. Simulación de dos (2) canales dragados ciénaga Malambo-Río Magdalena.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

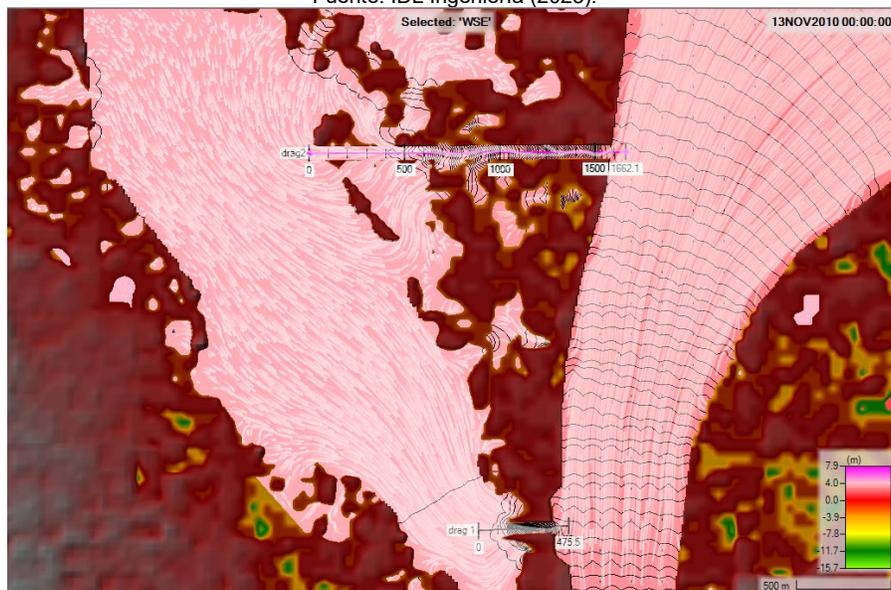


Figura 100. Flujo descargando por los dos canales dragados.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Se concluye que la única ventaja de hacer los dos dragados es la recirculación del agua del río, sin embargo, es importante destacar que la regulación de los niveles es más fácil con una sola comunicación para caudales mínimos ($1500 \text{ m}^3/\text{s}$), como se aprecia en las siguientes figuras.

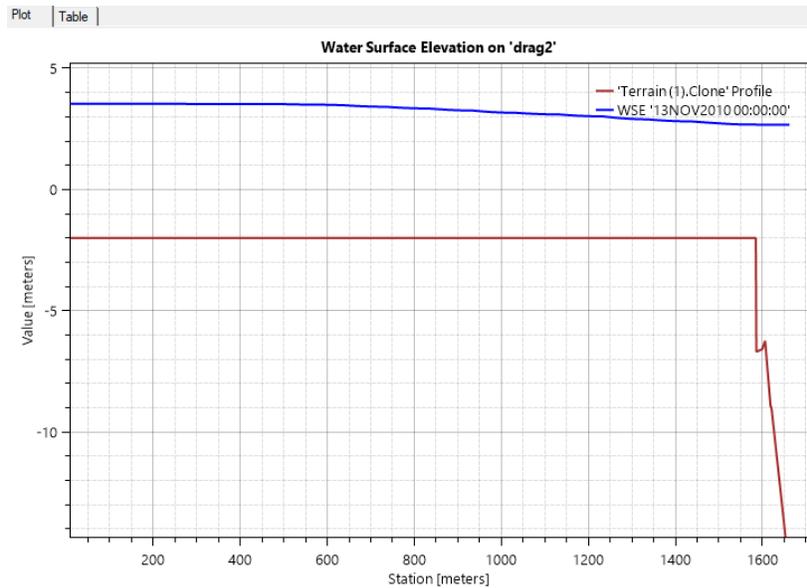


Figura 101. Perfil del Flujo por eje del canal dragado 2.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

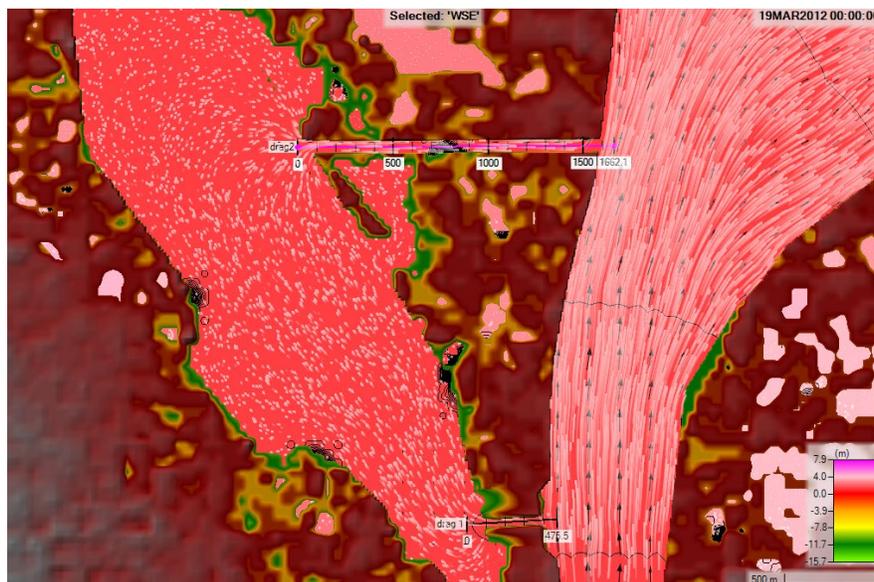


Figura 102. Circulación del flujo de la ciénaga y el río, inducido por los dos dragados.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

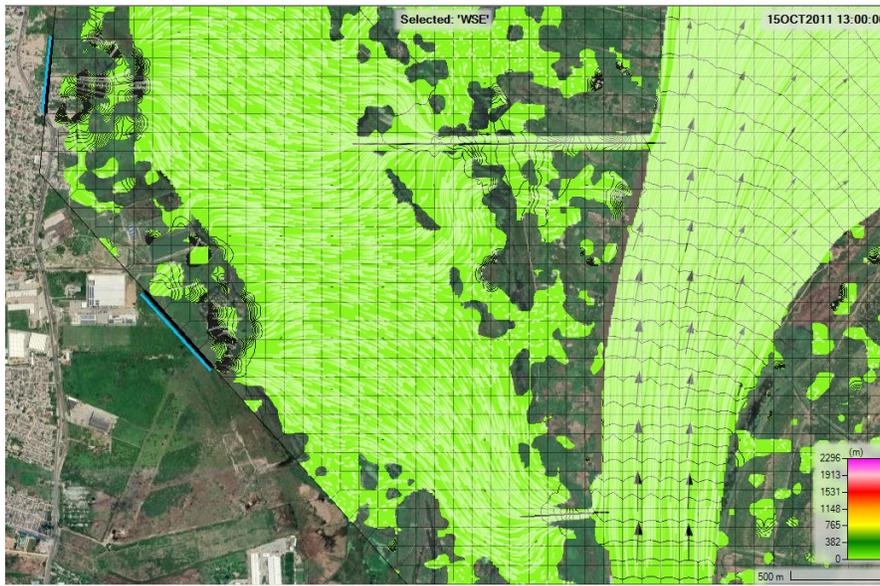


Figura 103. Líneas de corriente generadas por las crecidas en A. San Blas y A. Caracolí, saliendo por los canales dragados.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Modelación sin río.

Para analizar las características del flujo, considerando mínimos aportes del río Magdalena (No conectividad de la ciénaga con el río) y valorar la condición actual de la ciénaga (no conectividad hidráulica), es decir el sostenimiento hídrico por los aportes de los arroyos San Blas y Caracolí, se corrió el modelo con un caudal muy pequeño en el río, apenas 100 m³/s., dejando los hidrogramas de los arroyos. La condición de inicio se establece para el 10 de mayo de 2010 a las 14 horas, con el embalse vacío, el tiempo de simulación se redujo a 0.30 s, para tener 4 valores por lluvia.

De la simulación se observa, el efecto del primer aguacero del año el once de mayo a las 12, con una cota de 0.15 m (Figura 104).

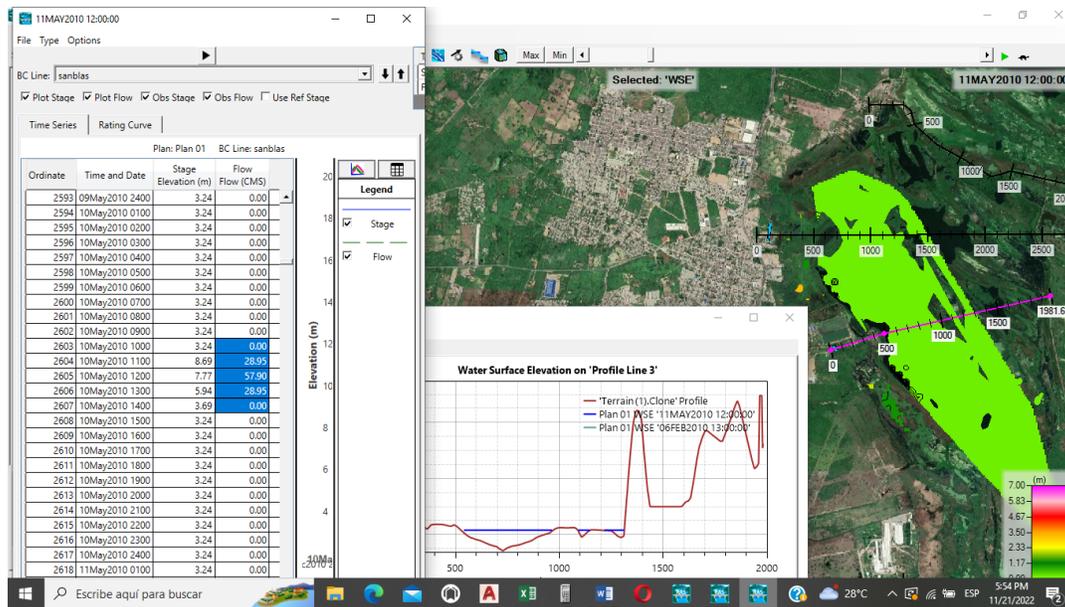


Figura 104. Respuesta hidrodinámica efecto primer aguacero (10 de mayo 2010).
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De los resultados se observa que en mayo/20/2010 (12:00 horas) el segundo aguacero llena la ciénaga a un nivel de 1.03 m. Seguidamente los aguaceros del 10 y 16 de junio llenan el embalse hasta la cota 2.23m (Figura 105).

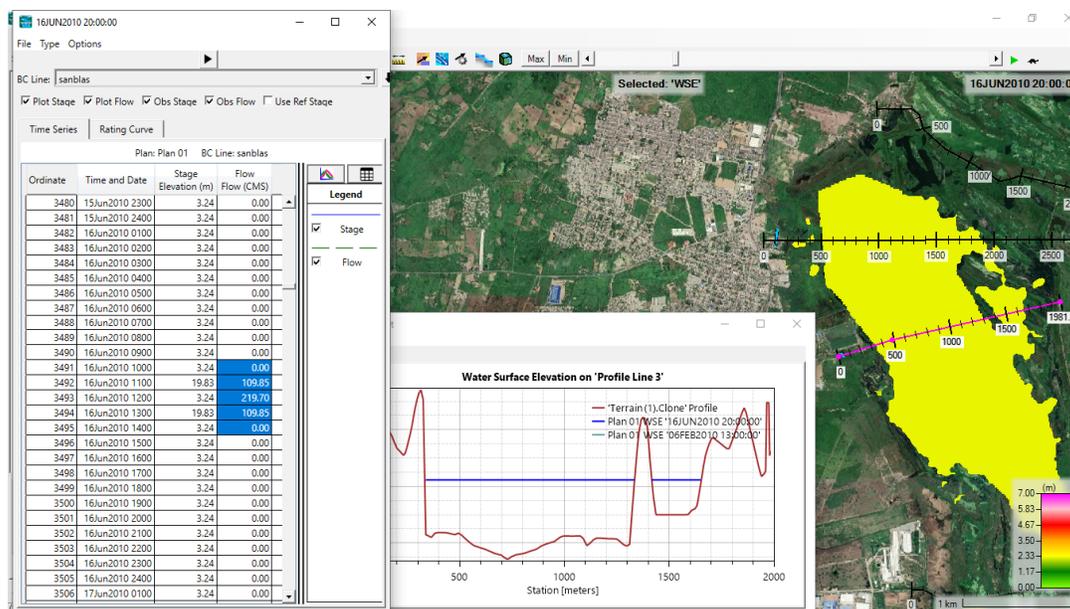


Figura 105. Respuesta hidrodinámica efecto segundo aguacero (16 de junio 2010).
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El 15 de noviembre de 2010, se presenta el máximo nivel de la ciénaga con 4.89 m (Figura 106).

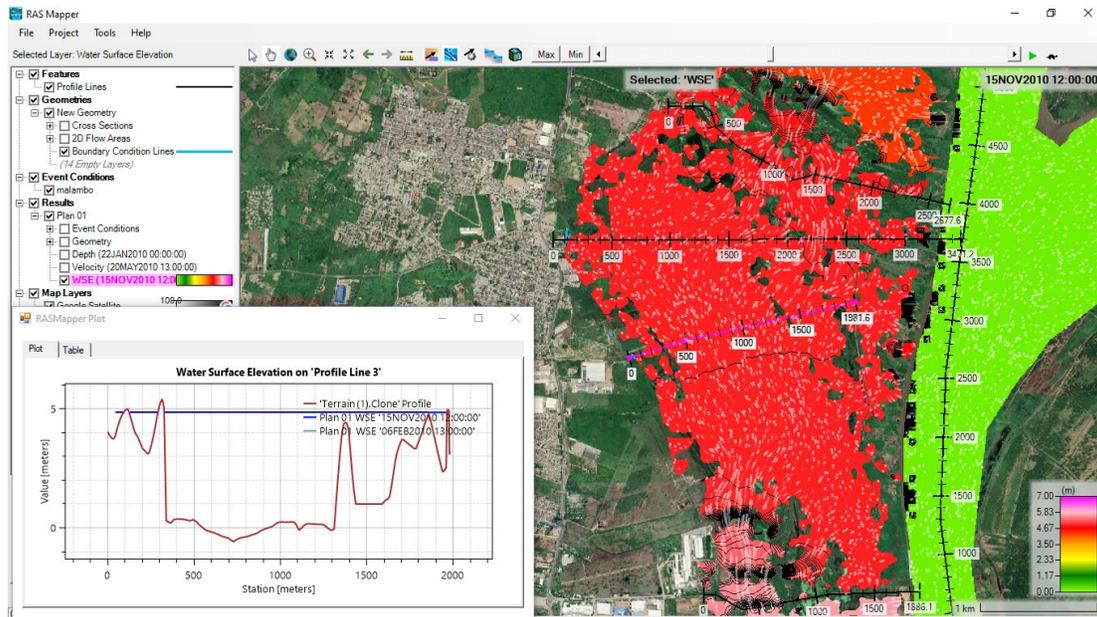


Figura 106. Respuesta hidrodinámica efecto tercer aguacero (15 de noviembre de 2010).
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De acuerdo con los resultados se pudo observar que habría aportes de la ciénaga del Convento desde el mes de agosto, pero no se aprecian pérdidas apreciables por evaporación o pérdidas subterráneas, como se ve en las curvas de gradiente de nivel.

También se observa desde agosto el nivel de la ciénaga de Malambo alcanza la cota 3.43 m y saliendo flujo de agua hacia la ciénaga de la Bahía. igualmente se aprecian las curvas de gradiente de nivel (Figura 107).

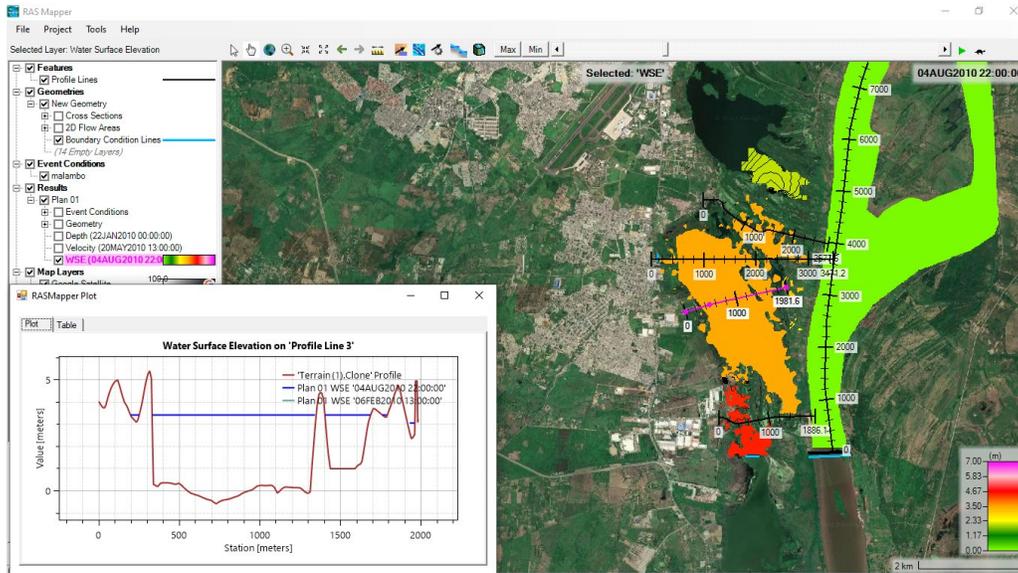


Figura 107. Descenso de niveles.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El máximo nivel de la ciénaga de Malambo se presenta el 20 de dic de 2010 con cota 5.04m (Figura 108).

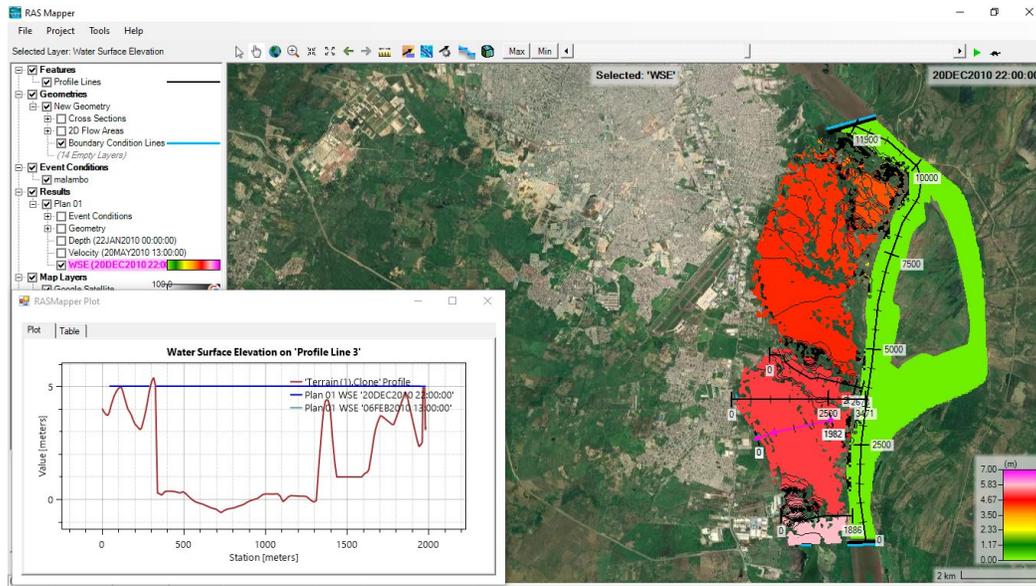


Figura 108. máximo nivel en diciembre.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En el estiaje malambo baja hasta 3.30 m el descenso ocurre por perdidas hacia el rio en el tramo Cabica-Tebesa. Se aprecia gradientes hacia el rio (Figura 109).

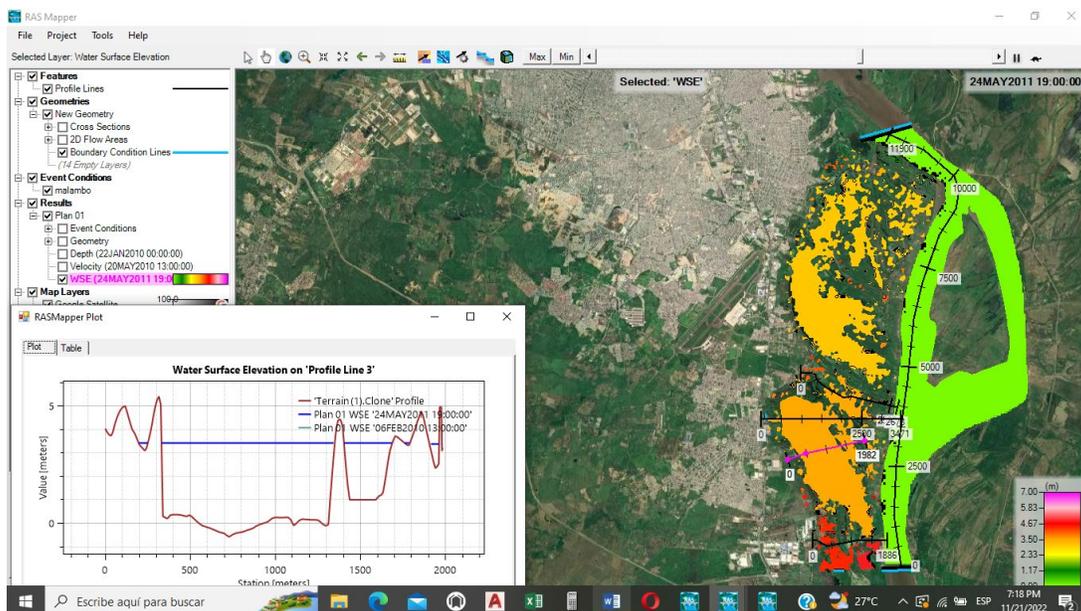


Figura 109. Nivel mínimo en 2011.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Conclusiones de simulación sin río.

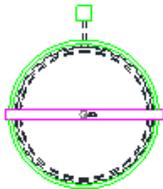
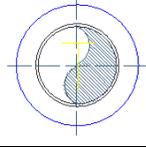
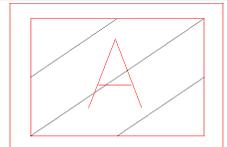
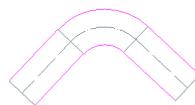
Las diferencias de los niveles en la ciénaga de Malambo no son significativas con el hidrograma del río, donde dominan los niveles del río, a los cuales siguen los niveles de las ciénagas conexas, lo cual muestra cierta independencia del flujo con y sin el río.

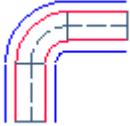
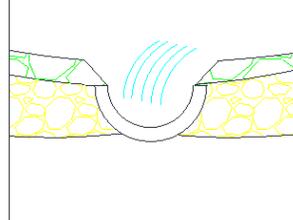
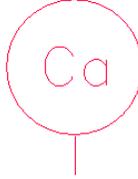
4.10.3. Inventario hidráulico de la ciénaga de Malambo.

Base para realizar el diagnóstico hidráulico de la ciénaga de Malambo, se realizó el inventario detallado de las estructuras existentes en su área de influencia directa. La elaboración del inventario hidráulico se concentró en visitas de campo mediante recorridos detallados a lo largo de toda el área objeto de estudio, en los cuales se reconocieron y registraron las diferentes estructuras, naturales o artificiales, que hacen o hicieron parte del sistema hidráulico. El trabajo de campo también considero entrevistas con personas de la región, que permitiese un mejor entendimiento para dilucidar los cambios ocurridos y situación actual. A continuación, la Tabla 66 y

Figura 110 se presenta un resumen de las principales estructuras identificadas.

Tabla 66. Resumen del inventario hidráulico.

Número total de estructuras inventariadas	39	Convención
Box Culvert	6	
pTAP	1	
Colector	1	
Tubería aguas lluvias	3	
Alcantarilla	1	
Puentes	2	

Número total de estructuras inventariadas	39	Convención
Jarillón	4	
Longitud de: diques – jarillón - vías	-	
Diques	7	
Canales	1	
Planta industrial	1	
Arroyos	3	
Caños	5	
Linderos	2	
Puerto	1	

Número total de estructuras inventariadas	39	Convención
Vías	1	

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La Figura 110, presenta la planta general de las estructuras hidráulicas identificadas:

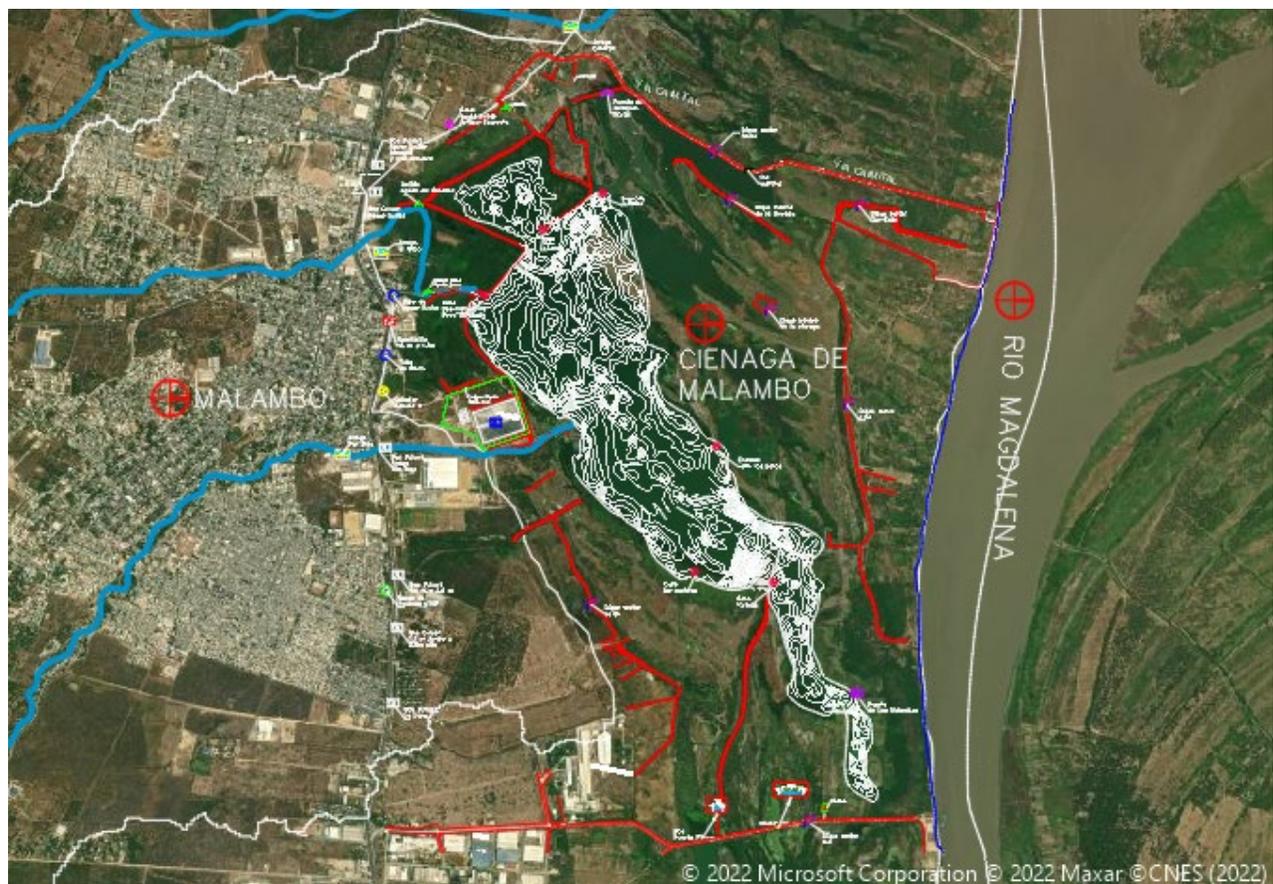


Figura 110. Vista General Estructuras Hidráulicas ciénaga de Malambo.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).



Figura 111. Detalle Sector Norte. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

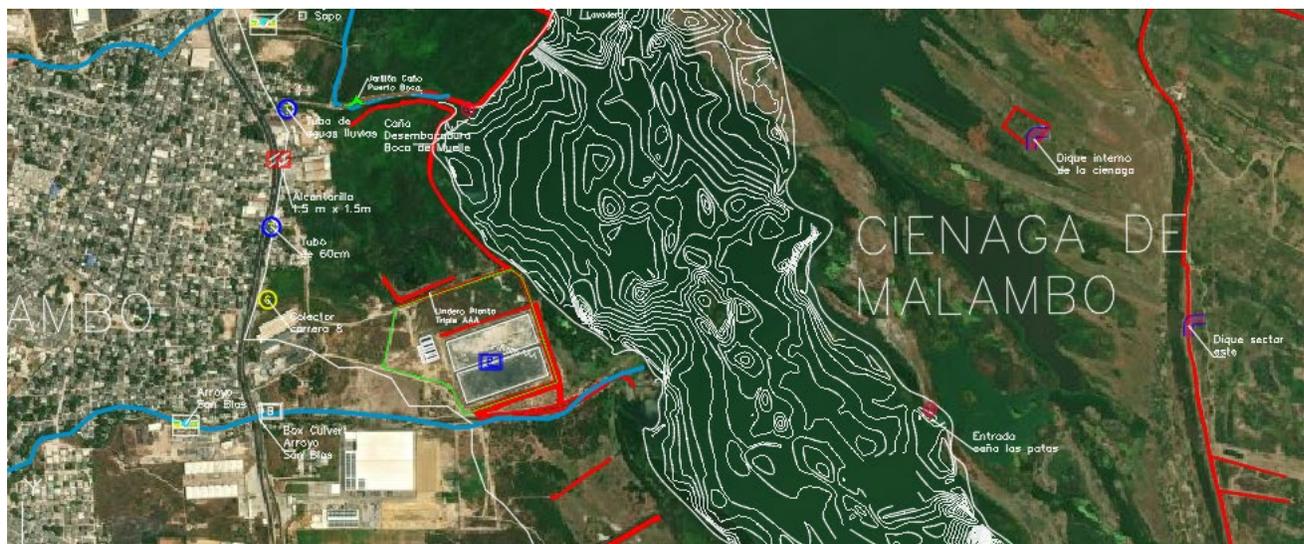


Figura 112. Detalle Sector Centro. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

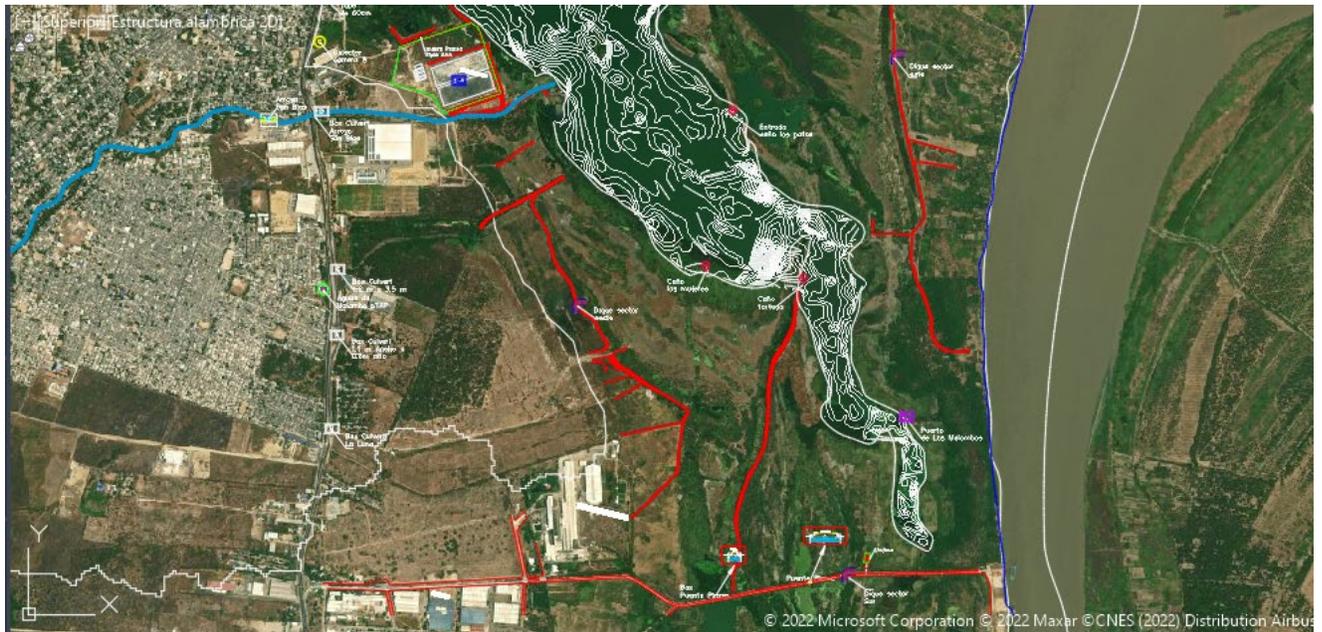


Figura 113. Detalle Sector Sur. Estructuras hidráulicas ciénaga de Malambo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box Culvert “La Luna” (10°50’33.18” N - 74°46’13.41” O).**

Actualmente recoge agua de la estructura vial, pero debido a falta de mantenimiento y limpieza se encuentra obstruido por residuos domésticos.





Figura 114. Box Culvert “La Luna”

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box Culvert “1.1 m Ancho x 0.6m alto” (10°50’45.73” N - 74°46’12.00” O).**

Box Culvert 1.1 ancho x 0.6 alto. Contiene abundante basura. Recoge el agua del retorno en la vía.



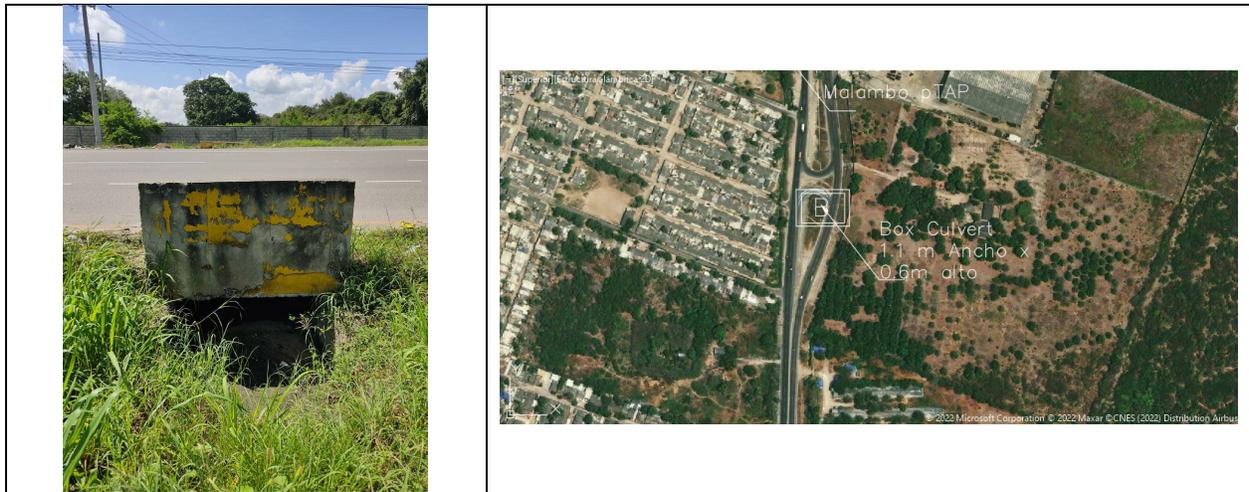


Figura 115. Box Culvert “Box Culvert “1.1 m Ancho x 0.6 m alto”.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

– **Aguas de Malambo pTAP (10°50'52.50" N - 74°46'14.32" O)**

Constituida desde noviembre del 2010, es la encargada de prestar los servicios de agua potable y alcantarillado a más de 23 mil usuarios en el área urbana del municipio de Malambo.

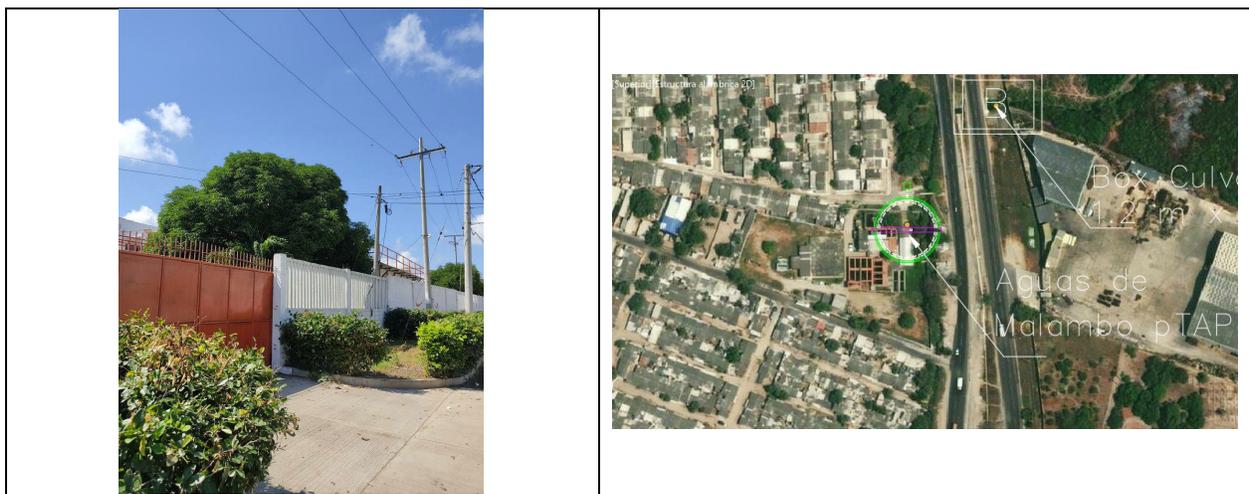


Figura 116. Aguas de Malambo pTAP
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

– **Box Culvert “1.2 x 3.5 m” (10°50'54.83" N - 74°46'12.11" O).**

Box Culvert 1.2 x 3.5 m lluvias poecilidos.



Figura 117. Box Culvert “1.2 x 3.5 m”.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box Culvert “Arroyo San Blas” (10°51’16.77” N - 74°46’15.44” O).**
Se observa un Box Culvert de 4 luces, conecta con un canal revestido.



Figura 118. Box Culvert "Arroyo San Blas"

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Colector carrera 8 (10°51'26.35" N - 74°46'15.97" O).**
El Colector se encuentra localizado en el sector de la carrera 8.

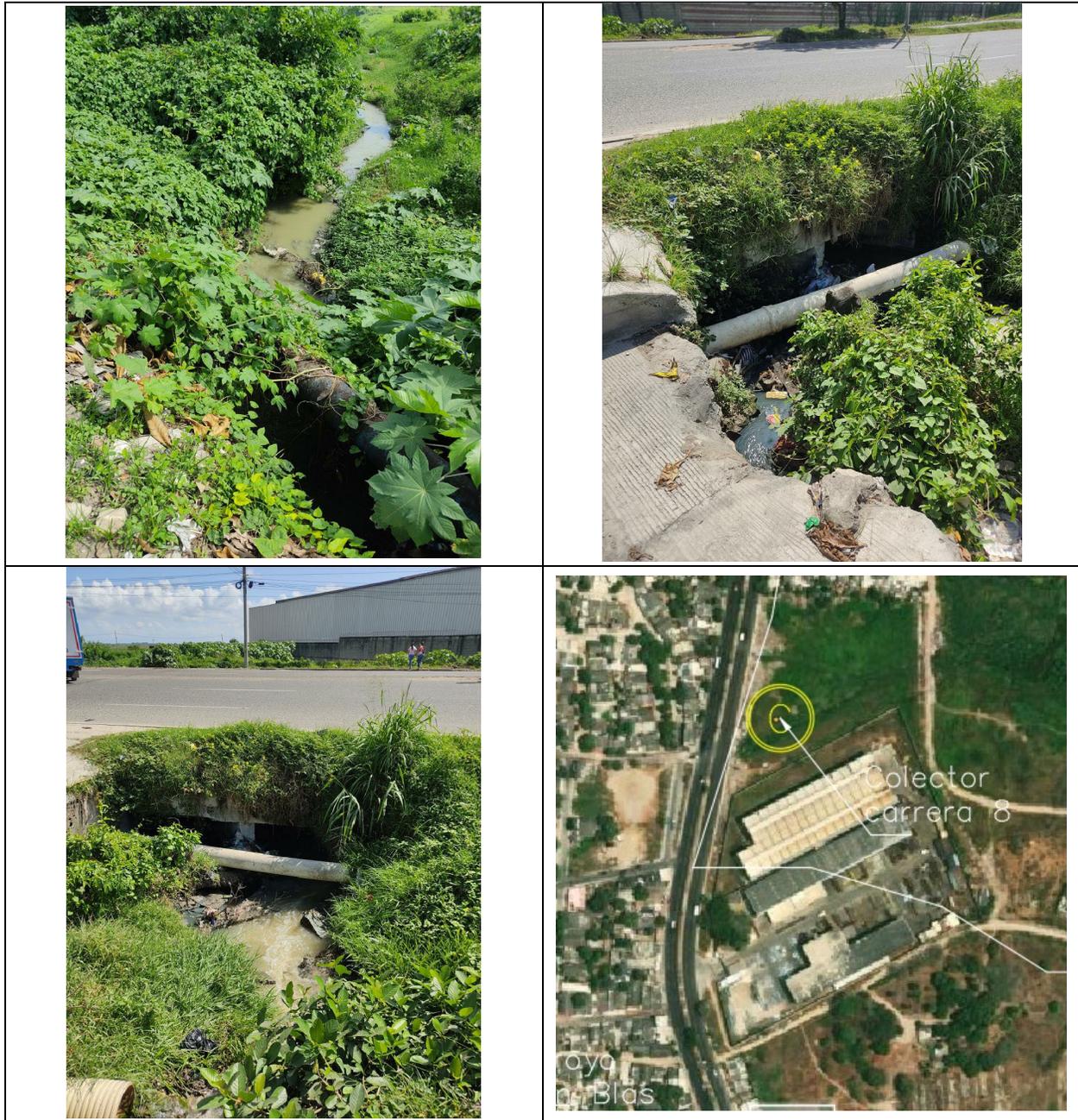


Figura 119. Colector carrera 8

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Tubería de 60cm (10°51'33.83" N – 74°46'14.46" O).**

Tubería de aguas lluvias con un diámetro de 60 cm al lado de la entrada a la PTAR. Recoge agua de un canal paralelo a la vía.



Figura 120. Tubería de 60cm

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Alcantarilla aguas lluvias 1.5 X 1.5 (10°51'39.73" N – 74°46'13.43" O).**
Alcantarilla que recolecta la precipitación cercana a la vía.



Figura 121. Alcantarilla aguas lluvias 1.5 X 1.5.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Tubería de aguas lluvias (10°51'44.38" N - 74°46'14.24" O).



Figura 122. Tubería de aguas lluvias.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Tubería Arroyo el sapo (10°51'51.32" N - 74°46'16.73" O).

Tubería de PVC con un diámetro de 10 pulgadas. Presenta un flujo constante y descarga permanente de aguas servidas.



Figura 123. Tubería Arroyo el Sapo.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box Culvert “Aguas Lluvias” (10°52’2.38” N - 74°46’18.31” O).**

Se encuentra bajo la vía. Recoge basuras que dejan en el canal. Actualmente carece de rejilla para el control de basuras.



Figura 124. Box Culvert “Aguas Lluvias”

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box Culvert Aguas Lluvias Concorde y Villa Concorde (10°52'6.61" N - 74°46'17.49" O)**
Box culvert de 1m x 1m, se encuentra cerca de la vía y actualmente acumula basura.



Figura 125. Box Culvert "Aguas Iluvias Concorde y Villa Concorde.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Caño Desembocadura boca de muelle (10°51'43.54" N - 74°45'57.30" O).**
Caño sector desembocadura, Muelle de Canoas.



Figura 126. Caño Desembocadura boca de muelle.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Jarillón Aguas del Concord (10°52'1.21" N - 74°46'10.31" O).**
Estructura hidráulica donde antiguamente llegaban las aguas del Concorde. Actualmente no funciona.



Figura 127. Jarillón Aguas del Concord

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Dique Norte ($10^{\circ}52'610.36''$ N - $74^{\circ}45'10.01''$ O).**

El Dique Norte es uno de los diques carreteables muy importantes de la ciénaga de Malambo, Este fue construido para tender la tubería de conexión de agua del Rio Magdalena con la Urbanización Villa Olímpica en el municipio de Galapa. En este se puede observar la Vía Caimital y el Puente Terraplén Norte.

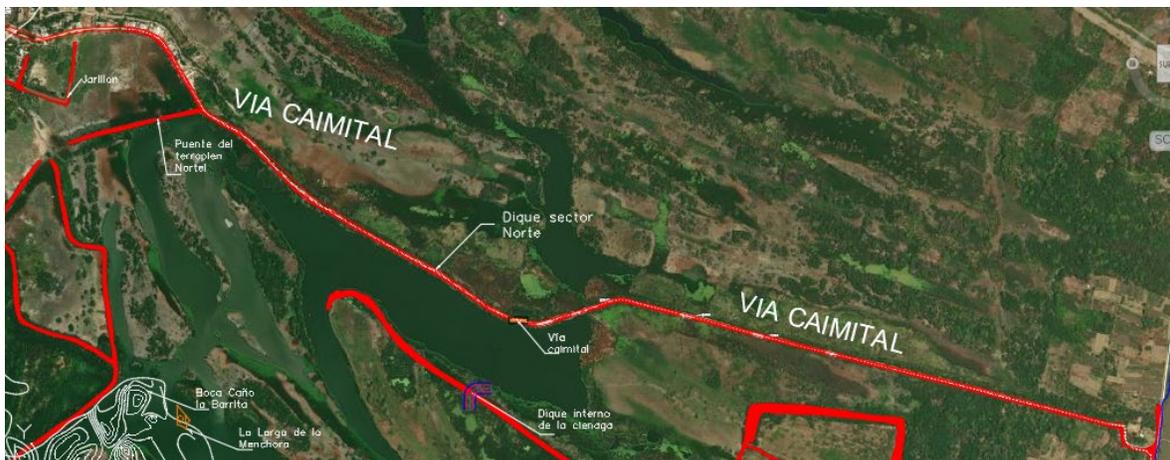


Figura 128. Dique Norte.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Vía Caimital ($10^{\circ}52'6.37''$ N - $74^{\circ}45'8.81''$ O).**

Es una vía ubicada en el dique Norte de la Ciénaga de Malambo, que facilita a la comunidad cercana a actividades como la pesca.

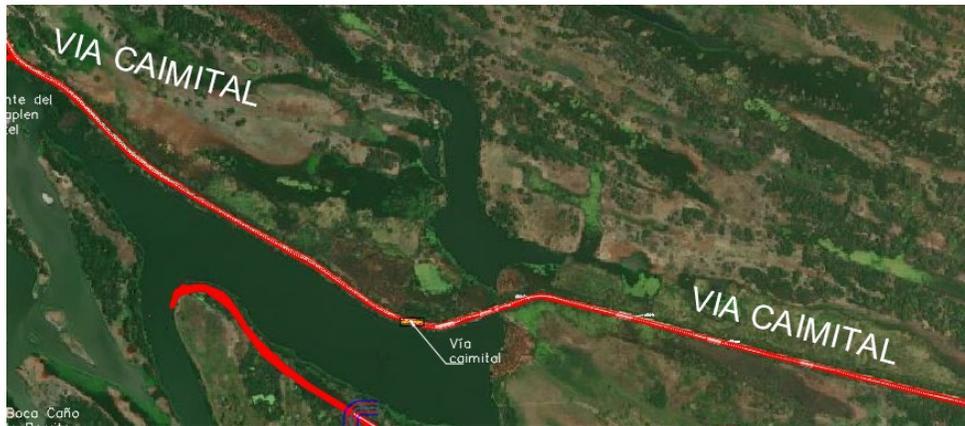


Figura 129. Vía Caimital.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Puente del terraplén Norte. ($10^{\circ}52'19.93''$ N - $74^{\circ}45'36.14''$ O)**

Puente (Luz = 9m) carreteable Zona Norte (conduce a la Bocatoma de Villa Olímpica), separa la Ciénaga de Bahía y Malambo.

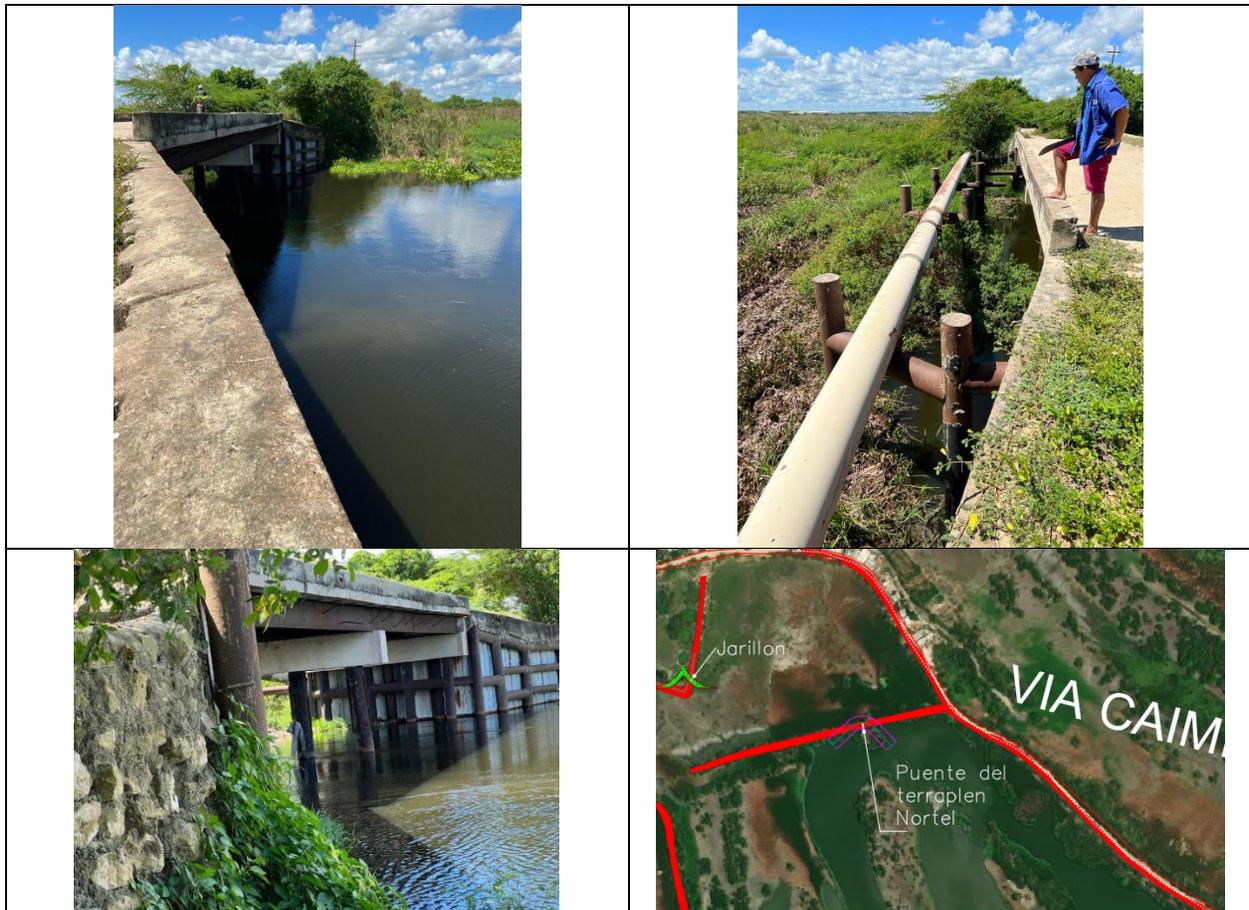


Figura 130. Puente del terraplén Norte.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Dique Sector Sur**

Es una de los diques carreteables más importantes en la zona sur. Este fue construido por el Parque Industrial Malambo para conectar sus instalaciones con el Muelle localizado sobre la margen del río (Puerto PIMSA). En esta se puede observar el Boxculvert Pimsa y el Puente Pimsa.



Figura 131. Dique Sector Sur.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Box culvert Pimsa (10°50'8.24" N - 74°45'15.55" O).**

Box culvert localizado carreteable Pimsa-Río Magdalena (Ancho = 2.75m).

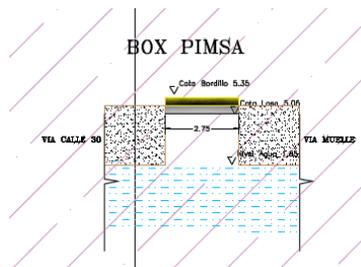


Figura 132. Box culvert Pimsa.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Puente Pimsa (10°50'10.64" N – 74°45'5.47" O).**

El Puente Pimsa se encuentra localizado en el dique sur entre el Muelle Puerto Pimsa y el río Magdalena.

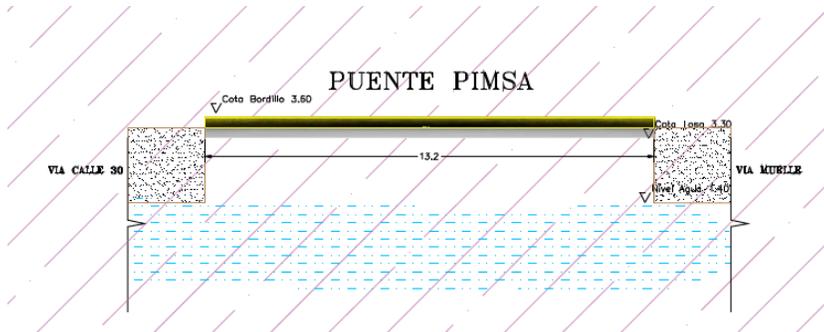


Figura 133. Puente Pimsa.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Boca Caño Lavadero (10°51'54.51" N - 74°45'47.21" O) y Boca Caño La Barrita (10°52'2.52" N - 74°45'37.27" O).**



Figura 134. Boca Caño Lavadero y Boca Caño La Barrita.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- **Jarillón Caño Puerta Boca (10°51'44.27" N - 74°46'6.71" O).**



Figura 135. Jarillón Caño Puerto Boca.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Lindero planta triple A ($10^{\circ}51'28.09''$ N – $74^{\circ}45'59.64''$ O).



Figura 136. Lindero planta triple A.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Caño Entrada Los pato ($10^{\circ}51'14.99''$ N - $74^{\circ}45'16.07''$ O).



Figura 137. Caño Entrada Los pato.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Caño Las mujeres ($10^{\circ}50'54.66''$ N - $74^{\circ}45'24.45''$ O).



Figura 138. Caño Las mujeres.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Caño tortuga ($10^{\circ}50'52.06''$ N - $74^{\circ}45'5.67''$ O).



Figura 139. Caño tortuga.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Puerto los Malambos ($10^{\circ}50'36.58''$ N - $74^{\circ}44'50.09''$ O).



Figura 140. Puerto de los Malambos.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Dique interno de la ciénaga de Malambo ($10^{\circ}51'42.33''$ N - $74^{\circ}45'6.19''$ O).



Figura 141. Dique interno de la Ciénaga.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Dique sector oeste de la ciénaga ($10^{\circ}50'49.73''$ N - $74^{\circ}45'37.59''$ O).



Figura 142. Dique sector oeste de la ciénaga.
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Dique sector este de la ciénaga ($10^{\circ}51'25.34''$ N - $74^{\circ}44'51.81''$ O).

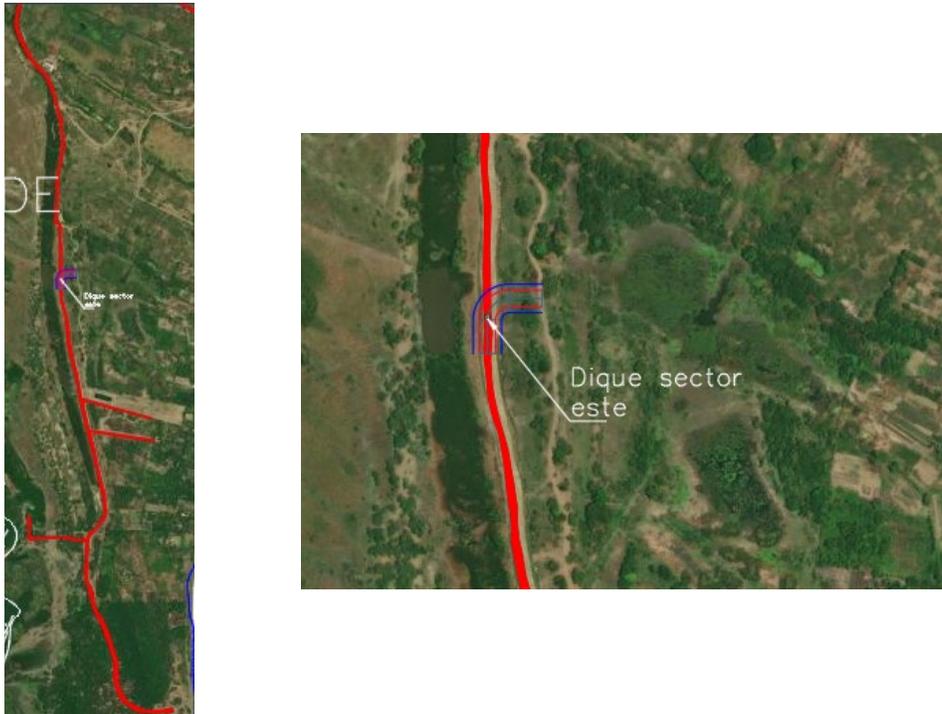


Figura 143. Dique sector este de la ciénaga.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

- Dique sector Nor-este de la ciénaga ($10^{\circ}51'54.14''$ N - $74^{\circ}44'54.28''$ O).



Figura 144. Dique sector Noreste de la ciénaga.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.11. DIAGNÓSTICO ASOCIADO A LOS ASPECTOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

De acuerdo con las funciones morfológicas de la ciénaga de Malambo se puede caracterizar como una ciénaga dulce, que hace parte de un complejo de zonas inundables y zonas encharcables de carácter permanente y de régimen natural, que está delimitada por el Occidente con Casco Urbano del Municipio de Malambo, por el Oriente la delimita el río Magdalena, por el Norte con la ciénaga de Bahía (Mesolandia) que corresponde al Municipio de Soledad y por el Sur con la ciénaga del Convento y la ciénaga de Sabanagrande.

El perímetro de la ciénaga de Malambo ha sido intervenido antropicamente, por la construcción sucesiva de diques en tierra, los cuales han sido construidos progresivamente por los habitantes que se encuentran asentados en la zona denominada Caimital, quienes aprovechan dichas tierras en sus actividades económicas, que corresponden a la siembra de cultivos y actividades pecuarias tales como la ganadería y la cría de cerdos y la pesca.

Existen dos diques carreteables muy importantes, el localizado en la zona sur, fue construido por el Parque Industrial Malambo para conectar sus instalaciones con el Muelle localizado sobre la margen del río (Puerto PIMSA) y el Dique Norte construido para tender la tubería de conexión de agua del Río Magdalena con la Urbanización Villa Olímpica en el municipio de Galapa. Estos diques han definido nuevos límites de las cubetas que conforman la ciénaga de Malambo y las ciénagas adyacentes.

Los afluentes laterales que discurren de la zona de colinas adyacentes al municipio conforman arroyos, que aportan caudales locales significativos a las ciénagas y pantanos, los cuales a su vez alimentan las cubetas de inundación y los caños que discurren en sentido Sur – Norte, paralelos al valle del río Magdalena.

Por tanto, la dinámica de estos humedales está caracterizada por tres factores: desborde, encharcamiento y aportes laterales, los cuales interactúan en el espacio y en el tiempo, generando cambios morfodinámicos por la variabilidad del régimen de lluvias, caudales y sedimentos del río Magdalena y los tributarios de escorrentía superficial de los arroyos San Blas y Caracolí en periodo de aguas altas.

El sistema de la ciénaga de Malambo está formado por una cubeta de inundación permanente y otra transicional, que en condiciones no intervenidas mantenía conexiones con la red de caños que discurren sobre la planicie aluvial del río Magdalena, lo que permitía la interconexión con las ciénagas de Convento y Bahía. Por tanto, la variación espacial y temporal, como la distribución de caudales que ingresaban a la ciénaga dependían de la conectividad con la red de caños de la planicie inundable (ciénagas de Convento y Bahía) y del río Magdalena.

Dentro del sistema descrito, las ciénagas y pantanos cumplen la función primordial de transportar, almacenar y amortiguar los picos de caudales de aguas de todas las fuentes, como también sedimentos y materiales, que aportan los elementos de productividad bióticos, por tanto, es importante determinar y comprender la conectividad del sistema, que garantice el flujo de nutrientes, considerando toda la variabilidad espacial y temporal del ecosistema, para mantener la biodiversidad del mismo.

De acuerdo con la función hidrológica e hidráulica del sistema de la ciénaga de Malambo y los análisis realizados, se presentan las siguientes conclusiones:

Debido al taponamiento por vegetación acuática de las estructuras de paso construidas en el carretable del Puerto de PIMSA (“Dique Sur”) y el carretable de Malambo a la boca toma de Villa Olímpica (“Dique Norte”), no permiten el intercambio de flujo con las ciénagas de Convento y Bahía. Lo anterior se evidencia por el aislamiento inducido a la ciénaga de Malambo, la cual se encuentra totalmente intervenida por la construcción de “diques perimetrales e interiores” que han impactado desfavorablemente la conectividad hidráulica del complejo de ciénagas.

Actualmente los aportes fluviales del río Magdalena y/o por el flujo que discurre a través de la interconexión de las ciénagas de Convento y Bahía, se encuentra restringida por las obras antrópicas construidas (Dique Sur y Dique Norte) y por el taponamiento de vegetación acuática a través de las pequeñas estructuras de paso construidas para restablecer la conexión de las ciénagas a través de los diques construidos.

La oferta promedio anual estimada para la ciénaga de Malambo por escorrentía del arroyo San Blas, podría alcanzar los 5.000.000 m³.

De la simulación de la oferta hídrica realizada, se observa que los volúmenes medios aportados por los arroyos a la ciénaga, varían entre 2.000.000 m³ a 6.000.000 m³ por mes. Los mayores aportes se concentran en los meses de mayo a noviembre y entre enero y marzo se presentan los mínimos aportes.

De acuerdo con los aportes mensuales de los arroyos San Blas, el almacenamiento mensual de agua en la ciénaga podría variar entre 2.400.000 m³ a 6.140.000 m³. De lo anterior se concluye, que aunque es limitado el abastecimiento de agua por cuenta de los aportes del río Magdalena o el sistema de interconexión de ciénagas, el aporte de escorrentía de aguas de los arroyos San Blas y El Sapo son fundamentales para el sostenimiento y conservación de la ciénaga de Malambo, pues garantizarían agua durante todo el año.

En cuanto a las variaciones de niveles de agua, se observa que aunque actualmente la ciénaga de Malambo depende exclusivamente de los aportes de escorrentía de aguas lluvias, los niveles medios mensuales podrían fluctuar entre 1.81 msnm a 3.34 msnm.

En cuanto a la hidrodinámica de la Ciénaga, se puede inferir que las velocidades en la ciénaga son inferiores a 0.05 m/s (no es posible determinar su dirección).

Se observa la simulación por aportes Arroyos San Blas y Caracolí y la trayectoria de velocidades a través de la ciénaga de Malambo.

Se observa mínima circulación del flujo y escasa renovación de la masa de agua de la ciénaga.

Se han alterado los pulsos hidráulicos de la ciénaga asociados a las variaciones estacionales del río Magdalena.

4.12. PROBLEMÁTICAS JERARQUIZADAS A NIVEL DE LA FUNCIÓN HIDROLÓGICA E HIDRODINÁMICA DEL SISTEMA - CIÉNAGA DE MALAMBO

A Continuación, se resumen las problemáticas asociadas a las funciones hidrológicas e hidrodinámicas de la ciénaga de Malambo:

1. Alteración y modificación antrópica del régimen hidráulico e hidrológico
2. Disminución de la calidad y la cantidad del recurso hídrico y del espejo de agua
3. Uso insostenible de la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales
4. Débil capacidad de gestión institucional y organización local
5. Establecimiento o apropiación indebida de asentamientos humanos en terrenos del humedal
6. Pérdida de la capacidad de mitigación de efectos climáticos y resiliencia del ecosistema.

- Cuantificación del impacto

De acuerdo con la priorización de los problemas identificados, a continuación se presenta la cuantificación cualitativa de los impactos respectivos.

Tabla 67. Cuantificación del impacto: 1) Muy Alto, 2) Alto, 3) Medio, 4) Bajo y 5) Inexistente.

Problemática	Ciénaga de Malambo
1	1
2	1
3	1
4	2 - 3
5	1 - 2

Problemática	Ciénaga de Malambo
6	3

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.13. ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA CIÉNAGA DE MALAMBO

Desde el punto de vista hidráulico el manejo de la ciénaga de Malambo se debe garantizar el almacenamiento de un volumen mínimo requerido para el estado saludable del sistema en términos bio-físicos, por lo tanto, se plantea recuperar la estructura y funcionalidad hidrológica e hidráulica del sistema de ciénagas de Malambo y conectividad con el río Magdalena. De este modo, la alternativa de manejo debe involucrar los siguientes objetivos específicos:

- Interconexión de flujos de agua entre la ciénaga de Convento Malambo y Bahía, que garantice el suministro y conducción de caudales a través del sistema.
- Mejoramiento de la hidrodinámica de la ciénaga, garantizando la circulación y renovación del cuerpo de agua.
- Control sedimentación Ciénaga. El crecimiento excesivo de vegetación hidrófita, interfiere en el funcionamiento de las estructuras de paso y favorecen los procesos de sedimentación por lo que requieren de su remoción para facilitar el flujo hidráulico entre las ciénagas que hacen parte del sistema.
- Reconexión hidráulica para garantizar la funcionalidad y la conectividad Hidráulica del Río Magdalena – Ciénaga de Malambo. Los aportes fluviales del río Magdalena a la ciénaga de Malambo, hacen parte de la dinámica natural del sistema de la cual depende en buena medida el recurso en cantidad, que no es posible soportar exclusivamente por los aportes menores del arroyo San Blas y El Sapo o por los desbordamientos ocasionales del arroyo Caracolí.

4.14. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL PLANO DEL RECURSO HÍDRICO

La Tabla 68 presenta los programa y proyectos propuestos, para la preservación de la funcionalidad y conectividad hidráulica de la ciénaga de Malambo y reconexión con el río Magdalena.

Tabla 68. Identificación de programas y proyectos para la preservación de la funcionalidad y conectividad hidráulica de la ciénaga de Malambo.

Problemática	Programa	Subprograma	Proyecto
1 y 2	PRESERVACIÓN HIDRODINÁMICA Y FUNCIONAL DEL SISTEMA DE CIÉNAGAS	Interconexión hidráulica entre Ciénagas (Rehabilitación de la Funcionalidad y la Conectividad hidráulica de las Ciénagas de Bahía- Malambo-Convento)	<ul style="list-style-type: none"> – Dragado o Limpieza de Caños de Conexión y/o Estructuras Hidráulicas Dique Sur (PIMSA). 20,000 m3. – Limpieza de Caños de Conexión y/o Estructuras Hidráulicas Dique Norte (Bocatoma Villa Olímpica). 10,000 m3. – Implementación compuerta de Regulación Puente Dique Norte. – Dragado o limpieza de 35,000 m3 de canales interiores.
		Control sedimentación Ciénaga	<ul style="list-style-type: none"> – Control y/o Retiro de Macrófitas Flotantes. XX Hectáreas.
1 y 2	PRESERVACIÓN HIDRODINÁMICA Y FUNCIONAL- RECONEXIÓN CIÉNAGA - RIO)	Reconexión hidráulica Río Magdalena – Ciénaga de Malambo (Rehabilitación de la Funcionalidad y la Conectividad Hidráulica del Río Magdalena – Ciénaga de Malambo)	<ul style="list-style-type: none"> – Dragado Canal de Reconexión Río Magdalena – Ciénaga de Malambo 87,500 m3 y Compuerta de Regulación.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15. PERFIL DE CALIDAD ACTUAL

4.15.1. Variables fisicoquímicas.

La ciénaga de Malambo se ha caracterizado por registrar temperaturas propias de ecosistemas lénticos tropicales, alcanzándose en los últimos monitoreos (de 2019 a 2022) promedios entre 28 y 33 °C, sin diferencias espaciales considerables y que concuerdan con lo reportado en el POMCA del río Magdalena en el departamento del Atlántico (CRA, CORMAGDALENA y CI, 2007) donde se menciona que en los complejos cenagosos asociados al río Magdalena, se presentan valores entre 28.1°C y hasta 36.7°C.

Aunque en la nueva resolución de objetivos de calidad de la CRA (Res. 0449 de 2021) no se especifican valores límite para esta variable en el complejo de humedales y ciénagas del río Magdalena, en lo referente a monitoreos realizados antes de 2021, siempre se cumplió con los valores establecidos para la cuenca y tramos ordenados en Clase I (Res.0258 de 2011), cuyo potencial uso era la preservación de flora y fauna (<40°C), como se aprecia en la Figura 145.

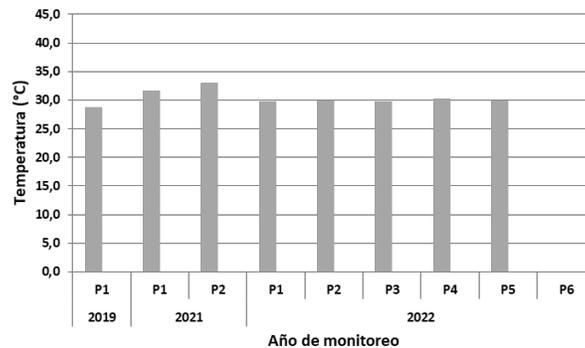


Figura 145. Temperatura promedio registrada en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los valores de pH en monitoreos realizados antes de 2022 mostraron ser alcalinos, encontrarse en un rango entre 7.68 y 7.88 UpH, mientras que, en el monitoreo realizado este último año, los valores registrados estuvieron entre 6.37 y 6.56 UpH, es decir, presentan una leve tendencia a la acidez. En este cuerpo de agua, esta tendencia puede ser producida por varios factores, entre ellos, la sedimentación causada por la poca circulación de sus aguas que permite el establecimiento de grandes volúmenes de plantas acuáticas, las entradas de aguas contaminadas de sus tributarios y los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento que aumentan la cantidad relativa de iones hidrógeno y con ello la acidez. No obstante, estos resultados (Figura 146A) se hallan dentro de las recomendaciones especificadas en normativas como el Dec. 1076 de 2015 de la Presidencia de la República y la Res. 0449 de 2021 de la CRA (corto y mediano plazo).

Para esta variable, Roldan (2003) indica que los valores normales de pH en aguas superficiales se encuentran en el intervalo entre 6.5 y 8.5 UpH, siendo valores de concentración adecuados para la proliferación y desarrollo de la vida acuática.

Por su parte, la alcalinidad, que representa el principal sistema amortiguador del agua dulce y desempeña un papel importante en la productividad en cuerpos de agua naturales, sirviendo como fuente de reserva para la fotosíntesis (Espinoza y Rodríguez, 2016), para el monitoreo realizado en 2022, obtuvo valores entre 68 y 72 mg/L, registrándose la menor concentración en P2 y las más altas en P4 y P5 (Figura 146B). Esta variable es comúnmente relacionada con la productividad, interpretándose niveles altos con una productividad alta y viceversa. Según Kevern (1989), los rangos de alcalinidad son: Baja < 75; media 75 – 150; y alta > 150, es decir, los resultados obtenidos manifiestan valores de alcalinidad y productividad bajos.

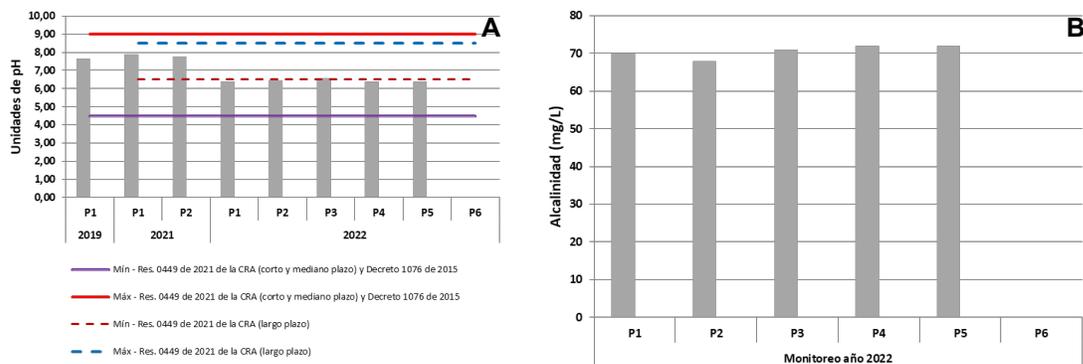


Figura 146. pH y alcalinidad registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022 y comparación con rangos de calidad.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

El oxígeno disuelto en la ciénaga de Malambo ha presentado valores entre 3.93 y 10.8 mg/L en los diferentes puntos de muestreo en los últimos años (Figura 147A). Este parámetro es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces (que en general pueden subsistir a concentraciones de OD superiores a 4 mg/l) (IDEAM, 2013). En general, los valores obtenidos en los diferentes años de monitoreo cumplen con el rango de calidad para aguas cálidas dulces establecido en Decreto 1076 de 2015 de la Presidencia de la República (4 mg/L) y el objetivo de calidad planteado a largo plazo por la Res. 0449 de 2021 de la CRA (4 mg/L), sin embargo, en el monitoreo realizado en 2022, en P2, P3 y P5, se registraron valores bajos (3.2, 1.3 y 3.43 mg/L respectivamente) que podrían afectar la vida acuática.

En cuanto a la contaminación por materia orgánica biodegradable y no biodegradable se puede apreciar que en los años 2021 y 2019 la ciénaga de Malambo presenta valores óptimos que se ajustan a los requeridos en las resoluciones de objetivos de calidad de la CRA, no obstante, en

2020 se observa contaminación por DBO₅ con valores promedio de 23.8 mg/L en P1 y de 20.5 mg/L en P2 (Figura 147B). En cuanto al monitoreo realizado en 2022, se observa una fuerte relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto y la DBO₅, principalmente en los puntos P2 y P3 donde se presentan las concentraciones mas bajas de oxígeno disuelto y altas concentraciones de DBO₅ (al igual que P4 con 19.7 mg/L), indicando la presencia de altas concentraciones de materia orgánica biodegradable derivada, en su gran mayoría, de las altas coberturas vegetales dentro del cuerpo de agua y las descargas de aguas municipales, que debido a la poca circulación y renovación del agua en la ciénaga, acrecientan la contaminación orgánica.

Del mismo modo, la DQO, a través del tiempo, ha registrado variaciones de las concentraciones, siendo algunas veces características de aguas contaminadas y en otras de aguas de buena calidad, teniendo en cuenta que estos cuerpos de agua dependen de ciclo hidroclicmático para su autodepuración. Para este monitoreo (2022), las concentraciones obtenidas en P3 (49 mg/L) y P4 (43 mg/L) (Figura 147C), al igual que con la DBO₅, muestran contaminación, de acuerdo a lo mencionado por Escribano y De Frutos (1987), quienes relacionan una DQO superior a 40 mg/L es agua con una condición regular a mala. Así como Pérez-Castillo y Rodríguez (2008) indican que una DBO mayor a 15 mg/L establece contaminación de materia orgánica inapropiada para el funcionamiento de los humedales.

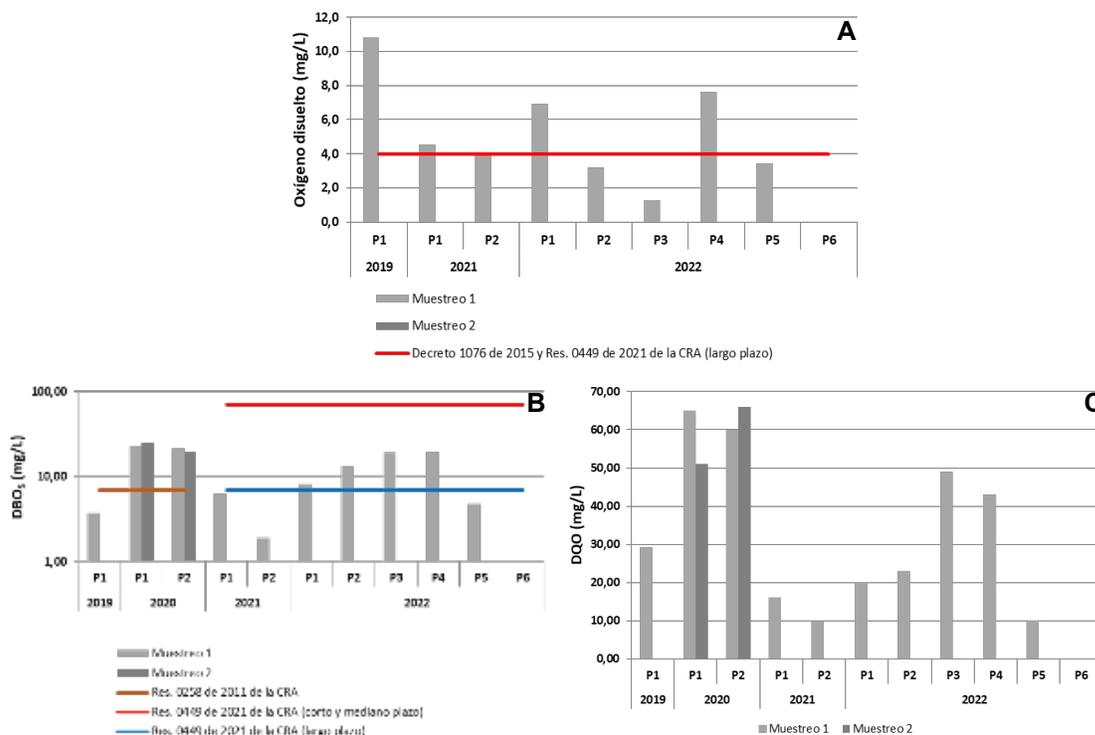


Figura 147. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO registradas en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 y 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

De otro lado, la conductividad en este cuerpo de agua ha presentado valores entre 270 y 887.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 148A), registrándose las menores concentraciones en el monitoreo de 2022, con valores entre 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 y 277 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P3. Según Beita-Sandí y Barahona-Palomo (2010), la conductividad de la mayoría de las aguas dulces naturales se encuentra entre los 10 y los 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque depende del tipo de geología. Sin embargo, los altos valores registrados en algunas mediciones podrían ser reflejo de la cercanía a rocas carbonatadas, descargas de aguas residuales y el efecto del aumento de la concentración de iones en época de sequía.

Por su parte, los sólidos suspendidos totales (SST), en general se ajustan a los intervalos de calidad establecidos por la CRA en la Res. 0449 de 2021 tanto para corto, como para mediano plazo, a excepción de los valores obtenidos en 2022 en los puntos P1 (86.50 mg/L) y P4 (67.50 mg/L) (Figura 148B). Esta variable, no ha sido valorada para cuantificar las concentraciones aptas en aguas continentales del país, pero referencias en investigaciones colombianas como la de Ramírez y Viña (1998) establecen un valor límite de 150 mg/L de SST como límite máximo para considerar un cuerpo de agua contaminado.

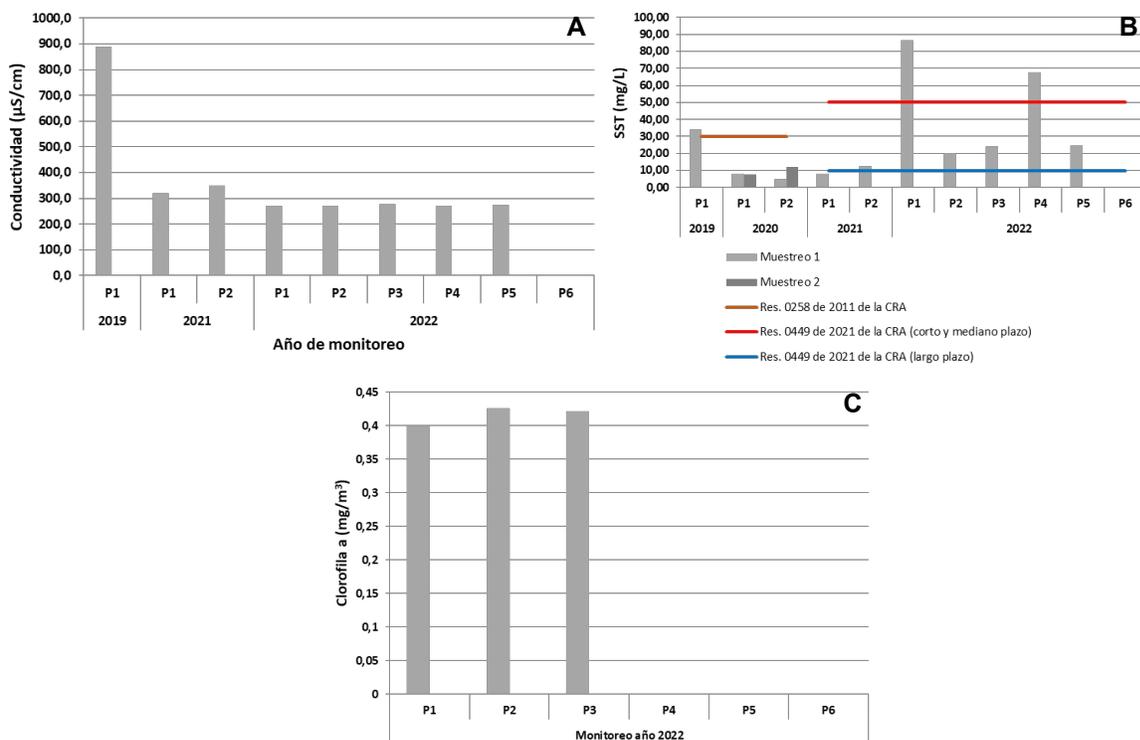


Figura 148. Conductividad, Sólidos suspendidos totales (SST) y Clorofila a registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En lo relacionado a los nutrientes, los nitratos, nitritos y ortofosfatos, presentaron valores por debajo del límite de cuantificación de los métodos de análisis utilizados en el laboratorio (<0.3, <0.0050 y <0.0652 mg/L respectivamente).

De estos, los únicos que registraron concentraciones detectables fueron el nitrógeno amoniacal y el nitrógeno total. Del primero, se tiene un registro alto en 2019 de 4.34 mg/L en P1, mientras que en 2022, los valores obtenidos no representan preocupación, al oscilar entre 0.50 (P3) y 1.00 mg/L (P1) (Figura 149A).

Los ambientes acuáticos sin contaminar contienen pequeñas cantidades de nitrógeno amoniacal, generalmente menores a 0.1 mg/L, pero pueden alcanzar de 2 a 3 mg/L, y concentraciones más altas pueden indicar que existe contaminación de origen orgánico procedente de aguas residuales (Sierra-Ramírez, 2011).

En el caso del nitrógeno total, esta es una variable que al igual que la DBO₅, indica la presencia de materia orgánica, así que a mayor concentración se puede ocasionar eutrofización del sistema y disminución del oxígeno.

Así como el nitrógeno amoniacal, en 2019 se registró un valor alto en P1 (11.73 mg/L) que indicaba la presencia de altas concentraciones de materia orgánica, en tanto que los datos obtenidos en 2022 muestran una disminución de las concentraciones, sin embargo, con base a diferentes criterios de calidad del agua, que consideran que niveles máximos de nitrógeno total dentro del rango 0.50-1.00 mg/L pueden ser adecuados para prevenir los procesos de acidificación y eutrofización (al menos por nitrógeno) y, al mismo tiempo, proteger a los animales acuáticos (Camargo y Alonso, 2007), se puede indicar, que P1, P3 y P5 son sitios contaminados por materia orgánica (Figura 149B).

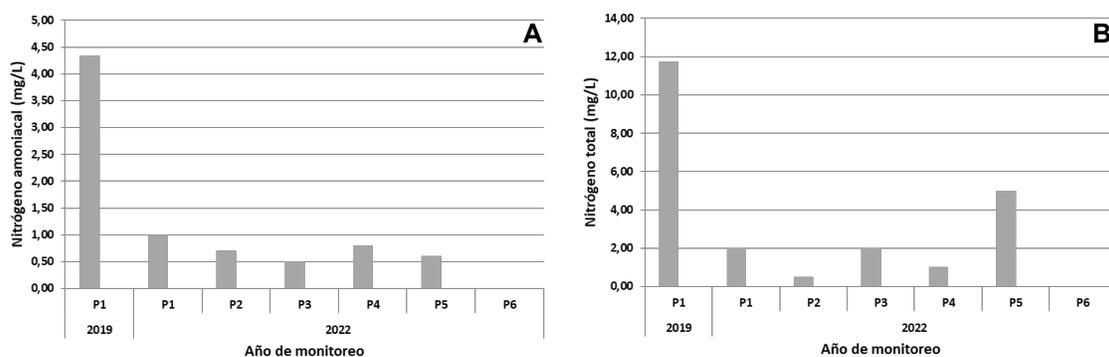


Figura 149. Nitrógeno amoniacal y Nitrógeno total registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

En cuanto a la contaminación de origen microbiológico, las mediciones en esta ciénaga evidencian que generalmente las mayores concentraciones de coliformes termotolerantes (CTE)

y coliformes totales (CT) se presentan en P1, cercano a descargas de aguas residuales. En 2022, al aumentar el número de puntos de muestreo, se puede apreciar que en P4 también se registran concentraciones considerablemente altas de CT (Figura 150 A y B).

Aunque lo más probable es que la presencia de contaminación microbiológica en la ciénaga se deba a las descargas de aguas residuales sin tratamiento, hay que tener en cuenta que la presencia de las bacterias de estas puede tener un origen ambiental.

En la nueva resolución de objetivos de calidad no se tienen estipuladas concentraciones límite para CTE, sin embargo, en la anterior resolución (Res. 0258 de 2011 de la CRA) era de 2000 NMP/100 mL, que si se observa bien la Figura 150A, siempre se supera en P1 y que si hoy estuviera vigente no se estuviera cumpliendo. En cuanto a la CT, anteriormente, en la mayoría de muestreos no se cumplía el objetivo de calidad y, en la actualidad, en la Res 0449 de 2021 de la CRA, aunque solo hay establecido un límite máximo a largo plazo (10 años), solo no se cumple en P4 (>5000 NMP/100 mL) (Figura 150B).

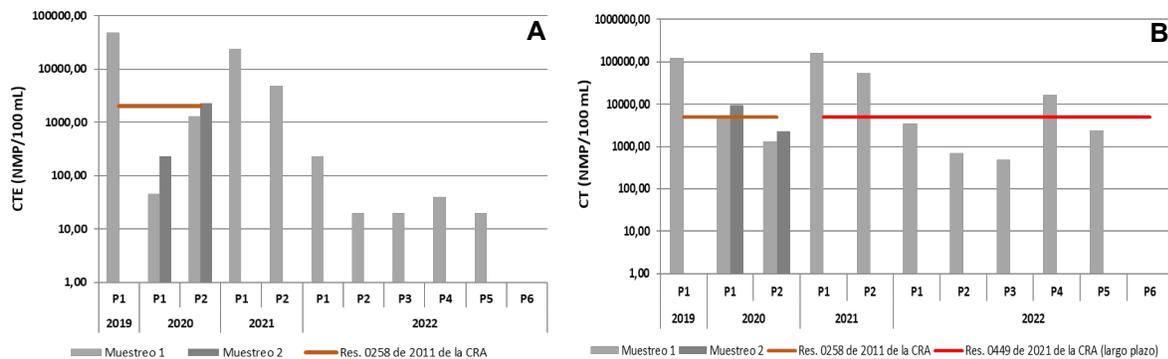


Figura 150. Coliformes termotolerantes (CTE) y coliformes totales (CT) registrados en monitoreos de calidad de agua realizados por la Corporación Regional Autónoma del Atlántico en los años 2019 a 2022.

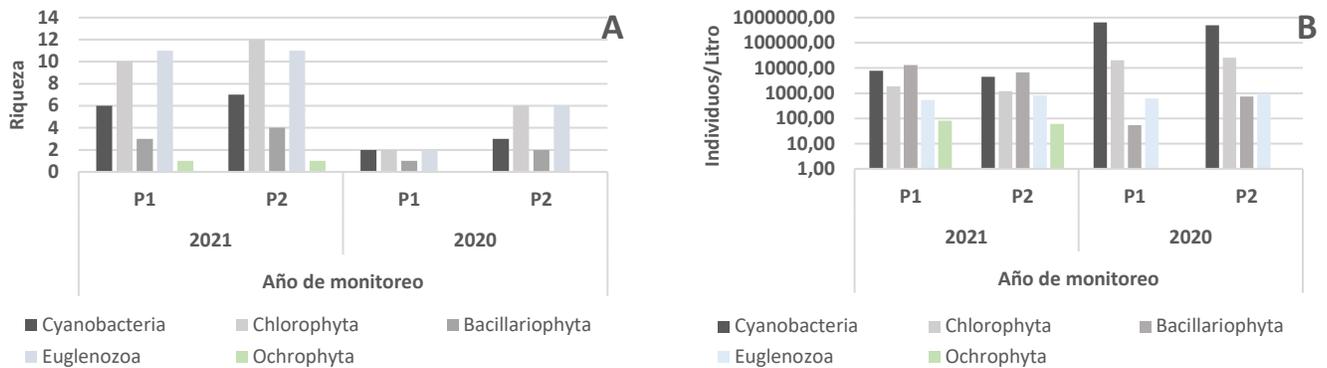
Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15.2. Variables hidrobiológicas.

4.15.2.1. Fitoplancton.

Comparando los últimos 2 monitoreos realizados por la CRA, se puede apreciar alta diferenciación temporal tanto en riqueza como en densidad, por ejemplo, en 2020 donde se registraron bajas riquezas (Figura 151A) y altas densidades, principalmente Cianobacterias, cuya especie más representativa fue *Planktothrix* sp con el 91.67% de la densidad en P1 y el 70.21% en P2 (Figura 151B) que por su naturaleza indican que las aguas enriquecidas. Con respecto a las especies de este género, Moreno et al. (2003) indican que se caracterizan por generar florecimientos en los cuerpos de agua y son de especial cuidado porque son productoras de toxinas. Por su parte, en 2021 donde las riquezas fueron más altas, las densidades fueron mucho menores y hubo un cambio notable en la composición de la comunidad fitoplanctónica, con

mayores aportes de la morfoespecie de Bacillariophyta *Melosira* sp1, representando el 54.9% de los individuos en P1 y el 44.50% en P2, seguida de la cianobacteria *Planktothrix* sp, disminuida con respecto al monitoreo anterior, con el 28.3% de la densidad en P1 y el 27.8% en P2, es decir, en 2021 la calidad del agua presenta mejorías con respecto al monitoreo realizado el año inmediatamente anterior, con un dominio de organismos propios de aguas turbulentas, lo que además sugiere que para ese monitoreo se estarían aumentando las entradas de agua al sistema por lluvias o a través del río Magdalena.



4.15.2.2. Zooplancton.

El zooplancton estuvo constituido, en su mayoría, en ambos monitoreos por especies de Rotifera y Arthropodos maxillopodos. Esta composición está muy ligada a la del fitoplancton, por lo que se puede observar gran presencia de rotíferos del género *Brachionus* y larvas de copépodos donde hay oferta de algas verdes y cianobacterias (Figura 152) y una disminución de los mismos en 2021. Los rotíferos son muy eficientes al consumir bacterias dispersas y floculadas, así como pequeñas partículas de materia orgánica y su presencia en un efluente indica un proceso de purificación biológica aerobia muy eficiente (Cerezo, 2011).

Otro indicio que las aguas de la ciénaga presentaban peor condición en 2020, es que se observó la presencia de un número considerable de organismos de Amebozoa, Principalmente en P1. El estudio de las amibas de vida libre ha demostrado que son un grupo de protozoos de gran importancia ecológica y médica ya que algunas pueden ser un riesgo para la salud humana (Lorenzo-Morales, 2010).

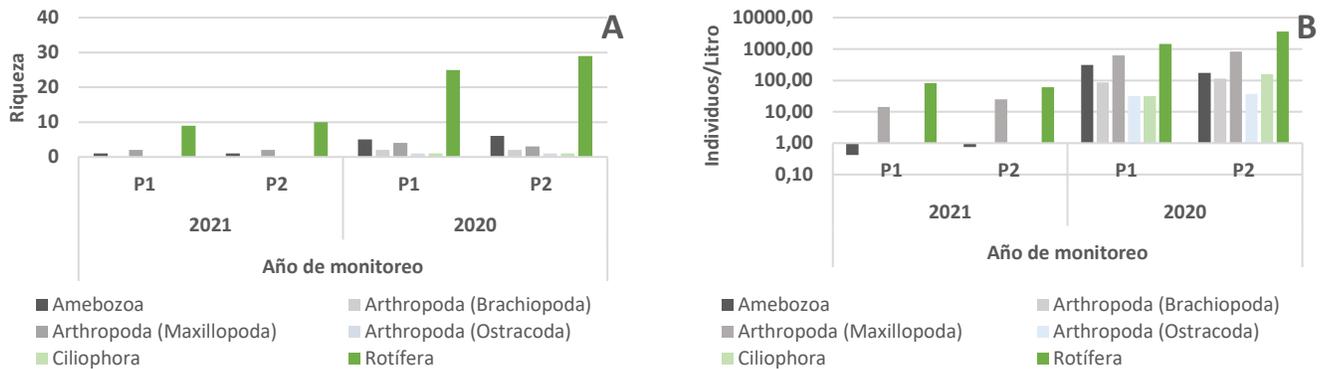


Figura 152. Zooplankton en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Riqueza, B) Densidad.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15.2.3. Perifiton.

El perifiton no mostró mayores variaciones espaciales ni temporales (Figura 153). En general, se aprecia en los monitoreos de 2020 y 2021 el dominio en riqueza y densidad de especies de Bacillariophyta y Cyanobacteria. Las primeras, agrupan especies tolerantes a diferentes calidades de agua, principalmente asociadas a turbulencias, mezcla y eutrofia, mientras que las segundas, se relacionan con cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Paerl y Huisman, 2009 citados por Dobal Amador et al.,2011).

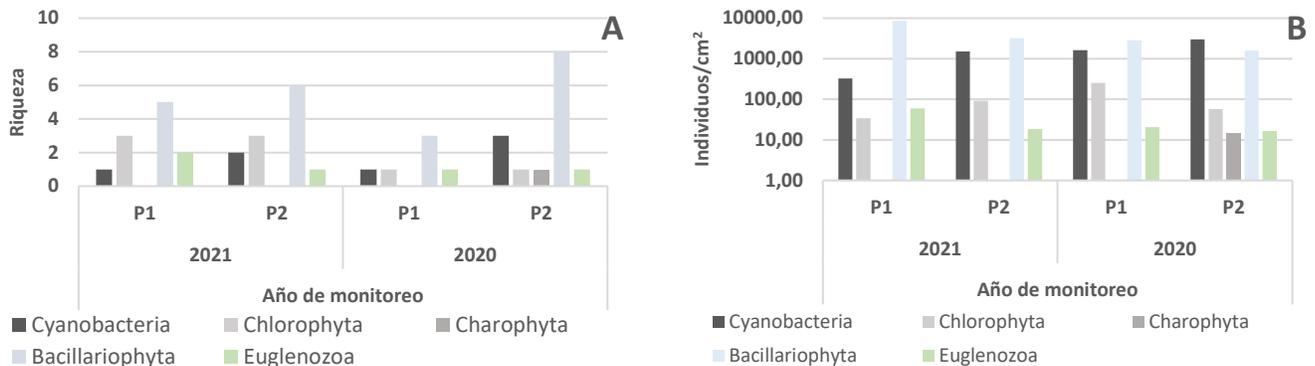


Figura 153. Perifiton en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Densidad, B) Riqueza.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15.2.4. Macroinvertebrados bentónicos.

Los macroinvertebrados bentónicos se caracterizaron en ambos monitoreos por la dominancia de especies de Mollusca (Figura 154), la cual es atribuible a aguas alcalinas y fondos ricos en materia orgánica ya que éstas pueden sobrevivir en condiciones de oxígeno muy bajas (Sharma, 1986). De acuerdo con Oyague-Passuni y Maldonado-Fonkén (2015), la variabilidad en la composición de macroinvertebrados está relacionada con la heterogeneidad espacial de los sitios de muestreo que es influenciada por la estructura física, la calidad del agua y las comunidades

de plantas. Teniendo en cuenta esto, resulta probable que tales condiciones en la ciénaga de Malambo favorezcan positivamente el establecimiento y desarrollo de taxas de Mollusca.

En 2020 la familia Nuculidae obtuvo la mayor densidad, esta comprende pequeños bivalvos que se caracterizan por habitar fondos marinos (García-Valencia, 2000), sin embargo, se ha reportado su tolerancia frente a variaciones de salinidad, ya que puede ocurrir en ambientes salobres o con alguna influencia marina (Trujillo, 2009), lo que explica su presencia en la ciénaga, puesto que ésta presenta suelos con contenidos de sales medio-altos (Sarmiento-Morales y Ruiz-Sepúlveda, 2018).

Mientras, en 2021 las morfoespecies más abundantes fueron Chironomidae morfo 1 (Artrópoda) y *Melanoides tuberculatus* (Mollusca) con densidades de 433,33 Ind/m² y 222,22 Ind/m². La familia Chironomidae se alimentan de materia vegetal orgánica en descomposición (Murillo y Mosquera, 2017), son sumamente tolerantes a grandes porcentajes de materia orgánica, razón por la cual son ampliamente utilizados como indicadores de contaminación por este factor (Alonso y Camargo, 2005). Al alimentarse de detritus, juega un papel ecológico muy importante, ya que su actividad alimentaria se refleja como una disminución de la materia orgánica de los cuerpos de agua (Lenihan y Micheli, 2001). En tanto que, *M. tuberculatus*, muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989).

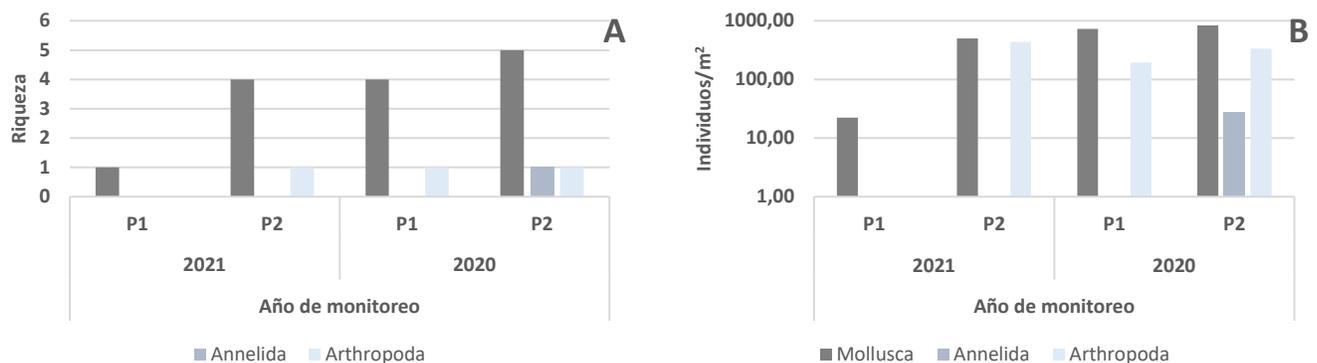


Figura 154. Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021. A) Riqueza, B) Densidad.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15.2.5. Macrófitas.

En la ciénaga de Malambo hay un dominio casi absoluto de la especie *Eichhornia crassipes* que alcanzó en 2021 coberturas superiores al 98% en ambos puntos de muestreo y antes, en 2020, de 49.2% en P1 y 86.4% en P2.

Eichhornia crassipes es una especie invasiva que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto (Guevara y Ramírez, 2015).

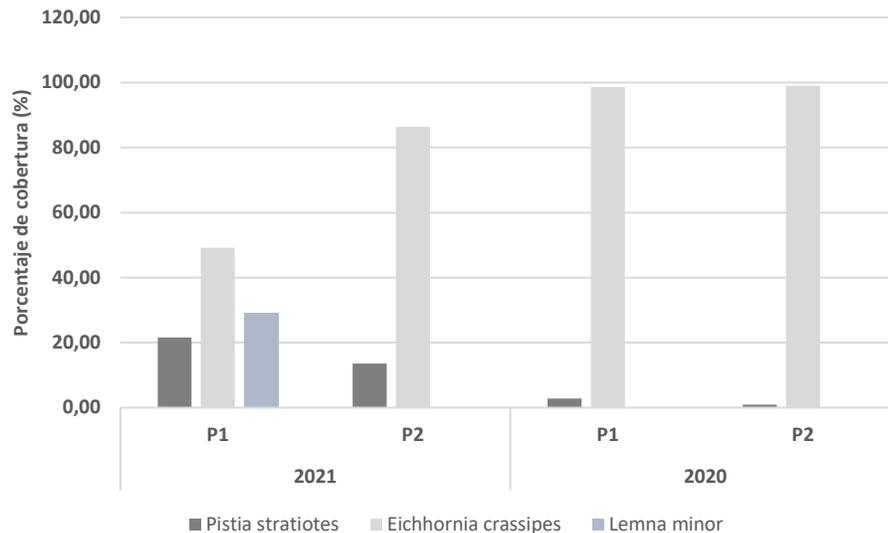


Figura 155. Macrófitas en la ciénaga de Malambo en los años 2020 y 2021.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Cabe aclarar que la cobertura de macrófitas en estos resultados hace referencia principalmente a la abundancia relativa de la especie en un punto determinado y la cobertura no se asocia a un área específica de manera relativa. Un análisis de imágenes aéreas o satelitales recientes podría ofrecer una aproximación a la cobertura que la vegetación acuática, en especial la especie invasora conocida como taruya o buchón de agua (*E. crassipes*) tiene sobre el espejo de agua, hablando de forma relativa, es decir, cuánto del espejo de agua, en porcentaje, está ocupando este tipo de vegetación. Este criterio, como se verá más adelante hace parte de la evaluación de la calidad del agua mediante el ICA_{ciénagas}.

En general, el desarrollo exuberante de esta especie, es un indicador de eutrofización, pues el exceso de producción, es decir, la conversión de nutrientes en biomasa por parte de los productores primarios, genera diversos inconvenientes que alteran la calidad del agua y los servicios ecosistémicos.

De acuerdo con el análisis de las imágenes satelitales disponibles más recientes, en la ciénaga de Malambo, la cobertura de macrófitas flotantes, en especial *E. crassipes* es de 17.1% del espejo de agua, lo que equivale a un área total de 46.7 hectáreas (Figura 156). Aunque la cobertura resultante del análisis no es crítica en cuanto a la proporción de espejo de agua que cubre, es necesario tener en cuenta que *E. crassipes* tiene momentos de crecimiento exuberante que puede alcanzar una cobertura importante del espejo de agua.

Por otra parte, la acumulación de islotes de macrófitas de esta especie en algunos sectores, resulta crítico, para la circulación de la masa de agua y el flujo a través de los canales que comunica este cuerpo de agua con las ciénagas de Mesolandia y El Convento. Esta comunicación, que ha sido intervenida por la construcción de los diques y que solo se permite a través de estructuras artificiales que dejan un paso estrecho a través de box culverts, es disminuída por los “tapones” de taruya que convergen en estos lugares. Además, la acumulación en sitios como el Caño de los Pescadores, hace casi imposible la entrada y salida de las canoas de los pescadores que habitan alrededor de la ciénaga, generando un problema socio-ambiental muy importante.



Figura 156. Cobertura de vegetación macrófita en la ciénaga de Malambo (2022)

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.15.2.6. Peces.

En Colombia existen aproximadamente 1938 ciénagas que ocupan 478.419 hectáreas (Roldán, 2008), ubicándolas como el ecosistema léntico de mayor extensión en el país (67%) (Ramírez y Viña, 1998) y tal vez uno de los más importantes, por los servicios y productos que ofrecen sustento a una proporción significativa de la población, a través de diferentes actividades, algunas

de ellas extractivas como la pesca. Una de las cuencas más importantes debido al gran número de tributarios y de ciénagas que soportan la actividad pesquera es la del río Magdalena.

El río Magdalena aportó en sus mejores momentos, en la década de los 70 del siglo pasado, el 80% de la pesca continental de Colombia (Mojica *et al.*, 2002). Hoy día si bien alberga una gran cantidad de especies (190 aprox.) desde la cuenca alta hasta su desembocadura y sigue sustentando una actividad pesquera importante, el deterioro de su cuenca por factores naturales y de origen antrópico han puesto en riesgo las poblaciones de varias especies, entre ellas algunas de importancia comercial como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), coroncoro (*Cochlidon honda*), pacora (*Plagioscion magdalenae*), doncella (*Ageneiosus pardalis*), blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) entre otras (CCI, 2006), muchas de estas migratorias y dependientes de la dinámica del plano inundable y los ciclos asociados a los niveles del río Magdalena, tal como sucede en muchas cuencas hidrográficas tropicales.

En estas cuencas, durante la estación o temporada de lluvias, los ríos principales reúnen grandes cantidades de agua, causando extensas inundaciones al final del período en las planicies de tierras bajas. Al comienzo de la estación seca, los ríos y el plano inundable se encuentran con niveles altos, siendo la principal época de crecimiento y engorde para todas las especies de peces, protegiéndose además de las actividades pesqueras. Durante el período seco, varias especies inician su recorrido río arriba, debido a la reducción del nivel del agua y el detrimento de las condiciones bióticas, quedando solo aquellas adaptadas a tales condiciones. Luego, con el inicio de la temporada de lluvias, los peces regresan moviéndose de forma masiva río abajo buscando de nuevo las planicies de inundación (Lowe-McConnell, 1975).

Este ciclo está tipificado en cuatro períodos de los cuales dependen las migraciones reproductivas de algunas especies de peces, denominados “subienda” y “bajanza”, “subienda de mitaca” y “bajanza de mitaca” que influyen directamente en la producción pesquera en el río Magdalena. Las especies migratorias en el río Magdalena inician su recorrido al comienzo de la temporada seca, entre diciembre y enero (a veces hasta marzo), retomando el curso principal del río, recorriendo grandes distancias en contra de la corriente en busca de aguas claras y oxigenadas de los ríos y riachuelos tributarios. A este fenómeno se le conoce como subienda y coincide con la principal temporada anual de pesca, de especies como la arenca (*T. magdalenae*), bocachico (*P. magdalenae*), dorada (*Brycon moorei*), barbul (*Prochilodus spp*), bagre blanco o blanquillo (*S. cuspicaudus*) y bagre rayado (*P. magdaleniatum*). Al inicio de la temporada de lluvias (abril) los peces retornan a las partes bajas de la cuenca, fenómeno conocido como bajanza, coincidiendo con la reproducción de varias especies que han desarrollado y madurado sus gónadas durante la migración, terminando el ciclo con la llegada de las larvas, huevos y adultos sobrevivientes a las planicies inundadas donde encuentran refugio y alimentación en abundancia. Durante julio y agosto se presenta un corto período seco, que genera una segunda migración río arriba, pero de menor escala, denominada “subienda de mitaca” que cierra el ciclo con la “bajanza de mitaca” ocurrida regularmente de septiembre a diciembre (Figura 157).

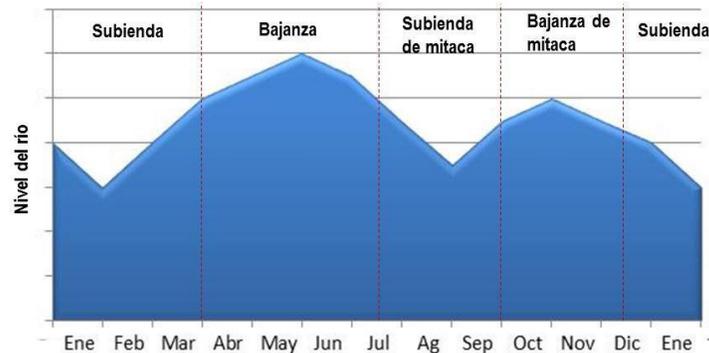


Figura 157. Representación del ciclo migratorio de las especies en la cuenca del Magdalena y la relación con el ciclo hidrológico (cambios de nivel del río).

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Los ciclos de los humedales no solo han determinado el manejo del tiempo sino también del espacio para el habitante ribereño del Río Magdalena, debido a que se desenvuelve en un territorio cambiante. La pesca artesanal aprovecha un recurso natural cuya producción depende del régimen hidrológico del río y la conservación del plano inundable y los humedales. Entre la problemática conocida, el desconocimiento de la importancia y valor ecológico de las ciénagas es uno de los factores de mayor incidencia (Contreras *et al.* 2005), siendo un aspecto de gran interés, el de las migraciones que realizan anualmente muchas especies.

Para los pescadores ubicados en los márgenes del río Magdalena, el bocachico (*P. magdalенаe*) es la especie migratoria más representativa y la que ha sufrido uno de los mayores impactos, acompañada de otras como el bagre (*P. magdaleniatum*) y la doncella (*A. Pardalis*) de las que ya son muy pocos los ejemplares que se obtienen y reemplazadas por otras de menor importancia comercial (CRA-CORMAGDALENA-CI, 2007), debido al deterioro general de la cuenca como los viejitos (*Curimata magdalенаe*), cacheguas (*Trachelyopterus insignis*), cuchas (*Loricariidae spp*), mojarra azul (*Aequidens pulcher*) entre otras que han sido introducidas como la mojarra lora o tilapia (*Oreochromis niloticus*), especie africana que cada vez tiene más aportes en la producción pesquera (Mojica *et al.*, 2002).

En la ciénaga de Malambo y otros humedales del margen occidental del río en el departamento del Atlántico, parece evidente una disminución importante de la diversidad y la integridad de la estructura del ensamblaje íctico, con particular efecto sobre especies importantes socio-económicamente por su representatividad tradicional en la pesca como el bocachico, la doncella y el bagre, especies que además de sufrir una fuerte presión por pesca en la cuenca en general, está limitada en las ciénagas de estas poblaciones por la interferencia causada sobre las migraciones relacionadas con su ciclo de desarrollo, a causa de las interferencias de la comunicación de los cuerpos de agua con el río Magdalena. De acuerdo con los aportes realizados por los actores y usuarios, en el primer taller de socialización, se menciona el deterioro hidrobiológico en general, los altos niveles de contaminación, la sedimentación, la pesca ilegal,

la ocupación del cauce y se menciona la falta de conectividad como parte de las causas a la problemática.

Sobre la calidad hidrobiológica, durante los monitoreos realizados por la C.R.A, la información refleja una comunidad de peces bastante deteriorada, con una baja riqueza específica y poca abundancia, según lo esperado para este sistema que depende en gran parte del río Magdalena, donde tienen alta probabilidad de ocurrencia cerca de 80 especies en el sector. Aunque cabe anotar, que el esfuerzo de muestreo, probablemente no haya sido el adecuado, en parte por la puntualidad espacio-temporal, impide recoger información que refleje el estado real de este componente biótico, aunque si ofrece un indicio en términos generales. A esto se suma las interferencias que ejerce la vegetación flotante en la efectividad de artes de pesca como la atarraya. De 2020 se obtuvo la presencia de 2 especies: *Brycon labiatus* y *Caquetaia kraussii*, de las cuales solo se capturó un individuo de cada una en el punto P2. Por su parte, en el monitoreo de 2021 no hubo capturas, sin embargo, se realizó una lista de especies reportadas en la ciénaga, entre las cuales están: *Trichogaster pectoralis*, *Oreochromis niloticus*, *Andinoacara latifrons* y *Caquetaia kraussii*.

En cuanto a la falta de conectividad como parte de las causas a la problemática, también ha sido plenamente identificado este problema en el estudio de la hidrodinámica de la ciénaga. La conectividad es una condición indispensable para el mantenimiento de la dinámica poblacional de muchas especies de peces, por un lado, por el ciclo de nutrientes y una producción primaria estable, el mantenimiento de la salud de la ciénaga y recursos utilizados por los peces como base de su alimentación, así como también para facilitar los movimientos migratorios reproductivos y alimentarios.

Particularmente la actividad pesquera se ve afectada por la disminución en la producción, que viene dada en parte por la modificación de los patrones naturales de migración de varias especies que constituyen algunos de los recursos más importantes en estas ciénagas, entre ellas el bocachico. La interrupción de la salida y entrada de peces ha generado el agotamiento de los recursos pesqueros, debido a la alteración de la hidrodinámica del sistema, pero se suma la práctica de técnicas inadecuadas de pesca y la sobreexplotación.

De acuerdo con los resultados del estudio hidrobiológico reciente de la ciénaga de Malambo, el ensamblaje de peces se caracteriza por una baja riqueza específica y abundancia. De hecho, en entrevistas no estructuradas con los pescadores, mencionan que la actividad de pesca está muy limitada por la escasez del recurso y por la presencia de especies de poca importancia económica, predominando la pesca de subsistencia, mientras que unos 30 años atrás, la actividad dejaba excedentes para comercialización y de especies importantes como el bagre (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) y el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) que presentan migraciones reproductivas que dependen de la conectividad con el río y el resto del plano cenagoso.

Hoy día estas especies son casi inexistentes, siendo reemplazadas por peces resistentes a las condiciones de baja calidad del agua e iteróparas, es decir, que se reproducen más de una vez en el ciclo anual y en este caso no necesitan de la conexión con el río, como es el caso de los poecilidos entre estos la especie invasora *Oreochromis niloticus*. Otra especie ampliamente reportada por los pescadores es el gurami o barbona (*Trichopodus pectoralis*) de carácter invasor perteneciente a la familia Osphronemidae de origen asiático.

4.15.3. Índices de Calidad del Agua (ICA) y estado trófico.

Los ICA son una herramienta para la evaluación del recurso hídrico, cuyo principal objetivo es expresar las condiciones de calidad de un cuerpo de agua, mediante el análisis de un valor único, obtenido del cálculo matemático de una combinación de parámetros ambientales (Mancera-Quevedo, 2017).

En Colombia, se han implementado diferentes estrategias que permiten esta evaluación a nivel general. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) hace referencia a diferentes indicadores que calculan la disponibilidad del recurso y las restricciones por afectaciones a la oferta o a la calidad. Estos índices están asociados al régimen natural (Índice de Aridez - IA, Índice de Regulación Hídrica - IRH) y a la intervención antrópica (Índice de Uso del Agua - IUA, Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento - IVH, Índice de Amenaza Potencial por Afectación a la Calidad del Agua - IACAL e Índice de Calidad del Agua - ICA) (Mancera-Quevedo, 2017). Así mismo, Ramírez *et al.* (1997), desarrollaron cuatro indicadores de contaminación (Índice de contaminación por mineralización-ICOMI, Índice de contaminación por materia orgánica-ICOMO, Índice de contaminación por sólidos suspendidos-ICOSUS e Índice de contaminación trófica-ICOTRO) para la valoración de aguas continentales, que luego fueron complementados con indicadores para la caracterización de aguas naturales y vertimientos (Índice de contaminación por pH-ICOpH, Índice de contaminación termal-ICOTEM y varios índices de contaminación para hidrocarburos aromáticos y alifáticos) en Ramírez *et al.* (1999). Además, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle adaptaron a partir del ICA NSF un indicador denominado ICAUCA, aplicable a un tramo del río Cauca. También se han usado bioindicadores como los macroinvertebrados acuáticos, en sistemas lóticos y lénticos de altas y bajas latitudes, como índices de la calidad de agua, adaptadas a ecosistemas colombianos (Biological Monitoring Working Party - BMWP_{COL}) o la BMWP_L adaptadas a sistemas lénticos de Colombia (Castellanos *et al.*, 2017).

Si bien, los ICA reducen la naturaleza multivariada de los análisis haciendo más sencillo reconocer el estado de salud del sistema monitoreado, la mayoría de los ya mencionados, aunque se implementan de manera muy general, parten del análisis de resultados sobre ecosistemas específicos, que muchas veces no se adaptan a las condiciones del ecosistema evaluado. Por esta razón, la calidad de los recursos hídricos superficiales requiere de todo un marco metodológico de evaluación que permita obtener resultados tanto exactos como reproducibles contextualizados al caso de aplicación, por lo que se recomienda realizar o utilizar un ICA

específico para cada territorio debido a la particularidad que pueden presentar sus aguas (Mancera-Quevedo, 2017).

Para el departamento, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, ha desarrollado, índices de calidad de agua específicos, para los cuerpos de agua costeros como es el caso ICAcc (Índice de Calidad de Aguas de Ciénagas Costeras) y el ICA para el embalse del Guájaro. Estos índices fueron construidos con base en un consenso entre expertos, además de incluir criterios bibliográficos reuniendo información de otros índices de calidad de sistemas tropicales similares, así como normativas nacionales, regionales (objetivos de calidad) y de otros países, y también análisis estadísticos de diferentes monitoreos para diferentes épocas del año. Para la ciénaga de Malambo, resulta aplicable lo desarrollado por Mancera-Quevedo (2017), que consta de un índice de calidad (ICA_{ciénagas}) para la zona inundable del río Magdalena en el departamento, desarrollado mediante el método DELPHI basado en el criterio de expertos.

El ICA_{ciénagas} está compuesto por 16 variables que representan diferentes componentes de la calidad del agua, físicoquímicos, microbiológicas e hidrobiológicos, cuyo peso (W) o ponderación en la fórmula general se muestran a continuación:

Tabla 69. Variables y ponderación en el ICA_{ciénagas}.

Subíndices (Valor Q)		Peso (W) SI
Sólidos suspendidos		0,11
Calidad por material orgánica (MO)	DQO	0,109
	DBO ₅	
	CF	
	CT	
	OD	
pH		0,107
Estado trófico	Fósforo total	0,106
	Nitratos	
Sulfatos		0,099
Mercurio		0,097
Plomo		0,095
Calidad por mineralización	Conductividad	0,095
	Dureza	
	Alcalinidad	
Grasas y Aceites		0,093
Temperatura		0,089
SUMA		1,0
% de cobertura de macrófitas en el espejo de agua		0,209
Calidad por producción	Abundancia de fitoplancton	0,208

Subíndices (Valor Q)		Peso (W) SI	
fitoplanctónica	Clorofila "a"		
Diversidad de macroinvertebrados bentónicos		0,197	
Diversidad de zooplancton		0,194	
Peces (Relación carnívoros/omnívoros)		0,192	
SUMA		1,0	

Fuente: Mancera-Quevedo (2017).

Para los subíndices Calidad por MO, Estado trófico, calidad por mineralización y calidad por producción fitoplanctónica se siguió la siguiente formulación agrupando las variables de acuerdo a su media aritmética ponderada:

Tabla 70. Fórmulas para el cálculo de los subíndices con variables agrupadas.

Subíndice	Formula
Calidad por Materia orgánica – CMO (DQO, DBO5, CF, CT y OD)	$SICMO = \left(\sum_{i=1}^n SI_i W_i \right) / 5$
Estado trófico - ET (Fósforo Total y Nitratos)	$SIET = \left(\sum_{i=1}^n SI_i W_i \right) / 2$
Calidad por Mineralización – CM (Conductividad, Dureza y Alcalinidad)	$SICM = \left(\sum_{i=1}^n SI_i W_i \right) / 3$
Producción Fitoplanctónica - PF (Abundancia de Fitoplancton y Clorofila-a)	$SIPF = \left(\sum_{i=1}^n SI_i W_i \right) / 2$
Donde l es el valor calculado la variable i que compone el subíndice, con base en las curvas de calidad ajustadas y la ecuación que la define, y W es el peso de cada una de esas variables.	

Fuente: Mancera-Quevedo (2017)

La fórmula general de agregación que agrupa los subíndices y define el $ICA_{ciénagas}$ es:

$$ICA_{ciénagas} = \left(\left(\sum_{i=1}^n (SI_{iFQ} \times W_i) \right) \times 0.6 \right) + \left(\left(\sum_{i=1}^n (SI_{iHB} \times W_i) \right) \times 0.4 \right)$$

Donde:

SI_{iFQ} = valor calculado de los subíndices i que componen el grupo de los fisicoquímicos y microbiológicos, con base en las curvas de calidad ajustadas, y la ecuación que la define.

SI_{iHB} = valor calculado de los subíndices i que componen el grupo de los Hidrobiológicos,

con base en las curvas de calidad ajustadas y la ecuación que la define.

W_i = peso (importancia) de cada subíndice.

Los resultados obtenidos se interpretan empleando la misma escala que para el índice de calidad de agua ICA-NSF, de acuerdo a los rangos que se presentan en la Tabla 71. Siendo 0 una calidad de agua muy mala y 100 una calidad de agua excelente.

Tabla 71. Escala de clasificación e interpretación de resultados del ICA_{ciénagas}.

Rango de calidad Q	Escala de color / Interpretación
91-100	Excelente
71-90	Buena
51-70	Regular
26-50	Mala
0-25	Muy Mala

Teniendo en cuenta los resultados de los períodos anteriores y el monitoreo realizado en octubre de 2022, a continuación, se presentan los resultados para los índices. Para el caso de los subíndices agrupados, en caso de faltar una variable, el peso W de esa variable, fue distribuido equitativamente entre las demás variables que lo componen.

En la siguiente Tabla se agrupan los resultados de los cálculos de los subíndices calculados de acuerdo con la información disponible:

Tabla 72. Resultados del cálculo de los subíndices que componen el ICA_{ciénagas}, para diferentes períodos.

subíndices (Valor Q)			2022					2021		2020 (M1: lluvias)		2020 (M1: seco)		2019		2014	
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P1	P2	
Fisicoquímicos y microbiológicos	Sólidos suspendidos		73.3	100.0	100.0	80.8	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.5	43.8	33.8	
	Calidad por MO	DQO	68.6	64.5	41.5	45.6	87.3	74.9	87.6	32.7	35.2	40.3	32.3	57.3	0.0	0.0	
		DBO5	58.7	45.1	34.7	34.1	74.5	66.4	100.0	30.5	31.9	27.8	34.3	81.7	57.1	58.6	
		CF	58.6	76.5	76.5	72.1	76.5	11.0	27.9	71.3	41.9	58.6	36.0	4.0			
		CT	49.7	63.1	65.6	33.8	53.1	3.6	18.7	45.5	58.3	40.0	53.5	7.4			
		OD	84.8	42.5	11.9	81.3	46.7	66.6	56.2						29.9	12.1	11.0
	pH		88.5	90.4	92.4	88.8	89.0	91.5	93.3					95.2	20.5	17.6	
	Estado trófico	Fósforo total															
		Nitratos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0										
	Sulfatos																
	Mercurio																
	Plomo																
	Calidad por mineralización	Conductividad	91.3	91.4	90.8	91.3	91.1	87.4	85.1					83.3	82.1	87.3	
		Dureza															
		Alcalinidad	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0										
Grasas y Aceites																	
Temperatura		78.8	77.4	79.5	74.7	77.6	63.5	53.2					87.9	41.0	29.2		
Hidrobiológicos	% de cobertura de macrófitas en el espejo de agua																
	Calidad por producción fitoplanctónica	Abundancia de fitoplancton	84.3	87.2	80.6	86.2	90.0	100.0	100.0								
		Clorofila "a"															
	Diversidad de macroinvertebrados bentónicos		8.1	8.3	12.5	12.7	12.2	0.0	27.0								
	Diversidad de zooplancton		29.9	28.7	29.4	30.1	34.8	24.5	27.2								
Peces (Relación carnívoros/omnívoros)																	

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

La tabla anterior muestra condiciones heterogéneas en espacio y tiempo para los diferentes subíndices, sin embargo, de manera general, se observa que la calidad del agua por materia orgánica es uno de los aspectos que en mayor medida tiene influencia, como es de esperarse, en las condiciones ambientales del cuerpo de agua. No obstante, es alrededor del punto o estación P4 que tiene una posición intermedia entre las descargas del arroyo San Blas y El Sapo, donde se evidencia una tendencia a los valores más bajos de calidad del agua, en contraste con el punto P5, que está más retirado de su influencia y en dirección hacia la conexión con la ciénaga la Bahía. Cabe resaltar que, durante el monitoreo, el flujo se evidenciaba en sentido sur-norte, aunque la salida de agua hacia la ciénaga La Bahía estaba limitado por el crecimiento exuberante de vegetación acuática en ese sector, lo que ha generado colmatación y estancamiento.

Por otra parte, la estación P3, más cerca de la conexión con la ciénaga de El Convento, también presenta valores bajos de los subíndices relacionados con el contenido de materia orgánica, lo cual puede estar relacionado con la carga propia de las aguas que provienen de El Convento y por la producción autóctona de vegetación, lo que produce ciclos intensos de materia orgánica.

En términos generales, al integrar todos los subíndices (Tabla 73), se observan valores del IC*Aciénagas*, principalmente en el rango de calidad regular, tanto espacial como temporalmente, con una tendencia desde 2020 a la disminución de las condiciones ambientales, lo que indica atenuación o afectación de su capacidad de autodepuración.

Tabla 73. Resultados del ICAciénagas para los diferentes periodos de tiempo.

ICAciénagas													
2022					2021		2020 (M1: lluvias)		2020 (M1: seco)		2019	2014	
P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P1	P2
61.9	64.4	63.6	62.4	67.2	65.5	70.7	72.5	70.9	70.8	69.5	79	53	49

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.16. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES CONFLICTOS

Como resultado del ejercicio de identificación participativa de problemáticas y conflictos, adelantado en el Taller I, se ponderaron 21 conflictos, como se ilustra en la Tabla 74 derivados de las diferentes problemáticas presentadas, en las que se observa que para el eje *Ecosistema y recursos naturales*, se encuentran diferencias y conflictos por posesión de terrenos de la ciénaga, por manejos inadecuados de residuos y llevar cargas contaminantes a la misma, descontentos por falta de acciones institucionales y las afectaciones a la calidad de vida de los habitantes, especialmente de los pescadores. En *el eje institucional* se evidencia el choque de intereses entre comunidades, instituciones, industriales relacionado con el uso y manejo de la ronda hídrica y el descontento de la comunidad hacia la institucionalidad en cuanto a la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales. En *lo social* se encuentran los enfrentamientos entre la comunidad y entre quienes atentan contra la ciénaga y sus recursos, debido a las actividades que se consideran atentan contra el cuerpo de agua. Y con relación al eje *ordenamiento y desarrollo territorial* nuevamente se observa el descontento de la comunidad frente al accionar de las instituciones, haciendo énfasis en la falta de gobernanza y los conflictos entre pescadores y terratenientes.

Como se puede observar los conflictos manifestados por los actores participantes dan cuenta de las tensiones existentes al rededor del uso de las rondas hídricas y su impacto que tiene sobre el recurso hídrico y el medio ambiente. La identificación de estos conflictos se ha constituido en la base de participación, análisis y dialogo entre los diferentes actores con el propósito de comprender el origen (problema) y los efectos que estos pueden tener y así mediante el dialogo de saberes poder plantear y diseñar desde las diferentes visiones del territorio, las trasformaciones que darán lugar al PORH y acotamiento de la ciénaga de Malambo.

Tabla 74. Identificación de conflictos.

Eje temático	Conflictos identificados
Ecosistema y Recursos Naturales	Diferencias por la posesión de los terrenos de la ciénaga a cargo de quienes practican la agricultura, ganadería y otras actividades económicas.

Eje temático	Conflictos identificados
	Desacuerdos entre Pescadores e industriales por la deficiente disposición de residuos contaminantes a la ciénaga atentan contra la Seguridad alimentaria de estos y de la comunidad en general
	Descontento de la comunidad porque las instituciones CRA y Gobernación no adelantan mantenimientos y acciones de recuperación de la ciénaga.
	Afectación de la calidad de vida de los habitantes, deterioran la salud y la capacidad económica de los Pescadores
	Afectación a los cuerpos de agua, por el crecimiento de la población sin planificación
	Los ingresos económicos del pescador y su calidad de vida están siendo afectadas por la disminución de recurso pesquero, que generando el descontento de pescadores con las autoridades.
Institucional	Choque de intereses entre comunidad, industriales y autoridades
	Enfrentamiento entre las autoridades y la comunidad por la puesta en marcha de la planta de tratamiento para adecuado manejo de vertimientos.
Social	Enfrentamiento entre comunidad, pescadores, policía, alcaldía
	Afectación a la comunidad por presencia de plagas, Afectación por escorrentías a los cuerpos de agua.
	Afectación al paisaje
	Confrontación entre comunidad y quienes desarrollan actividades que deterioran la ciénaga
Ordenamiento y Desarrollo Territorial	Desacuerdo entre la comunidad y las autoridades locales por falta de gobernanza y permitir usos inadecuados de las rondas hídricas.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.16.1. Actores generadores y afectados por el conflicto.

Una forma de caracterizar y analizar los conflictos es identificando los agentes generadores de los desacuerdos, en este caso los actores participantes identificaron que la comunidad y las industrias y comercio son los mayores generadores de conflictos 26% y 23% respectivamente, seguido de las instituciones con el 19%, representadas en entidades del orden nacional o local; personas dedicadas a la agricultura y ganadería ya sea a pequeña o mediana escala 9%, invasores y empresas de servicios públicos 7% cada una, terratenientes 5%, y en menor porcentaje pescadores 2% y asentamientos subnormales 2% (Figura 158).

A la vez, entonces se encuentran actores afectados dentro de los que se destacan a la comunidad como la principal afectada 36%, seguido de los pescadores 23% y otra afectada la constituye la flora y fauna (14%), ciénaga (10%), campesinos (8%), ecosistema en general (4%) y el municipio (2%) (Figura 159).



Figura 158. Gráfico de generadores de conflicto.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).



Figura 159. Gráfico de afectados por el conflicto.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.1.1. Identificación de conflictos por oferta y demanda

4.1.2. Identificación de conflictos por calidad del agua

4.17. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

La socialización de resultados del diagnóstico llevada a cabo durante el desarrollo del taller II, dio a conocer a los actores sociales, los hallazgos relacionados con la caracterización de la zonificación ambiental, el censo de usuarios, el inventario de obras hidráulicas, la oferta y demanda del agua, el establecimiento del perfil de la calidad actual y las relaciones de causalidad asociadas al conflicto por el uso del recurso hídrico; que dieron origen a la participación y aporte para la validación por parte de los actores participantes.

4.17.1. Percepción social del diagnóstico.

La socialización como mecanismo para dar a conocer los resultados del diagnóstico, permitió registrar las observaciones y percepciones de los participantes. Dentro de las principales intervenciones que se presentaron en la socialización del diagnóstico, los actores participantes reafirmaron en sus aportes los siguientes:

- La ciénaga presenta serios problemas de sedimentación que conducen a procesos de contaminación de los cuerpos de agua y erosión.
- La construcción de infraestructuras en el área de influencia de la ciénaga ha generado alteraciones a la dinámica hidráulica.
- Se pide revisar las solicitudes relacionadas con los permisos ambientales a las empresas del área de influencia de la ciénaga, tal es el caso del accionar institucional respecto a la ocupación de empresas como la Estación de Servicio Duvai Inn, quien ha invadido espacios de acceso de los pescadores hacia la ciénaga y la empresa Quintal que por su actividad podría generar altos niveles de contaminación en la ciénaga, entre otros.
- Se hace referencia a la falta de presencia del sector industrial en espacios participativos como los talleres para la formulación del PORH de Malambo.

A continuación, se detallan las principales inquietudes y aportes realizadas por los actores durante la socialización del diagnóstico, por áreas temáticas socializadas, las cuales dan cuenta

del conocimiento desde lo local, para ser tenidos en cuenta en los análisis técnicos del diagnóstico y como insumos a la hora de definir el Plan de ordenamiento y zonificación de la ciénaga de Malambo (Tabla 75).

Tabla 75. Inquietudes y aportes de los actores sociales.

Área temática	Inquietudes	Aportes
Censo de Usuarios	¿Qué seguimiento se les hace a las empresas usuarias que vierten aguas residuales?	Revisar el censo para identificar usuarios que hagan falta relacionar.
		Tener en cuenta en el censo a las asociaciones de pescadores, son 1.500 y a los agricultores.
Inventario de obras hidráulicas	No Registra	El Caño Pitillo era la entrada principal a la Ciénaga Grande, que llevaba un gran caudal de agua ejerciendo presión y era capaz de limpiar la ciénaga. Debido a la construcción de un box culvert se convirtió en un cuello de botella.
		Revisar el inventario de tal forma que se analice si favorecen el flujo y reflujo de la ciénaga.
		Recuperar los caños y canales de comunicación para que dinamicen la corriente y movimiento, recuperando la vida de la ciénaga.
		El carreteable que divide la ciénaga de Convento y la ciénaga de Malambo, tiene 11 box culvert, no 2 según lo socializado por IDL.
		La infraestructura que comunica PIMSA con Puerto PIMSA cuenta con 11 pasos de agua, con permiso de la autoridad nacional de licencias ambientales ANLA.
		Revisar Terraplenes, bodegas, construcciones y caños.
		Tener en cuenta la canalización del descole del arroyo El Sapo.
Dinámica hidráulica	No registra	El proceso de sedimentación del río Magdalena, ha ampliado su lámina de agua la cual golpea sobre la zona de Caimital, generando pérdida de hectáreas, por derrumbe.
		La dinámica hidráulica se encuentra afectada ya que las fuentes de escorrentías como caños y arroyos se encuentran sedimentadas, cerrados por el cambio del uso del suelo y por acciones antrópicas.
		Se han modificado los flujos y reflujos.
		De acuerdo al proyecto de canalización del arroyo El Platanal realizado por la CRA afecta la dinámica natural de la ciénaga la Bahía, afectando a la vez el complejo cenagoso de la Ciénaga Grande de Malambo.
		No se encuentran en el estudio todos los arroyos que aportan a la ciénaga, ejemplo el arroyo Madama que tributa directamente.

Área temática	Inquietudes	Aportes
		Construcción de un puente en Caño Tortuga y construcción de compuerta de Puerto PIMSA para facilitar la comunicación del río Magdalena con la ciénaga de Malambo.
Calidad actual del agua	¿Se tuvieron en cuenta los vertimientos del barrio el Concord? ¿Dónde se hacen estos vertimientos?	La contaminación de la ciénaga por falta de salida al río Magdalena producto de la sedimentación y las descargas contaminantes, son las encargadas de las afectaciones a la calidad del agua y al ecosistema en general.
		La PTAR le compete empezar a funcionar como se tiene planeado, potabilización del agua, mayor cobertura del sistema de alcantarillado.
		Se presenta mortalidad de peces por sedimentación y eutroficación.
		Se debe tener en cuenta la limpieza de caños: Tortuga, Cañón, Delirio que desembocan en la ciénaga Bahía.
		La calidad del agua no ofrece las condiciones para consumo humano y hábitat para peces y fauna acuática.
Conflictos por el uso del agua	¿Qué medidas se están tomando para controlar el relleno de la ciénaga por parte de personas o industrias ilegales?	Mayor seguimiento por parte del ente territorial a vertimientos y actividades ilegales.
	Qué pasa con las solicitudes frente al accionar institucional respecto a la ocupación de empresas como la Estación de Servicio Duvai Inn, quien ha invadido espacios de acceso de los pescadores hacia la ciénaga.	La recuperación del Caño Tortuga que se encuentra taponado por intereses particulares.
		Obras de “El Gladiador” están afectando la circulación de los arroyos, incluyendo el de Madama.
		Contaminación por vertimientos de químicos y productos sólidos.
		Mal uso del agua por parte de particulares, des conociendo la importancia de los cuerpos de agua y la seguridad alimentaria de la población que depende de ella.
Problemáticas y conflictos presentados		Los pescadores mantienen descontento con empresas nuevas y contaminantes.
		Conflicto social, por los derechos sobre usos de la ciénaga, entre pescadores y agricultores con el sector industrial.

Área temática	Inquietudes	Aportes
por la comunidad.		En el puerto de canoas, barrio el Pasito se encuentra mal manejo de residuos sólidos, impidiendo la circulación de las canoas.
		En el caño del barrio El Cerrito se encuentran asentamientos humanos sin control.
		La fuente de empleo del pescador se ha visto afectado por la falta de recurso pesquero.
		Existe un proyecto en el cual la empresa Quintal S.A. está solicitando a la CRA la licencia correspondiente para producir sulfato de manganeso y dióxido de carbono, con lo cual la comunidad se encuentra en desacuerdo.
		La construcción de estaciones de servicio, el lavado de carrotanques que transportan químicos e industrias como INGREDIOM, POLYPROTEC, ACONDESA, PIMSA, Aserradero Santa Lucía entre otros, desestabilizan el funcionamiento de la ciénaga y genera malestar en la comunidad.
OTROS		Se hace el requerimiento de una reunión interinstitucional para realizar un reconocimiento o inspección ocular de los caños y arroyos e infraestructura que afectan la dinámica natural de la ciénaga de Malambo.
		Colocar en funcionamiento las PTAR de Santo Tomás, Palmar, Sabanagrande y Soledad por que forman parte de la cuenca.

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.17.2. Acontecimientos históricos como parte de la dinámica de la ciénaga de Malambo.

Como preámbulo de la siguiente fase de construcción participativa del PORH y zonificación de la ciénaga; y una vez socializados y abordados los hallazgos técnicos y sociales del diagnóstico, durante el proceso participativo en mesas de discusión y análisis abordados en los talleres I y II; mediante la línea histórica se visualizaron los acontecimientos positivos y negativos más importantes desde la década del 60 hasta la presente, lo cual permite a los actores identificar el contexto general para conocer el pasado de los hechos más importantes alrededor de la dinámica de la ciénaga, para entender el presente y construir el futuro, que estará definido en la formulación del Plan de Ordenamiento y zonificación de la ciénaga. Se identifican los hechos relacionados con los usos del suelo, procesos de ocupación y actividades que han sucedido en el territorio, como ha sido la relación con el territorio y el agua, eventos de inundación que han marcado la historia, cambios en los ecosistemas, acciones institucionales que se han desarrollado alrededor del cuerpo de agua en estos años. En la Tabla 76 se registran los hechos más representativos para la comunidad.

Tabla 76. Hechos históricos de la ciénaga de Malambo.

Variables	Hechos positivos	Década	Hechos negativos	Década
Usos del suelo	Se dio la construcción de la carretera oriental que sirvió como terraplén para que la parte baja del municipio no se inundara.	1960	Asentamientos ilegales en zonas de amortiguación de la ciénaga	1980
	Se construye la casa de la cultura y la biblioteca pública.	1980		
Procesos de ocupación	Fue una década de mayor Intercambio cultural y comercialización de la despensa pesquera.	1950	Los procesos de migración de pescadores y agricultores, comienza a incrementar la población.	1950
	El origen de la población era campesina y pesquera, cazadores y recolectores.	1970	Se instaló Almiduro, arroja sus vertimientos al arroyo San Blas.	1960
	Se creó la urbanización La Luna.	1980	Se instala la primera empresa del Maíz	1970
	Malambo tenía 25.000 habitantes	2010	Proyecto ACESCO - PIMSA	1980
	Se fundó la urbanización Bella Vista y El Tesoro.		Construcción de terraplenes de PIMSA.	1990
	Reubicación del Barrio la Magdalena II, al barrio Nueva Ilusión.		Construcción de terraplenes de captación de Villa Olímpica.	2000
	Reubicación de damnificados por inundaciones de 2010	2017		
Eventos de inundación			Se presentó una inundación afectando cultivos de pan coger.	1960
			Inundaciones del lado del río Magdalena.	2000
			Inundación de los barrios Pasito, Mesolandia, afectando a más de 400 familias.	
			Hubo una tormenta tropical.	
			Inundación del barrio El Manguito	

Variables	Hechos positivos	Década	Hechos negativos	Década
Relaciones con el territorio y el agua	Teníamos arroyos cristalinos con especies en abundancia.	1950	Ingreso de Vertimientos a la ciénaga de origen doméstico e industrial	1960 - 1970
	Se construyó el acueducto de Malambo.	1960		
	Se construye el tanque elevado de agua potable.	1970		
	Construcción de la EBAR. Estación de Bombeo de Aguas Residuales.	2000 - 2010		
	Entrada en operación de Aguas de Malambo	2017	Contaminación de la ciénaga y pérdida de biodiversidad.	
	Educación Ambiental Ruta Estratégica para la conservación de los humedales.			
	Construcción de la PTAR			
Puesta en marcha de la PTAR.				
Cambios en el ecosistema	Existía la pesca de especies como el bocachico, bagre, blanquillo, mojarra amarilla y otras especies. Aves como el barraquete, ponche, manatí. Se hacían las faenas de pesca en corral.	1970	Pérdida de flora y fauna, pérdida de suelos por deslizamientos, pérdida de cultivos de pancoger yuca, maíz y cultivos de arroz.	2010 - 2020
	Reforestación del Puerto de pescadores del barrio El Pasito.	2010		
	Inundación de la vereda Caimital dio oxigenación a la ciénaga.		Pérdida de recurso pesquero por contaminación del cuerpo de agua.	
	Reforestación del margen del arroyo San Blas y Ciénaga de Malambo.			
	Siembra de 800 árboles en la PTAR			

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

Haciendo la lectura del ejercicio realizado se pueden destacar para cada uno de las variables objeto de análisis lo siguiente:

Usos del suelo, los actores conciben como hecho positivo para la década del 60 la construcción de la Carretera Oriental, cuya infraestructura evita la inundación de la parte baja de municipio. Y Como hecho negativo relacionan el crecimiento de asentamientos ilegales de los años 80 que comienzan a ocupar las zonas de amortiguación de la ciénaga.

Procesos de ocupación: en los años 50 se dio un gran auge de la comercialización de productos pesqueros, lo que traduce en los orígenes de una población con vocación pesquera, así como agrícola y de cazadores; dando cuenta de un cuerpo de agua productivo y suelos de uso agrícola. Hacia los años 70, se comienza a desplegar el crecimiento urbanístico con el surgimiento de nuevos barrios, así como el aumento en la instalación de empresas desde los años 60 y con ello la generación de mayores cantidades de vertimientos y residuos sólidos; así como la construcción de infraestructuras físicas que comienzan a incidir en la dinámica natural de la ciénaga.

Relación con el territorio y el agua: los actores manifiestan que hacia los años 50 contaban con arroyos cristalinos, lo cual hace pensar que las descargas contaminantes hacia el cuerpo de agua eran reducidas; sin embargo el crecimiento poblacional y el asentamiento de las empresas y la industria en el territorio, dan cuenta de factores que comienzan a desequilibrar esta relación del territorio con el agua, en donde manifiestan que para los años 60 ya se comienzan a ver los vertimientos domésticos e industriales en los cuerpos de agua y de los años 70 hacia la actualidad la contaminación y la pérdida de la biodiversidad de la ciénaga se ha dado de manera acelerada. Con ello surgen como hechos positivos la construcción del acueducto, el tanque elevado, la estación de bombeo de agua residuales, la entrada en operación de la empresa Aguas de Malambo, la construcción y puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua residuales PTAR; es así que cuando las poblaciones van creciendo, las opciones son estas, pero el problema es que comienza a ocurrir una mayor demanda sobre recurso hídrico y el crecimiento de las cargas contaminantes en forma de vertimientos llegan finalmente a la ciénaga, afectando a las población presente.

Cambios en el ecosistema: los actores manifiestan cómo en los años 70 encontraban variedad de especies pesqueras, aves, flora y fauna que en la actualidad ya no se observan; viendo como progresivamente se han ido extinguiendo, la ocurrencia de inundaciones que arrasan con cultivos de pancoger, generando igualmente una serie de afectaciones para la población; todo ello como consecuencia de acciones antrópicas que traen como resultado el desequilibrio del ecosistema que integra la Ciénaga de Malambo.

Inundaciones en la historia de Malambo.

Las inundaciones más recordadas por la comunidad, debido a los impactos sufridos son las ocurridas para los años 60, 2005, 2010, 2015, 2019 y 2022. Los lugares más recurrentes que han sufrido las afectaciones son los barrios El Pasito, Mesolandia, El Manguito, Marquetalia, Villa Esperanza; las veredas Caimital y Espinal, los arroyos el Sapo y El Ají. Y las inundaciones ocurridas para 2019 y 2022 abarcaron entre el 60 y 80% de la población (Tabla 77).

Se relacionan dentro de las afectaciones humanas, la desestabilización de los hogares, debido a que se ven obligados a desplazarse temporal o permanentemente a otros sitios diferentes por reubicación o en calidad de damnificados mientras logran regresar a su entorno, así mismo su vida laboral y/o productiva se ve afectada por pérdida de fuentes de ingreso en la pesca, agricultura o comercio formal e informal.

Los procesos de inundación vividos han traído afectaciones relacionados con la pérdida de cultivos especialmente de pan coger, pérdida de animales domésticos, medios de transporte como las canoas; destrucción de la flora y fauna, deterioro de los suelos, deslizamientos, casas afectadas, así como interrupción de servicios públicos y sociales como colegios y espacios recreativos por afectación de su infraestructura física.

Tabla 77. Principales inundaciones en la historia de Malambo.

Lugar/ sector	Año	Afectaciones y/o pérdidas				
		Humanas: muertes, heridos, pérdida de hogar, desplazamiento	Medios de subsistencia;	Servicios ambientales.	Infraestructura	Servicios culturales:
			Cultivos, animales, alimento, herramientas, medios de transporte	Flora, fauna, bosque, suelo, agua, alimentos	Vivienda, industrias, servicios públicos	Recreación Ecoturismo
Barrios El Pasito, Mesolandia	1960	Mas de 400 familias afectadas	Perdida de cultivos	Destrucción de flora, fauna, suelos	Deterioro de más de 400 viviendas.	
Arroyo el sapo (barrio manguito)	2005	Desplazamiento		Perdida de animales	Afectación de viviendas del barrio	
		Afectación de familias				
		Aparición de vectores				
		Enfermedades				
Arroyo el ají (veredas caimital y espinal)	2010	Desplazamiento	Perdida de cultivos	Perdida de cultivos	Vivienda y escuelas averiadas	
		Perdida de hogares				
Mesolandia, caimital, espinal, pasito, morrito	2010	Pérdidas de hogares, desplazamientos, vendavales	Los cultivos se perdieron	Deterioro de flora, fauna, suelo	Daños de viviendas y servicios públicos	
Municipio en un 60%	2015	Heridos	Cultivos, animales, canoas en perdida	Terrenos áridos,	Afectación de viviendas, negocios, muebles y enseres	Los parques y colegios sufrieron daños
		Perdidas de hogares				
		Desplazamiento				

Lugar/ sector	Año	Afectaciones y/o pérdidas				
		Humanas: muertes, heridos, pérdida de hogar, desplazamiento	Medios de subsistencia;	Servicios ambientales.	Infraestructura	Servicios culturales:
			Cultivos, animales, alimento, herramientas, medios de transporte	Flora, fauna, bosque, suelo, agua, alimentos	Vivienda, industrias, servicios públicos	Recreación
Villa esperanza	2019	Casas destruidas, lugares abandonados	Pérdida de animales domésticos.	Las zonas protegidas sufrieron daños	Afectación de colegios, colapsó el sistema de salud, suspensión de servicios públicos	Destrucción de espacios recreativos y colegios
Mesolandia			Perdida de medios de transportes de muebles y enseres.			
Espinal, Caimital, El Pasito, Morrito, Marquetalia						
Municipio 80%	2022	Heridos, pérdidas humanas, casas, negocios, lugares abandonados	Perdida de cultivos, animales, herramientas y enseres	Perdida de flora y fauna, pérdida de suelos por deslizamientos, pérdida de cultivos de arroz, yuca, maíz	Alcantarillados rebosados.	Colegios, canchas, parques y espacios recreativos en deterioro.
				Viviendas destechadas		

Fuente: IDL Ingeniería (2023).

4.17.3. Visión futuro de la ciénaga de Malambo.

Una vez lograda la información y análisis del contexto general de la ciénaga de Malambo en todas sus dinámicas técnicas y sociales; los actores abordan en el taller III, la visión de futuro y los proyectos que planean para el futuro de la ciénaga, de tal forma que se construye conjuntamente una vez definido el PORH, la situación futura para este cuerpo de agua.

Proyectan la realización de un parque biotemático “Cacique Malambo” como un espacio de disfrute por la vida y la paz, con oferta de servicios ecosistémicos, gastronomía típica, artesanía y deportes náuticos, que cuente con corredores ecoturísticos y senderos verdes.

Así mismo, mediante la recuperación de la biodiversidad y la producción agropecuaria, se plantea la piscicultura y la producción agrícola de productos como yuca, frijol, guandul, hortalizas, alternativa para el mejoramiento de la calidad de vida de pescadores y agricultores.

Se propone el acompañamiento a la iniciativa de la Universidad de Cartagena que viene realizando acercamientos en la zona para poner en marcha el Plan de restauración ecológica en la ciénaga, para la recuperación del bosque seco tropical mediante la siembra de especies forestales nativas y la implementación de un sistema de fitorremediación de la ciénaga.

Así una vez analizadas las propuestas grupales los actores sociales definieron la ciénaga con la que se proyectan a futuro, dentro de estas se destacan las siguientes:

“La ciénaga de Malambo a 20 años será 100% restaurada hidrobiológicamente, eco sistémicamente y geomorfológicamente, convirtiéndose en la despensa alimentaria del departamento del Atlántico, garantizando la seguridad alimentaria de la comunidad, recuperando la cultura agropecuaria educados en la toma de conciencia de nuestra ciénaga, garantizando la sostenibilidad para las generaciones futuras”

“La ciénaga a 15 años como un espacio libre de contaminación que pueda ser utilizado como espacio ecoturístico, retomando la actividad pesquera, disfrutar del avistamiento de aves.”

“La ciénaga grande de Malambo en 10 años será un espacio de producción agrícola y pesquera, con oferta de productos y servicio ecosistémicos que permitan a la población residente y foránea el disfrute para la vida y la paz”.

Los actores sociales visionan una ciénaga a 10 años con bajos niveles de contaminación, eliminando los vertimientos directos que hoy se le descargan, mediante el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales con la cual cuenta el municipio, mejorando así la calidad de agua, para disfrutar de los usos ecosistémicos identificados.

Como se puede observar, el sueño se dirige hacia la recuperación ambiental, para lograr una oferta de servicios ecosistémicos que permitan el disfrute del paisaje, la restauración ecológica y productiva para garantizar la reactivación de la actividad pesquera que posibilite la seguridad alimentaria y en consecuencia el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

4.2. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Malambo. (2013). Diagnóstico ambiental municipal. Presentado por la Fundación GAIA. Consultado el 22/09/2022 en: <https://www.malambo-atlantico.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Diagnostico%20Ambiental%20de%20Malambo.pdf>. p 47

Barahona-Palomo, M. y Beita-Sandí, W. (2011). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica. Revista UNED de Investigación / Cuadernos de Investigación UNED, 2 (2),157-179. [fecha de Consulta 2 de octubre de 2022]. ISSN: 1659-4266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651982004>

Corporación Colombia Internacional (CCI). (2006). Pesca y Acuicultura 2006. Ministerio de Agricultura, INCODER, CI. Bogotá.

Cerezo, J. (2011). Estación depuradora de aguas residuales. Tesis de pregrado. España: Universidad Politécnica de Cataluña. 54 p.

CONAGUA- SEMARNAT. (2014). Estadísticas del Agua en México. Edición 2013. México.

Contraloría General de Medellín. (2020). Auditoría General de 2020. Aguas de Malambo S.A. E.S.P. 98 p. <https://www.cgm.gov.co/cgm/Paginaweb/IP/Informes%20de%20Auditora%20PGA%202020/Informe%20Final%2008.pdf>

Contreras, P.J., Romero, A.P., Santana, Sh., Ramírez, I., Mendoza, R., Calderón, R., Serrano, A.P., Ramírez, D. y Gómez, A. (2005). Manejo Integral de Ciénagas y Restauración de la Oferta Ictiológica en el Medio Magdalena. Documento Técnico. Instituto Universitario de La Paz-UNIPAZ

CRA-CORMAGDALENA-CI. (2007). Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Magdalena en el Departamento del Atlántico.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. (2011). Plan de Ordenación de los Humedales de la Vertiente Occidental del río Magdalena en el departamento del Atlántico y Determinación de la Ronda Hídrica de los Humedales de Sabanagrande, Santo Tomas y Palmar de Varela. P 80.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. (2012). Plan de Acción 2012-2015. Capítulo II: Síntesis Ambiental. Consultado el 21/09/2022 en: <https://www.crautonomia.gov.co/documentos/Planes/2013/4%20Sintesis%20Ambiental.pdf>

Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. (2020). Plan de Acción Institucional-PAI 2020-2023. P90/93

Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. (2021). Resolución 0000449 de 2021. Por la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de la jurisdicción de la Corporación autónoma Regional del Atlántico a corto, mediano y largo plazo.

Díaz, T.M.D. y Moreno, M.J.A. 2018. Diseño de un sistema de Bombeo para acueducto de Malambo. Proyecto de grado para optar al título de ingeniero mecánico. Fundación Universitaria de América. Facultad de Ingenierías. Programa de ingeniería mecánica. 187 p.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6909/1/4132715-2018-2-IM.pdf>

Dobal-Amador, V., Loza-Álvarez, S. y Lugioyo-Gallardo, G.M. (2011). Potencialidades de las cianobacterias planctónicas como bioindicadores de estrés ambiental en ecosistemas costeros. No. 9. Ciudad Habana, Cuba. Disponible en <http://oceanologia.redciencia.cu>

Escribano, M. y De Frutos, M. (1987). Impactos sobre la calidad de las aguas superficiales, p. 443-453. In Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (eds.). La práctica de las estimaciones de impactos ambientales, tomo 3. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, España.

García-Valencia, C. y Díaz, J.M. (2000). Moluscos y su taxocenosis en los fondos someros del sector sur de la plataforma continental del Caribe colombiano. Boletín de investigaciones marinas y costeras, 29(1), 73-80.

Guevara, M.F. y Ramírez, L. (2015). Eichhornia crassipes, su invasividad y potencial fitorremediador, La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, Vol, 22(2): 5-11, ISSNp: 1390-3799, ISSNe: 1390-8596.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2013). Hoja metodológica del indicador Promedio de oxígeno disuelto por estación (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 7p.

Lenihan, H.S. y Micheli, F. (2001). Soft-sediment communities. Marine community ecology, 253-287.

Lorenzo-Morales, J., Marciano-Cabral, F., Lindo, J.F., Visvesvara G.S. y MacIver, SK. (2010). Pathogenicity of amoebae. Experimental Parasitology 126:2-3.

Lowe McConnell, R. H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New Cork.

Martins-Silva, M.J. y Barros, M. (2001). Presencia y distribución de moluscos de agua dulce en la cuenca del arroyo Riacho Fundo, Brasilia, Brasil. Revista de Biología Tropical, vol. 49, pág. 3, pág. 865-870.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS). (2018). Guía para el ordenamiento del recurso hídrico continental superficial. P 8/74

Mojica, J.I.; Castellanos, C.; Usma, S. & Álvarez-león, R. (2002). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias naturales Universidad nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Moreno, I., Repetto, G. y Cameán, A. (2003). Interés toxicológico de las microcistinas. Rev. Toxicol. 20: 159-165.

Murillo, Z.M. y Mosquera, M.M. (2017). Diversidad de la entomofauna acuática y calidad de agua en quebradas del río San Juan, Chocó-Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 149-161.

Ndifon, G.T. y Ukoli, F.M.A. (1989). Ecología de caracoles de agua dulce en el suroeste de Nigeria. I: Distribución y preferencias de hábitat. *Hydrobiologia* 171: 231-253.

Oyague-Passuni, E. y Maldonado-Fonkén. (2015). «Relationships between aquatic invertebrates, water quality and vegetation in an Andean peatland system». *Mires and Peat* Vol. 15. 1-21.

Pérez-Castillo, A. y Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1905-1918.

Pinilla, G.A. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 67 P

Ramírez A y Viña G. (1998). *Limnología Colombiana: Aportes a su Conocimiento y Estadística de Análisis*. Panamericana S.A. Bogotá, Colombia

República de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Decreto 1076 de 2015. "Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.

Roldan, G. & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 2da edición. Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Medellín. 440 pág.

Roldán, G. (2003). *La bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 170p.

Sarmiento-Morales, M.L. y Ruiz-Sepúlveda, E. (2018). Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y Santo Tomás, en el departamento del Atlántico. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Sharma, R.C. (1986): Effect of physico-chemical factors on benthic fauna of Bhagirathi River, Garhwal Himalayas. *Ind. J. Ecol.* 13: pp 133-137

Trujillo, C., Sosa, Z. y Linero, K. (2009). Estructura de la macroinfauna asociada a los fondos blandos del Caribe norte colombiano. *Intropica*, 101-112.

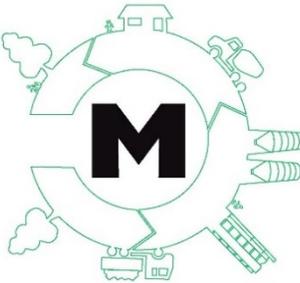
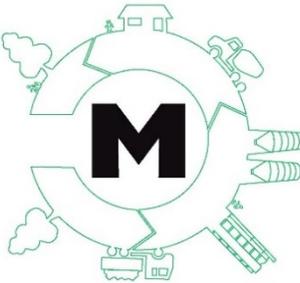
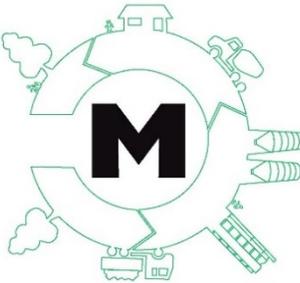
ANEXOS

Anexo 1. Metodología de Talleres.

Taller I. Aprestamiento e identificación de problemáticas y conflictos.

Actividad	Metodología
<p>Dinámica “Tejiendo La Ciénaga” <u>Aprestamiento</u></p> <p>Objetivo: generar un ambiente de cordialidad y sensibilización de tal manera que mediante la lúdica pedagógica se introduzcan los conceptos básicos, que se abordaran durante el desarrollo del proyecto.</p> <p>Duración: 30 minutos.</p> <p>Responsables: Equipo social.</p> <p>Materiales requeridos: Carteles de colores con los conceptos básicos. Escarapelas, madeja de lana</p>	<p>En algún sitio visible del auditorio se disponen carteles con los conceptos a trabajar: Ciénaga, Malambo, Inundación, sequía, Adaptación, Acotamiento, Recursos Naturales, Usos, Problemáticas, Contaminación, Sedimentación, Conflicto, Participación, Actores, Ordenamiento, Plan.</p> <p>Previamente se identifican 16 participantes a quienes se les entrega una escarapela con el concepto, se la cuelgan en el pecho. La tarjeta dice ej: “Yo soy La Ciénaga y llamo a: Malambo”</p> <p>El facilitador de la dinámica, se ubica de pie junto con el círculo que forman los 16 participantes de la dinámica, inicia con la explicación y una introducción y sensibilización frente a la importancia de este encuentro para beneficio de la ciénaga, será una construcción colectiva en donde necesitamos del aporte, disposición y concertación y entre todos tejaremos la red para rescatar la ciénaga, entonces con la madeja de lana, vamos a tejer esta gran red que la salvará.</p> <p>Al recibir la madeja cada quien dice Yo Soy:::::(lo que dice la escarapela) con un breve concepto y llamo a ::: (quien indica en la escarapela Ej: “Yo Soy la Ciénaga, soy un cuerpo de agua con gran diversidad” y Ciénaga llama a Malambo, la persona que tiene la escarapela de Malambo, levanta la mano y recibe la madeja y así sucesivamente hasta el último participante.</p> <p>La dinámica concluye con una breve explicación y análisis de lo ocurrido por parte del facilitador. El equipo técnico apoyará en este momento dando una explicación técnica de algunos conceptos que identifique como los de mayor relevancia para reforzando y concluyendo el ejercicio.</p>
<p>Socialización del proyecto <u>Aprestamiento</u></p> <p>Objetivo: Socializar el Proyecto para la Formulación del PORH y acotamiento de la Ronda Hídrica de la Ciénaga de Malambo”</p> <p>Duración: 40 min.</p> <p>Responsable: equipo técnico</p> <p>Materiales</p>	<p>A través de una presentación en PowerPoint se exponen los principales aspectos del proyecto “Formulación del PORH y acotamiento de la Ronda Hídrica de la Ciénaga de Malambo” – Introducción al proceso. ¿Qué es un PORH? – Alcances, implicaciones, propósitos. En qué consiste el acotamiento de recursos hídrico.</p>

Actividad	Metodología
<p>requeridos: Presentación en PowerPoint. Videobin</p>	
<p>Ronda de aportes, y Preguntas de los Participantes <u>Aprestamiento</u> Objetivo: fomentar la participación del auditorio mediante el aporte de información básica que contribuya a tener claridad del proyecto, a alimentar el diagnostico, así como realizar las preguntas que den claridad frente a la contextualización del área de estudio. Duración: 30 min.</p> <p>Responsables: participantes y equipo técnico Materiales requeridos: Memo fichas</p>	<p>Los participantes realizan los aportes y preguntas sobre la presentación anterior de una forma organizada y consignándolas en memo fichas blancas para aportes y azules para preguntas, las cuales son suministradas por el auxiliar del equipo técnico.</p> <p>Las preguntas se revisan para determinar temas y similitudes entre ellas.</p>
<p>Retroalimentación- Cartografía social <u>Aprestamiento</u></p>	<p>Se organizan 4 grupos y uno institucional y con la ayuda de mapas de la ciénaga, los asistentes podrán definir con stickers, las zonas en donde evidencian los tipos de usos y usos potenciales que se dan en el área de estudio; así como la identificación de las problemáticas, conflictos y actores</p>

Actividad	Metodología										
<p>Objetivo: fomentar el aporte de los participantes demarcando las zonas en las cuales se presenten nuevos aprovechamientos (captaciones) y/o problemas – conflictos y actores.</p> <p>Duración: 60 minutos.</p> <p>Responsables: Participantes y equipo técnico</p> <p>Materiales requeridos Stikers usos, Stikers problemáticas, mapas, matriz de problemáticas y conflictos</p>	<p>involucrados.</p> <p>La ubicación espacial, les dará los insumos para registrar en la tabla anexa los problemas, causas, ubicación, conflictos y actores generadores-afectados y solucionadores.</p>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="479 478 922 516">Tipos de usos / Usos potenciales</th> <th data-bbox="927 478 1416 516">Stickers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="479 516 922 642">Pecuario</td> <td data-bbox="927 516 1416 642"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="479 642 922 779">Agrícola</td> <td data-bbox="927 642 1416 779"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="479 779 922 905">Piscícola</td> <td data-bbox="927 779 1416 905"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="479 905 922 1073">Domestico</td> <td data-bbox="927 905 1416 1073"></td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de usos / Usos potenciales	Stickers	Pecuario		Agrícola		Piscícola		Domestico	
Tipos de usos / Usos potenciales	Stickers										
Pecuario											
Agrícola											
Piscícola											
Domestico											
	<p>PROBLEMATICAS</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="574 1188 943 1262">Captación ilegal de agua</td> <td data-bbox="943 1188 1325 1262">Extracción de materia, de arrastre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="574 1262 943 1587"></td> <td data-bbox="943 1262 1325 1587"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="574 1587 943 1652">Mal manejo del uso del agua</td> <td data-bbox="943 1587 1325 1652">Contaminación</td> </tr> </tbody> </table>		Captación ilegal de agua	Extracción de materia, de arrastre			Mal manejo del uso del agua	Contaminación			
Captación ilegal de agua	Extracción de materia, de arrastre										
											
Mal manejo del uso del agua	Contaminación										

Actividad	Metodología																					
																						
	Mal manejo de los residuos solidos	Tala de arboles																				
																						
	Acceso directo de animales en la ciénaga	Cacería																				
																						
	Botadero de basura a cielo abierto	Inundaciones por desvíos																				
																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5" data-bbox="480 1654 1406 1688">Problemáticas – conflictos y actores</th> </tr> <tr> <th data-bbox="480 1688 740 1766">Problemática</th> <th data-bbox="740 1688 878 1766">Causas</th> <th data-bbox="878 1688 1052 1766">Ubicación</th> <th data-bbox="1052 1688 1252 1766">Conflictos</th> <th data-bbox="1252 1688 1406 1766">Actores G/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1766 740 1799">1.</td> <td data-bbox="740 1766 878 1799"></td> <td data-bbox="878 1766 1052 1799"></td> <td data-bbox="1052 1766 1252 1799"></td> <td data-bbox="1252 1766 1406 1799"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1799 740 1837">2.</td> <td data-bbox="740 1799 878 1837"></td> <td data-bbox="878 1799 1052 1837"></td> <td data-bbox="1052 1799 1252 1837"></td> <td data-bbox="1252 1799 1406 1837"></td> </tr> </tbody> </table>			Problemáticas – conflictos y actores					Problemática	Causas	Ubicación	Conflictos	Actores G/A	1.					2.				
Problemáticas – conflictos y actores																						
Problemática	Causas	Ubicación	Conflictos	Actores G/A																		
1.																						
2.																						

Actividad	Metodología					
	3.					
	4.					
<p>Evaluación</p> <p>Agenda Tejiendo Nuestra Ciénaga de Malambo.</p> <p>Objetivo: que los participantes registren las memorias del taller y se generen compromisos que permitan continuar reuniéndose alrededor de trabajos que aportan a la identificación del cuerpo de agua y su contextualización</p> <p>Responsables: Equipo social y participantes.</p> <p>Tiempo: una vez entregada la Agenda se pondrá fecha para que el equipo social, las recoja para realizar la sistematización. Máximo 10 días</p> <p>Materiales requeridos: agendas comunitarias</p>	<p>Se entregarán a los grupos de trabajo la Agenda Tejiendo Nuestra Ciénaga de Malambo, en la cual podrán registrar los hechos y contenidos más importantes desarrollados en las diferentes actividades del taller a manera de memoria, lo podrán apoyar de fotografías tomadas durante el evento, dibujos, recortes y alimentarán la agenda con información adicional que consideren relevante.</p> <p>La agenda se constituye en la bitácora que permite registrar a los participantes lo desarrollado en el taller y a la vez realizar sus aportes relacionado con la guía anexa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre del taller ▪ Objetivos del taller ▪ Participantes ▪ Temas abordados ▪ Preguntas más recurrentes <p>Además, nos gustaría conocer la opinión del grupo respecto a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles considera que son las zonas críticas de la ciénaga de Malambo, sus afluentes y los conflictos por uso del agua que hay actualmente? 2. ¿Existe algún caso que sea relevante dentro del proceso de ordenamiento (¿usuario legal o ilegal que esté haciendo un uso inadecuado del agua o afectando la calidad del agua de la ciénaga de Malambo y sus afluentes?) 3. ¿Qué aspecto le gustaría que fuera revisado dentro del proceso de ordenamiento? 					
Cierre	Agradecimientos y extender invitación para la continuidad de la Estrategia Participativa con la participación en el taller 2.					

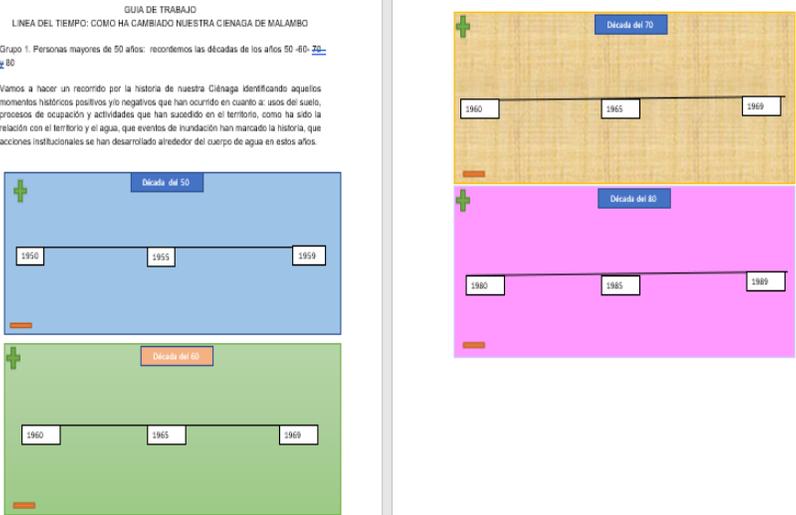
Taller II. Socialización del PORH.

Actividad	Metodología
<p>Sesión PQRs</p> <p>Objetivo: recibir las inquietudes de los actores</p>	<p>Para dar inicio se hará entrega del formulario PQRs de la CRA para que cada participante que lo solicite registre su inquietud; posteriormente se hace la instalación del panel, en donde se darán a conocer las reglas del juego: El registro del formato debe enunciar si es una petición, presentar una queja, hacer una solicitud o un reclamo relacionado directamente con las problemáticas o conflictos</p>

Actividad	Metodología
<p>sociales, Peticiones, quejas, solicitudes, reclamos que reflejen problemáticas o conflictos ambientales relacionados con la ocupación o actividades que se desarrollan en las riberas de la ciénaga de Malambo</p> <p>Duración: 60 Minutos</p> <p>Responsables: Director CRA Alcalde Malambo Trabajadora Social</p> <p>Materiales requeridos: Formatos PQR Lapiceros</p>	<p>ambientales de la Ciénaga. Se deberá levantar la mano, identificarse con el nombre y señalar si su intervención es P-Q, S o R y a qué entidad participante en el panel va dirigida, hará su intervención de forma corta y concreta, máximo 1 minuto. El auditorio permanece en silencio.</p> <p>La mesa integrada por el director de CRA y el alcalde, dará respuesta una a una de las PQRs formuladas por los participantes.</p> <p>Se reciben los formatos PQRs, los cuales serán objeto de sistematización.</p> <div data-bbox="764 512 1099 907" style="text-align: center;">  <p>FORMULARIO PQRs</p> </div>
<p>Dinámica “Conociendo La Ciénaga”</p> <p>Objetivo: Introducir los temas más representativos del diagnóstico, para direccionar la socialización del mismo.</p> <p>Duración: 30 minutos</p> <p>Responsables: Equipo social.</p> <p>Materiales requeridos:</p>	<p>La dinámica consiste en armar de manera conjunta un rompecabezas con la participación de los diferentes actores. La facilitadora en una bolsa tiene 9 fichas mezcladas que corresponden a los temas que armarán el rompecabezas “Conociendo La Ciénaga”, cada ficha lleva un tema alusivo al Diagnóstico. La facilitadora solicita por cada grupo de actores (instituciones, industriales y organizaciones sociales) que pasen y van sacando una a una las fichas, lee el título y el contenido o definición en público y la coloca en el tablero del rompecabezas, hasta que se terminen de armar y así haber abordado los temas centrales que se van a tratar en la socialización del Diagnóstico. Con el apoyo del equipo técnico se refuerza la explicación de dichos conceptos básicos durante el mismo desarrollo de los temas, todo ello como preámbulo para pasar a la siguiente actividad de socialización. Se utilizarán comodines para ambientar la dinámica relacionados con mitos o leyenda alrededor de la ciénaga, los cuales deben ser relatados por los participantes.</p> <p>Los temas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnostico 2. Área objeto de ordenamiento, 3. actores sociales, 4. censo de usuarios, 5. identificación y clasificación de usos actuales 6. demanda y oferta hídrica disponible, 7. calidad del agua y modelación de calidad de agua, 8. aspectos hidrológicos e hidráulicos,

Actividad	Metodología
<p>Rompecabezas de ciénaga de Malambo 1 juego. Bolsa</p>	<p>9. problemáticas y conflictos</p> 
<p>Socialización del Diagnostico de Ciénaga de Malambo</p> <p>Objetivo: Socializar con los actores sociales el Diagnostico como base para la Formulación del PORH y acotamiento de la Ronda Hídrica de la Ciénaga de Malambo”</p> <p>Duración: 60 minutos</p> <p>Responsable: equipo técnico</p> <p>Materiales requeridos: Diapositivas</p>	<p>Mediante la presentación en PowerPoint, el equipo técnico expone y dará a conocer los hallazgos más representativos del diagnóstico de la Ciénaga de Malambo.</p>  <p>✓ Caracterización de la situación ambiental actual del cuerpo de agua.</p> <p>✓ Revisión, organización, clasificación y utilización de la información existente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Censos de usuarios. • Inventario de obras hidráulicas. • Oferta y demanda del agua. • Establecimiento del perfil de calidad actual. • Relaciones de causalidad asociadas a conflictos por uso del recurso hídrico. <p><small>FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CIÉNAGA DE MALAMBO</small></p>
<p>Ejercicio de Retroalimentación: aportes, y Preguntas de los Participantes</p> <p>Objetivo: fomentar la</p>	<p>Se abrirá el espacio de participación grupal, para que los actores realicen las preguntas, observaciones y aportes a la información presentada, de tal forma que en consenso general entre el equipo técnico y los actores sociales logren acuerdo sobre la información recopilada base del diagnóstico de la ciénaga de Malambo.</p>

Actividad	Metodología																																				
<p>participación para tener en claro los contenidos del diagnóstico y recibir los aportes que se hagan al documento.</p> <p>Duración: 30 minutos.</p> <p>Responsables: participantes y equipo técnico</p> <p>Materiales requeridos: Tarjetas Lapiceros</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Para dar apertura al espacio de participación se organizarán en grupos de 8 personas para que se genere mayor interacción y sean escuchados todos los actores. Trabajarán dos guías, las cuales serán socializadas en plenaria.</p> <p style="text-align: center;">GUIA 1. INQUIETUDES</p> <p>De acuerdo con la presentación del diagnóstico realizada por el equipo técnico, si surgieron inquietudes, procedan a registrarlas en el ítem correspondiente.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Tema</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">¿Hay inquietudes?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <td>Censo de Usuarios</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #fff2cc;"> <td>Inventario de obras hidráulicas</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <td>Dinámica Hidráulica</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <td>Calidad actual del agua</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <td>Conflictos por el uso del agua</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #fff2cc;"> <td>Problemáticas y conflictos presentados por la comunidad.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">GUIA 2. APORTES AL ESTUDIO</p> <p>Registren para cada ítem, según sea el caso los aportes que consideran se deben tener en cuenta para enriquecer el diagnóstico, que sea soportado con datos verificables existentes con documentación que pueda ser aportada.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">Tema</th> <th colspan="2" style="width: 20%;">Objeto de aporte</th> <th rowspan="2" style="width: 30%;">Aporte conceptual</th> <th rowspan="2" style="width: 20%;">Documento que lo soporta</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Si</th> <th style="width: 10%;">No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Censo de Usuarios</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inventario de obras hidráulicas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dinámica Hidráulica</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tema	¿Hay inquietudes?	Censo de Usuarios		Inventario de obras hidráulicas		Dinámica Hidráulica		Calidad actual del agua		Conflictos por el uso del agua		Problemáticas y conflictos presentados por la comunidad.		Tema	Objeto de aporte		Aporte conceptual	Documento que lo soporta	Si	No	Censo de Usuarios					Inventario de obras hidráulicas					Dinámica Hidráulica				
Tema	¿Hay inquietudes?																																				
Censo de Usuarios																																					
Inventario de obras hidráulicas																																					
Dinámica Hidráulica																																					
Calidad actual del agua																																					
Conflictos por el uso del agua																																					
Problemáticas y conflictos presentados por la comunidad.																																					
Tema	Objeto de aporte		Aporte conceptual	Documento que lo soporta																																	
	Si	No																																			
Censo de Usuarios																																					
Inventario de obras hidráulicas																																					
Dinámica Hidráulica																																					

Actividad	Metodología
	<p>Calidad actual del agua Conflictos por el uso del agua Problemáticas y conflictos presentados por la comunidad.</p>
<p>Ejercicio Línea del tiempo “Cómo ha cambiado nuestra ciénaga”.</p> <p>Objetivo: identificar los momentos históricos que hayan ocurrido en el municipio, en relación directa con la ciénaga de Malambo, en cuanto a: usos del suelo, procesos de ocupación y actividades que suceden en el territorio, relación con el territorio y el agua, eventos de inundación, oferta institucional.</p> <p>Duración: 60 minutos.</p> <p>Responsables: participantes y trabajadora social</p> <p>Materiales requeridos: Carteleros, marcadores rojos y verdes, guías de trabajo. (12 pliegos papel degradé)</p>	<p>Se organizarán tres grupos de trabajo, los dos primeros por edad, a quienes se le asignará 4 décadas a cada uno, desde 1950 hasta 2020 y el tercero instituciones e industriales, trabajaran del 60 al 2020. Los participantes deberán registrar para cada periodo los hechos positivos y negativos más relevantes para cada periodo en cuanto a: usos del suelo, procesos de ocupación y actividades que han sucedido en el territorio, CONTAMINACIÓN, la relación con el territorio y el agua, cambios o afectaciones de los elementos del ecosistema, eventos de inundación (*), oferta institucional. Se debe concluir el trabajo consolidando y priorizando para cada década máximo 3 situaciones positivas (que deben consignar en memos verdes) y tres situaciones negativas (que deben consignar en memos rojo), pegarlas y así organizar las carteleros de línea del tiempo.</p> <p>La actividad deberá ser socializada para compartir y complementarla con el grupo en plenaria.</p> <p>Grupo 1. Actores sociales mayores de 50 años. Décadas del 50,60,70 y 80 Grupo 2. Actores sociales menores de 50 años. Décadas de 90, 2000, 2010,2020 Grupo 3. Actores institucionales e Industriales. Décadas del 60 a 2020. Harán énfasis en la historia de la oferta institucional, es decir los hechos más importantes de la acción institucional y la historia empresarial relacionada con la dinámica de la ciénaga.</p> <p>(*). Los eventos de inundación serán complementados con la cartografía social, en donde el grupo en el mapa de la ciénaga debe marcar los sitios, indicar si hubo pérdidas y/o afectaciones humanas, a los medios de subsistencia, a los servicios ambientales, a la infraestructura y servicios culturales.</p> 

Actividad	Metodología																																																	
	<p style="text-align: center;">INUNDACIONES EN LA HISTORIA DE MALAMBO</p> <p>Indiquen con colores en el mapa los lugares exactos de mayor ocurrencia de fenómenos de inundación y registren en la tabla anexa.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="581 970 688 1010">LUGAR O SECTOR</th> <th data-bbox="688 970 753 1010">AÑO</th> <th colspan="5" data-bbox="753 970 1403 995">AFECTACIONES Y/O PERDIDAS</th> </tr> <tr> <td data-bbox="581 1010 688 1226"></td> <td data-bbox="688 1010 753 1226"></td> <td data-bbox="753 1010 889 1226"> Humanas: muertes, heridos, perdida de hogar, desplazamiento </td> <td data-bbox="889 1010 1019 1226"> Medios de subsistencia; Cultivos, animales, alimento, herramientas, medios de transporte </td> <td data-bbox="1019 1010 1140 1226"> Servicios ambientales. Flora, fauna, bosque, suelo, agua, alimentos </td> <td data-bbox="1140 1010 1279 1226"> Infraestructura Vivienda, industrias, servicios públicos </td> <td data-bbox="1279 1010 1403 1226"> Servicios culturales: Recreación ecoturismo </td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </thead> </table>	LUGAR O SECTOR	AÑO	AFECTACIONES Y/O PERDIDAS							Humanas: muertes, heridos, perdida de hogar, desplazamiento	Medios de subsistencia; Cultivos, animales, alimento, herramientas, medios de transporte	Servicios ambientales. Flora, fauna, bosque, suelo, agua, alimentos	Infraestructura Vivienda, industrias, servicios públicos	Servicios culturales: Recreación ecoturismo																																			
LUGAR O SECTOR	AÑO	AFECTACIONES Y/O PERDIDAS																																																
		Humanas: muertes, heridos, perdida de hogar, desplazamiento	Medios de subsistencia; Cultivos, animales, alimento, herramientas, medios de transporte	Servicios ambientales. Flora, fauna, bosque, suelo, agua, alimentos	Infraestructura Vivienda, industrias, servicios públicos	Servicios culturales: Recreación ecoturismo																																												

Actividad	Metodología
<p>Evaluación Agenda Tejiendo Nuestra Ciénaga de Malambo. Objetivo: desarrollar en los participantes las habilidades de registro de los eventos como instrumento para socializar en sus comunidades los avances del proyecto.</p> <p>Responsables: Equipo social y participantes.</p> <p>Tiempo: 20 Minutos</p> <p>Materiales requeridos:</p>	<p>Los participantes presentarán el desarrollo de la bitácora, organizada en las memorias registradas en la Agenda Tejiendo Nuestra Ciénaga, Taller No 1, y se motivará el registro del taller 2, con sus respectivas instrucciones.</p> 
<p>Cierre</p>	<p>Agradecimientos y extender invitación para la continuidad de la Estrategia Participativa con la participación en el taller 3.</p>

Taller III. Presentación de usos potenciales del recurso hídrico y visión futuro de la ciénaga de Malambo.

<p>Presentación: Usos Potenciales</p> <p>Objetivo: Presentar los usos potenciales analizados para que los actores visualicen la situación actual y los posibles cambios que se deben realizar.</p> <p>Duración: 60 minutos</p> <p>Responsables: Equipo técnico.</p> <p>Materiales requeridos. Diapositivas PowerPoint. Tarjetas, lapiceros</p>	<p>Mediante presentación por parte del equipo técnico se socializará a los actores los “usos potenciales” analizados con base en los diferentes escenarios y los aspectos referidos a la oferta y demanda hídrica, así como su calidad por tramos de la corriente, esto con la finalidad de que ellos se sitúen en cuanto a la situación actual y los posibles cambios que deberían realizarse a futuro.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En función de: <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones naturales. • Conflictos existentes o potenciales. ✓ Mejor condición natural factible: <ul style="list-style-type: none"> • Simulación de la calidad del agua para varios escenarios. <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CIÉNAGA DE MALAMBO</p> <p>Retroalimentación: es el espacio en el que los participantes aclararán dudas o aportarán al contenido de la presentación</p>
<p>Presentación: Ronda Hídrica</p> <p>Objetivo: Presentar los componentes, resultados y propuesta de ronda hídrica para su validación con los actores sociales</p> <p>Duración: 45 minutos</p> <p>Responsables: Equipo técnico.</p> <p>Materiales requeridos. Diapositivas PowerPoint. Tarjetas, lapiceros</p>	<p>Mediante presentación el equipo técnico realizara la socialización de los principales componentes, resultados y propuesta de la ronda hídrica.</p> <p>Se fomentará la participación mediante la resolución de inquietudes registradas y grabadas como soporte, se tomarán las sugerencias y aportes y se procederá a validar con los actores sociales.</p> <p>Los aportes y sugerencia quedarán registrado en el formato anexo.</p>
<p>Ejercicio “Nota de Prensa”</p> <p>Objetivo: Obtener información de los actores sociales en torno a usos futuros (proyectos, emprendimientos) que se estén planeando realizar</p>	<p>Se organizan 5 grupos, quienes tendrán a cargo redactar una nota periodística, referente a los proyectos, emprendimientos y acciones que se tienen planeado realizar, ya sea por parte de organizaciones sociales, campesinos, pescadores, ambientalistas, instituciones locales, departamentales; en los próximos 10 años. Si no existen, los participantes con base en la información suministrada en el ítem anterior, plantearán las ideas de proyectos, emprendimientos o acciones que opinan deben hacerse para un eficiente uso de la ciénaga.</p>

en la ciénaga en los próximos 10 años por parte de los usuarios o de otros que tengan conocimiento.

Duración: 60 minutos

Responsables:
Equipo social

Materiales:

Hojas tamaño tabloide, lápices, marcadores de colores.

Hoja guía Nota de Prensa.
Cinta pegante.

5 formatos matriz usos potenciales

Se hará entrega de la guía para hacer la Nota de Prensa, junto con hojas tamaño tabloide, un juego de marcadores de colores, lápiz y demás materiales para organizar el trabajo

Guía de Trabajo Nota de Prensa.

LA NOTA DE PRENSA

El grupo deberá hacer una Nota de Prensa dando la noticia acerca de: Los proyectos, emprendimientos y acciones que se tienen planeado realizar en la Ciénaga o en su influencia directa, ya sea por parte de organizaciones sociales, campesinos, pescadores, ambientalistas, instituciones locales, departamentales; en los próximos 10 años.

Estructura de una nota de prensa

TÍTULO	Debe ser breve, noticioso y llamativo.
ENTRADA	Contiene la información resumida y clara en un solo párrafo.
CUERPO DE LA NOTA DE PRENSA	No debe exceder los 5 párrafos y cada uno de ellos debe expresar ideas concretas.
CONTACTOS DE LA ORGANIZACIÓN	Al final de la nota de prensa se debe colocar los datos de contacto del responsable de comunicaciones de la organización (Nombre, teléfono, correo electrónico).



La redacción del texto debe contemplar claramente:

- Nombre del proyecto o emprendimiento.
- Quién lo plantea?
- Objetivo
- En qué tiempo (inicio, ejecución)

Si definitivamente no hay proyectos, emprendimientos o acciones, igualmente la Nota de Prensa debe hacerse con relación a cuales serían esos proyectos, emprendimientos y acciones viables que la ciénaga necesita para su conservación y aprovechamiento

Adicional a la nota periodística, y teniendo en cuenta la presentación técnica, se entregará una matriz de usos potenciales a cada grupo, en la que consignará la información dispuesta en ella para generar un compilado general con todos los asistentes. Se verificará el proceso en plenaria al final y el resultado de la consolidación se utilizará en el documento de PORH y Acotamiento de ronda hídrica.

MATRIS DE USOS POTENCIALES

Usuario o actor	¿Cuáles creen serán las zonas de mayor consumo de agua superficial en los próximos 10 años?	¿Para qué uso?	¿Qué factor o que aspecto cree usted que influencia el aumento de consumo de agua?	¿Cuáles serán las zonas con mayores problemas por contaminación del agua superficial en los próximos 10 años?	¿Qué factor o que aspecto influencia el aumento de contaminación del agua?	Conoce proyectos Productivos, ambientales, infraestructura en desarrollo en el área de acción
1. Agricultores						
2. Pescadores/acuicultores						
3. Industriales						
4. Ganaderos/pecuarios						
4. Servicios y Comercio						
5. Población						
6. otros						

Ejercicio: visión futuro

Objetivo: lograr desde la participación de los actores sociales el aporte en la

Construcción de la "Visión de La Ciénaga que merecemos" desde la Perspectiva Social

El facilitador realiza una lectura sobre cómo debe ser la visión y que elementos debe contener:

construcción de la visión de futuro para la ciénaga de Malambo.

La Visión es IMAGINAR cómo queremos que sea la Ciénaga de Malambo a futuro. La Visión es el motor y la guía de la región para poder alcanzar el estado deseado de sostenibilidad ambiental, mejoramiento de la calidad de vida y adaptación.

Elementos de la Visión:

- Futurista: proyección a largo plazo.
- Clara: que se entienda.
- Visible: imaginar la Ciénaga de Malambo en 15 y 30 años.
- Audaz: imaginar cómo queremos que sea la Ciénaga de Malambo, dejar a la imaginación y definir lo deseable.
- Proyección en el tiempo: proyectarla a un tiempo específico, en este caso a 15 y 30 años.

Cómo Construir la Visión:

- Con la gente: involucrar a todos los actores sociales, escuchar todas las opiniones.
- Proceso: si queremos estar en la primera plana de una revista o un periódico ¿Qué queremos que digan de nuestra Región de La Ciénaga de Malambo? El proceso consiste en que los actores locales den ideas sobre la Visión de la Ciénaga a 15 y 30 años.
- Perspectiva: imaginar ¿A dónde queremos llegar, hacia donde queremos conducir la ciénaga?

Se conforman 4 grupos con todos los participantes del Taller para que cada uno construya la “Visión de la Ciénaga de Malambo”. En cada grupo un facilitador del Equipo realiza las siguientes preguntas direccionadoras a los participantes (previamente dispuestas en un cartel en la pared):

- ¿Cómo proyectan los actores locales la ciénaga de Malambo a 30 años?
- ¿Qué elementos debe tener el desarrollo territorial para que sea sostenible y adaptado a los requerimientos del cambio climático?
- ¿Qué tipo de actividades deben emprenderse para optimizar los recursos y la sostenibilidad del territorio (agricultura, pesca, ganadería, conservación, ecoturismo, agroindustria, navegación, desarrollo urbano, etc.)?

Posteriormente, el facilitador entrega a cada grupo un listado con 12 elementos, los cuales deben considerar para construir la “Visión de La Ciénaga de Malambo”

	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de Riesgo - Sostenibilidad Ambiental - Cultura - Ordenamiento Territorial - Adaptación - Desarrollo Sostenible - Calidad de Vida - Productividad - Educación - Manejo Recurso Hídrico - Gobernanza - Biodiversidad <p>Una vez los grupos han construido la “Visión de la Ciénaga de Malambo en el contexto municipal, departamental y regional” se la entregan al Equipo, quien se encargará de unificar una sola Visión a partir de las versiones, la cual será socializada en plenaria y se utilizará de insumo de trabajo.</p>
--	--

Anexo 2. Registro fotográfico.

PRESENTACIÓN GENERALIDADES DEL PORH Y ZONIFICACIÓN DE LA CIÉNAGA DE MALAMBO.



SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.



SESIÓN DE PREGUNTAS Y APORTES AL DIAGNÓSTICO.



EJERCICIO LÍNEA HISTÓRICA.

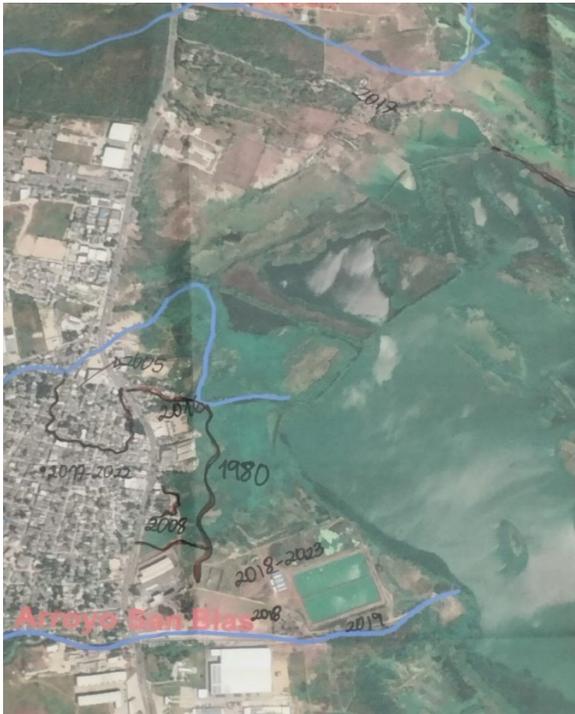


INUNDACIONES EN LA HISTORIA DE MALAMBO

LUGAR O SECTOR	AÑO	Causas (precipitación excesiva, mareas altas, etc.)	EFECTOS Y DAÑOS		
			Personas afectadas	Animales afectados	Daños materiales
Barro Colorado	2010	Excesiva precipitación por huracán con mareas altas.	1 pda.	0	Daños a terrenos y cultivos.
60ª Manzanilla	2015	Excesiva precipitación por huracán con mareas altas.	0	0	Daños a terrenos y cultivos.
Villa Esperanza Manzanilla	2019	Excesiva precipitación por huracán con mareas altas.	0	0	Daños a terrenos y cultivos.
60ª Manzanilla	2022	Excesiva precipitación por huracán con mareas altas.	0	0	Daños a terrenos y cultivos.







TALLER III.





Anexo 3. Listado de Asistencia a los talleres participativos.

CONTRATO No 0279-2022

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER I. APRESTAMIENTO E IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICAS Y CONFLICTOS
FECHA: 29/Sept/2022 Lugar: Casa de la Cultura Malambo Hora: 8:30 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Laura Fortalvo P.	1048295666	C.T.P. Malambo	3058245003	laurafortalvo@gmail.com	
Luisa Florenta de la Ossa	1003191631	CEO del Atlántico	3183445042	osistentel@ceca.org.co	Luisa Florenta
Maria Angélica Peralta	1042348746	Aguas de Malambo	3234775966	maria.peralta@aguasdemalambo	Maria Angélica Peralta
Glady's Rueda Rojas	1042416908	Estación de Resque Malambo	3012845677	gruedar@hotmial.com	Glady's Rueda R.
Ricardo E. Berdejo	3753574	Personería	3126112492	Personeria@malambo.gov.co	Ricardo E. Berdejo
Peter Lopez	72049187	Alcaldía	3222282466	plomas@malambo.gov.co	
Norio Reyes	30-646-392	Urrutá	3157899696	Urruta@malambo.gov.co	
Arjan Rojas	12-534-801	CRA	310510493	arjan@cratransgu	Arjan Rojas
Marela Arbolada C.	1140820461	C.R.A.	3046538515	marela@cratransgu.gov.co	Marela A.
Erbin Acosta G	72042293	Sec de Salud	3013950476	erbin@salud.gov.co	Erbin Acosta G
William Carreno	72041334	CTPER	3028462499	williamcarreno53@gmail.com	
Luis Brants	1093873067	gestión riesgo Mal	3093275405	luisbrants90@gmail.com	Luis Brants
Rosinson Aragón	94392532	ACNUC	3192994400	rosinsonaragon@hotmail.com	
Diana Saray Anz Pérez	1045288575	AUNAP	3126956816	diana.antz@aurap.gov.co	Diana Saray Anz Pérez
Angie Suarez Maldonado	1140-870-619	AUNAP	3167408401	angie.suarez@aurap.gov.co	Angie Suarez M.



CONTRATO No 0279-2022

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA
RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



TALLER I. APRESTAMIENTO E IDENTIFICACION DE PROBLEMATICAS Y CONFLICTOS"

FECHA: 29 Sept 2022 Lugar: Casa de la Cultura Malambo Hora: 8:30 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Societrocha S	8761742	ANUC Malambo	3043683672	- ANUC Malambo	[Firma]
Ariano Camargo	22041259	IAS San Jorge	3016026462		[Firma]
Brunaldo Bocchar	72013213	Asocaguada	3215353627	Yamelisarmiento@gmail.com	[Firma]
Oscar Lambano	3768257	ANUC Casoculi	3043618943	oscar.zambano.fedoa@gmail.com	[Firma]
Ingrid Tapia pedulu	32857240	ASO Comunal	3003680082	tapiaingrid667@gmail.com	[Firma]
Condorino Placido Sifon	72042375	Comunidad de Aguas Blancas	3176284255	condorino.placido.sifon@gmail.com	[Firma]
Victor Garcia	9976487	Aguas de Malambo	3015338273	victor.garcia@aguasdemalambo.com	[Firma]
Osiris Araujo	22652574	Comunidad	22652574	osirisaraujo50@hotmail.com	[Firma]
Ulises Rodriguez	1263453	Asociación	3044586052	UlisesRodriguez@gmail.com	[Firma]
Maia Moreno	76911838	AGROPESM	3045303491	maiaerera.smo123@gmail.com	[Firma]
Dossiatto	3732183	Asociación	324239879	-	[Firma]
Olga Cantillo	26912262	AGROPESM	3116794920		[Firma]
Maria Aguilera F.	49742884	A.R.P.A.	3156944650	mariaaguilera2008@gmail.com	[Firma]
Yonny Estrada	720410771	Evo pesmo	300210373		[Firma]

CONTRATO No 0279-2022

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER I. APRESTAMIENTO E IDENTIFICACION DE PROBLEMATICAS Y CONFLICTOS"
FECHA: 29 de Septiembre de 2022 Lugar: Casa de la cultura Malambo Hora: 8:30 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Elvi Marina Arias C.	32691677	Asociación Colectiva de mujeres por la Paz ASOCCOIPA	3002972264	elvi.arias.020@gmail.com	Elvis Arias Caballero
Eduardo Ruiz A	8739879	Fundación Furdacul	3135012755	furdacul@yahoo.com	Eduardo Ruiz
Deivis Riva	1002231422	J.A.C	3023227293	Deivis Riva 3105@gmail.com	Deivis Riva
Elizabeth Villa	32710604	Fundación APROSCO	3135321681	evilla@fundacionaproSCO.org	Elizabeth Villa
Jairo Gonzalez	72041579	Fundo PEZCA Grande	3012152686		Jairo Gonzalez
José de Jesús	866716	PEZCA Grande	3720865961		José de Jesús
Guilberto Ardila	17548207	Fundación Pecovina	3215262553		Guilberto Ardila
Paola Gómez C.	2166446	Puerto PIMSA	3102531831	ingenieriamaterial@pepimSA.com	Paola Gómez
Aonso Benítez	72195371	Puerto PimSA	3145243619	gerencia@pepimSA.com	Aonso Benítez
Carlos Gómez	10105809	Ingredion SA	3106322165	carlos.gomez@ingredion.com	Carlos Gómez
Pedro Fandiño	72077635	Fundo PEZCA	3215339229		Pedro Fandiño
ATAIR ACOSTA	32858438	PEZCA	3185076913	atair@live.com	ATAIR ACOSTA
Rocio Gutierrez	22527505	Lider Comunitario	3113004387		Rocio Gutierrez
Shoel Sanchez	32582848	Presidente ASOPESA	3044894264	shoel@asopESA.com	Shoel Sanchez
Eugenio Florian	1042440839	Lider Comun.	3044894264	-	Eugenio Florian



CONTRATO No 0279-2022



FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA
RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER I. APRESTAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS Y CONFLICTOS"

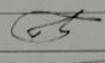
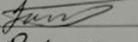
FECHA: 29/SEPT/2022 Lugar: Casa de la Cultura Malambo Hora: 8:30 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
John Morales Olario	112457807	DITGA	3135124731	alvarado@pau.gov.co	John Morales
Héctor Caballero	1207391	PIMSA	31587760	gocen@pau.gov.co	Héctor Caballero
Aziel Barragán	12588919	Asudec	32218932	aziel@asudec.gov.co	Aziel Barragán
Jahn J. Norcia	9096582	Alcalde Malambo	3008143361	norcia@malambo.gov.co	Jahn J. Norcia
Roberto Hassir	3732950	ANUC	3170674454		Roberto Hassir
Jose Yunque Mora	3732352	CNP Malambo	3153193696	joseyunque@nps.gov.co	Jose Yunque Mora
Pedro Mancera Q	32285270	IDL	3017116722	pmancera@idl.gov.co	Pedro Mancera Q.
Miriam J. Montero	51852165	IDL	3114579393	miriamjmontero@idl.gov.co	Miriam J. Montero




CONTRATO No 0279-2022
 FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA
 RONDA HÍDRICA PARA LA CIENAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER II.º SOCIALIZACION DEL DIAGNOSTICO PARA LA DEFINICION DEL PORH Y ACOTAMIENTO DE LA RONDA HIDRICA DE LA CIENAGA DE MALAMBO *
capa de la cultura de
 FECHA: 30-ENE-2023 Lugar: Malambo Hora: 8:00 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	INSTITUCION O EMPRESA	CELULAR	CORREO	FIRMA
Pluriam Méndez	32825076	Plauderson Tech	3004197473	morquezmexia@gmail.com	
Joel Pocha Salano	8761742	ANUC	6053260042	Joelrochasalano@yahoo.es	
Pedro Fandiño	72097673	Almepel	3246019913	ALMERZ 2019@.com	Pedro Fandiño
Fajro Escobar	72043367	Almepel			Fajro Escobar
Roberto Jassir	3732950	ANUC	37067454		Roberto Jassir
Alinson Carpintero G	1007236333	ANUC	3004838985	Alinsoncarpintero@gmail.com	Alinson Carpintero
Ariel Baxragan	12588719	ASUCO/UMA	3218732983	Arielba@hotmail.es	Ariel Baxragan
Alberto Padilla	1042455635	Presidente comunal	3004978448	padillaalberto139@gmail.com	Alberto Padilla
Ayan Rojas M.	22534801	CRA	3205210477	arojas@cratnva.gov.co	Ayan Rojas
Miriam Inés Pin	51852165	IDL Ingenieria	3114579373	miriam.ines.pin@gmail.com	Miriam Inés Pin
Pedro Mancera Q	—	IDL Ingenieria	3017116722	pmanceraquereda@gmail.com	Pedro Mancera Quereda
Mario Amata Castro	1140898084	IDL Ing	3006887935	mcastro@hotmail.com	Mario Amata Castro
Horacio Concedor	19.440.175	IDL	857239241	horbat.concedor@gmail.com	Horacio Concedor
Luz María Aguilar	49742884	A.R.P.A.	3156944650	carpatlantico2005@gmail.com	Luz María Aguilar

CONTRATO No 0279-2022

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

C.R.A

IDL
INGENIERÍA
DE DESARROLLO LIMPIO

TALLER II." SOCIALIZACION DEL DIAGNOSTICO PARA LA DEFINICION DEL PORH Y ACOTAMIENTO DE LA RONDA HIDRICA DE LA CIENAGA DE MALAMBO *

FECHA: 30 -ENE- 2023 Lugar: Casa de la cultura de Malambo Hora: 8:00 AM

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Jose Vicente Muñoz	8667161	Asopescam	3170863969	yanos10@hotmail.com	<i>[Firma]</i>
Guillermo Marin	8762087	ANUC Malambo	3185269575	quillamodoquemaindomaya@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Educa Yraunde	32723215	J.E. del Estudiante (CIDEAM)	3022548880	edra.margente.miranda.2@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Shirley Sandoz	32582848	AsopesBOMM	3044894268	Sandolindave.yraunde@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Yusein Lonan	1092440839	AsopesBOMM	3044894269	"	<i>[Firma]</i>
Brigitte Borrero	1045.746.804	Puerto Pimisa	3117443420	sgestion@puertopimisa.com	<i>[Firma]</i>
Rosana Gómez	22667446	Puerto Pimisa	3102536831	ingenierambientales@puertopimisa.com	<i>[Firma]</i>
Viton Flores B.	8745-383	FUNDACION CLUB DEL ESTUDIANTE	3118750925	fundclubelest@hotmail.com	<i>[Firma]</i>
Jairo Bonucci	71050673	Fuproindeco	3054077353	jebs0607@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Jettys Jaraba P	32754526	C.T.P.	3015985894	Jettys.jaraba.12@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Hugo Vega V	72043765	ANUC Malambo	3014346078	"	<i>[Firma]</i>
Maryelis	32582833	Pescaderama	3023657949	MARLU Coronado eht	<i>[Firma]</i>
Rosario Borrero E	18.393.816	Quintal S.A.	3215391264	rosarioborrero@quintal.com.co	<i>[Firma]</i>
Maria Angelica Peralta	1042348946	Aguas de Malambo	3234775966	maria.peralta@aguasdemalambo.com	<i>[Firma]</i>
Jachelin G. R	7045316091	Aguas de Malambo	3017773931	jachelin.gilrod@gmail.com	<i>[Firma]</i>

CONTRATO No 0279-2022

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER II.º SOCIALIZACION DEL DIAGNOSTICO PARA LA DEFINICION DEL PORH Y ACOTAMIENTO DE LA RONDA HIDRICA DE LA CIENAGA DE MALAMBO

FECHA: 30-ENERO-2023 Lugar: Casa de la cultura de Malambo Hora: 8:00 AM-

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Bernaldo Boccher...	7201326	ASOCARUVA	321555357	yamelisamiento@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Wania Dalem	3732310	COPESMA	3215821978		<i>[Firma]</i>
ANA ISABEL TORO	22736697	JAC G. BELÉN	32373038		<i>[Firma]</i>
John f. Noxora	9096562	Alcaldeía Malambo	3008113361		<i>[Firma]</i>
BORRERO P...	3732157	Asociación de Usuarios del Medio Ambiente	324377997		<i>[Firma]</i>
JAVIER HOGUER RODAS	6.881.183	Asociación de Usuarios del Medio Ambiente	3117112567	moguera Carlos 46@gmail.com	<i>[Firma]</i>
José María	72045191	Asociación de Usuarios del Medio Ambiente	3147247945	oscaribarrero@asomedia.com	<i>[Firma]</i>
...	32610342	Agua Malambo	3007861188	vosa.vobigra@agua.malambo.com	<i>[Firma]</i>
Guillermo Belli	7482116	A.N.T.	3107040310	Guillermo.belli@ant.gov.co	<i>[Firma]</i>
José Antonio Rodríguez	7.046.7478	A.N.T.	3112687181	mudelya@ant.gov.co	<i>[Firma]</i>
Elizabeth Johanna	32620100	RRCARIBE	3126903188	ezeneeth_21@hotmail.com	<i>[Firma]</i>
Ingris Topira Padilla	32857240	Asocomunal	3003680982		<i>[Firma]</i>
José González	6.780.680	Concejal	310742287	joirgonzalezlinaca@gmail.com	<i>[Firma]</i>
SILVEIRA MR.		Barrio La Hauga			<i>[Firma]</i>
Omaira Suarez	32636078	Concord	3006904920		<i>[Firma]</i>

C.R.A **CONTRATO No 0279-2022** **IDL**
INGENIERÍA

FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA PARA LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

TALLER III. IDENTIFICACION DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO Y VISION FUTURO DE LA CIENAGA DE MALAMBO. RONDA HIDRICA*

FECHA: Marzo 8/23 Lugar: Casa de la Cultura Hora: 8:30 am

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
ARIEL BARRAGAN	72588919	ASUDECULHA	3218932983	arielbarragan@hotmail.es	<i>[Firma]</i>
John S. Noriega	9096522	Alcaldía Malambo	300814321	ppanoga@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Job. Maratu	112057203	PIMTA	3135724731	ccuadros@porqueinvestiralmalambo.com	<i>[Firma]</i>
Laura Sabolzu	1045713465	PIMSA	3218148349	ambiental@porqueinvestiralmalambo.com	<i>[Firma]</i>
Bernardo Rosam	3732.187	Fundapesagrino	3243399329		<i>[Firma]</i>
Mauri Negro R	30646392	Umatá	3157899696	vucaturuel@Malambo-Hidro.901.co	<i>[Firma]</i>
Luz Marina Aquiles	494	ARPA	3156944650	laguila16@hotmail.com	<i>[Firma]</i>
Osano Gomez O	22667446	Puerto PIMSA	3102531831	ingenieriamiental@puertopimsa.com	<i>[Firma]</i>
Doragitte Pinar	1045746204	Puerto PIMSA	3152624911	sgestion@puertopimsa.com	<i>[Firma]</i>
José Virgilio Muñoz	8667161	Asobpesagrino	3170863969	-	<i>[Firma]</i>
Jairo González	72041532	Fundapesagrino	3012152686	-	<i>[Firma]</i>
Pedro Mancera O	-	IDL	3017116722	pmanceraquereda@gmail	<i>[Firma]</i>
Osman Noa	1045227462	IDL	9103610659	osmannoa07@gmail.com	<i>[Firma]</i>
Joselin Cella	1045726090	ADM	3017773450	07250000@hotmail.com	<i>[Firma]</i>
Maria Angélica Peralta	1042348946	Aguas de Malambo	3234775966	maria.peralta@aguasdemalambo.com	<i>[Firma]</i>



CONTRATO No 0279-2022



FORMULAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HIDRICA PARA LA CIENAGA DE MALAMBO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO

TALLER III." IDENTIFICACION DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO Y VISION FUTURO DE LA CIENAGA DE MALAMBO. RONDA HIDRICA"

FECHA: Marzo 8/23 Lugar: Casa de la Cultura Hora: 8:30

NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO	ORGANIZACION	CELULAR	CORREO	FIRMA
Rosa Rodriguez	32610342	A. Malambo	3007861185	vosa.vadiviguez@aguasdemalambo.com	Rosa Rodriguez
Edwin Suarez	32723215	IEEPA	302254488	edwinmendez@ieepa.gov.co	Edwin Suarez
Tony Gonzalez	8.740.640	CONCEJO	310742282	Jairgonzalez19807@gmail.com	Tony Gonzalez
Nalberto S.	19.774106	CONCEJO	3023959877	n.soracero@hotmail.com	Nalberto Sorera
Ezequiel Schmuck	32620100	RRCARIBE	312690888	ezequiel_21@hotmail.com	Ezequiel Schmuck
Roberto Jasso	3732950	ANUC	3180674454		Roberto Jasso
Hiram Alberto Montoya	51852165	IDL	3114579393	ampramontoya@idl.gov.co	Hiram A. Montoya